видавництво
АТЛАНТ

TANULÁS
HATÁROK
NÉLKÜL

FIZIKA 7

Szerkesztette Sztanyiszlav Dovhij



ІНСТРУКЦІЯ З БЕЗПЕКИ ДЛЯ УЧНЯ / УЧЕНИЦІ ПІД ЧАС ЗАНЯТЬ У КАБІНЕТІ ФІЗИКИ

1. Загальні положення

1.1. У кабінеті фізики необхідно суворо дотримуватися правил безпеки та правил внутрішнього розпорядку закладу освіти, установлених норм і режимів праці та відпочинку.
1.2. У кабінеті фізики можна перебувати тільки в присутності вчителя / вчительки або лаборанта / лаборантки.
1.3. Про кожний нещасний випадок, що трапився під час освітнього процесу, необхідно негайно повідомити вчителя / вчительку.
1.4. Про вихід із ладу або несправність обладнання необхідно негайно повідомити вчителя / вчительку.

2. Вимоги безпеки в екстремальних ситуаціях

2.1. У разі травмування, нездужання тощо негайно повідомте про це вчителя / вчительку.
2.2. У разі виникнення загоряння, пожежі тощо негайно повідомте про це вчителя / вчительку.
2.3. У випадку евакуації чітко виконуйте розпорядження вчителя / вчительки.

3. Вимоги безпеки перед початком роботи (експериментального дослідження, фронтального експерименту, лабораторної роботи)

3.1. Чітко з'ясуйте порядок і правила виконання роботи.
3.2. Звільніть робоче місце від усіх не потрібних для роботи предметів і матеріалів.
3.3. Перевірте наявність і надійність з'єднувальних проводів, приладів та інших предметів, необхідних для виконання завдань.
3.4. Починайте виконувати роботу тільки з дозволу вчителя / вчительки.
3.5. Виконуйте тільки ті завдання, які передбачені в роботі або доручені вчителем / вчителькою.

4. Вимоги безпеки під час роботи

4.1. Працюйте лише на своєму робочому місці.
4.2. Будьте уважні й дисципліновані, точно виконуйте вказівки вчителя / вчительки.
4.3. Розміщуйте прилади, матеріали, обладнання на робочому місці так, щоб запобігти їх падінню або перекиданню.
4.4. Під час проведення дослідів не допускайте граничних навантажень вимірювальних приладів.
4.5. Стежте за справністю всіх кріплень у приладах і пристроях. Не торкайтесь обертових частин машин і не нахиляйтеся над ними.
4.6. Для запобігання падінню скляних посудин або приладів обережно закріплюйте їх у лапці штатива або розташовуйте на спеціальній підставці. Термометр одразу після проведення вимірювань кладіть у футляр.
4.7. Забороняється користуватися лабораторним посудом із відколотими краями та за наявності тріщин.
4.8. Якщо скляна посудина або прилад розбилися, не торкайтеся осколків незахищеними руками — користуйтеся совком і щіткою.
4.9. Не розташовуйте поблизу нагрівальних приладів легкозаймисті рідини. Під час переливання не допускайте їх розливання.
4.10. Не вмикайте без дозволу електричне обладнання; не усувайте самостійно несправності електромережі й електрообладнання.
4.11. Складаючи електричне коло, уникайте перетину провідників; заборонено користуватися провідниками зі спрацьованою ізоляцією та вимикачами відкритого типу.
4.12. Складене коло вмикайте тільки після перевірки та з дозволу вчителя / вчительки. Наявність напруги в колі можна перевіряти тільки спеціальними приладами або індикаторами напруги.
4.13. Не торкайтесь елементів електричного кола, що не мають ізоляції та перебувають під напругою. Не виконуйте з'єднання в колах і не замінюйте запобіжники до вимикання джерела електроживлення.
4.14. Користуйтесь інструментами із заізольованими ручками.
4.15. Не залишайте робоче місце без дозволу вчителя / вчительки.
4.16. Виявивши несправність в електричному обладнанні, що перебуває під напругою, негайно повідомте вчителя / вчительку.
4.17. Для приєднання споживачів до мережі користуйтеся штепсельними з'єднаннями.

5. Вимоги безпеки після закінчення роботи

5.1. Обов'язково приберіть своє робоче місце. Прибирання виконуйте тільки з дозволу вчителя / вчительки.
5.2. Електричне коло розбирайте тільки після вимкнення джерела електроживлення.

FIZIKA 7

Tankönyv az általános oktatási rendszerű tanintézetek 7. osztálya számára

Szerkesztette Sztanyiszlav Dovhij

Ajánlotta
Ukrajna Oktatási és Tudományos Minisztériuma

rnk.com.ua/106125 Digitális interaktív mellékletek a tankönyvhöz

Видавництво АТЛАНТ
Київ 2024

УДК 37.016:53(075.3)
Ф 48

Авторський колектив:
Віктор Бар'яхтар, Фаїна Божинова, Станіслав Довгий,
Микола Кірюхін, Олена Кірюхіна

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(наказ Міністерства освіти і науки України від 05.02.2024 № 124)

Видано за рахунок державних коштів.
Продаж заборонено

Підручник створено відповідно до модельної навчальної програми
«Фізика. 7–9 класи» для закладів загальної середньої освіти
(автори Кремінський Б. Г., Гельфгат І. М., Божинова Ф. Я.,
Ненашев І. Ю., Кірюхіна О. О.)

Рецензенти:
І. М. Гельфгат, учитель фізики комунального закладу «Харківський фізико-математичний науковий ліцей № 27 Харківської міської ради», учитель-методист, заслужений вчитель України, кандидат фізико-математичних наук;
С. В. Каплун, завідувачка кафедри методики природничо-математичної освіти КВНЗ «Харківська академія неперервної освіти», кандидат педагогічних наук, доцент, відмінник освіти;
А. Б. Трофімчук, методист лабораторії природничо-математичної освіти та технологій Рівненського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти

Ілюстрації *Володимира Хорошенка*
Обкладинка *Марії Соловйової*

Перекладено за виданням:

Ф 48 **Фізика** : підруч. для 7 кл. з навчанням угорською мовою закл. загал. серед. освіти / [В. Г. Бар'яхтар, Ф. Я. Божинова, С. О. Довгий, М. М. Кірюхін, О. О. Кірюхіна] ; за ред. С. О. Довгого. Переклад: Я.Ч. Коложварі, А.-Е.Й. Коложварі, Б.Й. Пейтер — Київ: Вид-во АТЛАНТ, 2024. — 272 с. : іл., фот.

ISBN 978-617-09-8758-7(укр.)
ISBN 978-617-8159-37-5 (угорськ)

УДК 37.016:53(075.3)

Електронний інтерактивний додаток до підручника доступний за QR-кодом або посиланням **rnk.com.ua/106125**

ЗРОБЛЕНО В УКРАЇНІ

© Бар'я хтар В. Г., Божинова Ф. Я., Довгий С. О.,Кірюхін М. М., Кірюхіна О. О., 2024
© Хорошенко В. Д., ілюстрації, 2024
© Вірченко М. Ю., фотографії, 2024
© Соловйова М. І., обкладинка, 2024
© ТОВ Видавництво «Ранок», 2024
© Коложварі Я.Ч. , Коложварі А.-Е.Й., Пейтер Б.Й. переклад угорською мовою, 2024

ISBN 978-617-09-8758-7(укр.)
ISBN 978-617-8159-37-5 (угорськ)

Kedves tanulók!

Ebben a tanévben a fizika világában kezditek meg az utatokat, amely egy számotokra teljesen új tudomány. Természeti jelenségeket fogtok megfigyelni, valódi tudományos kísérleteket fogtok végezni, és minden órán saját kis felfedezéseket tehetettek.

Legyetek körültekintőek és kitartóak egyes fejezetek tartalmának tanulmányozásában, ne hagyjátok ki a további szakaszokat, és a megszerzett ismereteket a mindennapi életben is kamatoztatni tudjátok majd. A fizika gyakorlati használatára a *«Tudtátok, hogy...»* szakaszban találhatsz példákat. A *«Hogy is van valójában?»* szakasz pedig segít a hatékony tanulásban és a felnőtt életben való sikeres alkalmazáshoz szükséges kritikai gondolkodás kialakításban.

Figyeljetek arra, hogy a fejezetek az *«Összegzés»*, *«Ellenőrző kérdések»* és *«Gyakorlat»* részekkel zárulnak.

Az *«Összegzés»* rész, amely hivatkozási jegyzetek formájában kerül bemutatásra, a főbb pontokra összpontosít. Az *«Ellenőrző kérdések»* rész segít kideríteni, hogy megértettétek-e a tanult anyagot. A *«Gyakorlat»* rész pedig ellenőrzi mindazt, hogy vajon a gyakorlatban is képesek vagytok-e alkalmazni a megszerzett ismereteket. Ezen részben található feladatok nehézségi szintjük szerint vannak differenciálva. A feladatok számát a megfelelő színekkel jelöljük (a növekvő nehézségi sorrendjében): kék, zöld, narancssárga, fekete. Az információs és kommunikációs kompetencia kialakítására vonatkozó feladatok lila színnel vannak jelölve.

Természetesen hasznos lehet számotokra a digitális melléklet, amely számítógépes ellenőrzéssel ellátott gyakorlati tesztfeladatokat, továbbá laboratóriumi munkákat és meghatározott fizikai kísérleteket vagy folyamatokat bemutató videókat tartalmaz. A QR-kódok által érhetőek el ezek a kiegészítő anyagok.

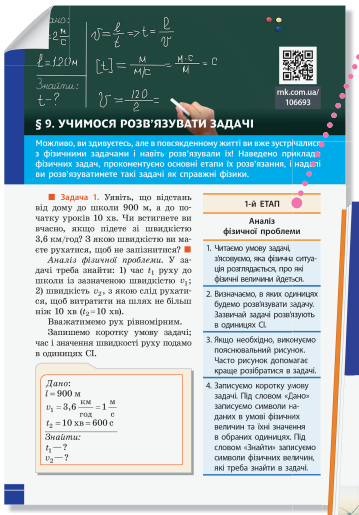
A fizika — elsősorban kísérleti tudomány, ezért várnak rátok kutatások, kísérleti feladatok és laboratóriumi munkák végzése. Annak érdekében, hogy jobban megértsétek a fizikát, mindenképpen teljesítsétek az említett feladatokat.

Minden fejezet (téma) végén megtalálhatóak az *«Összegzés»* és az *«Ellenőrző feladatok»* című részek, amelyek segítenek rendszerezni a tudásotokat, és hasznosak lehetnek számotokra a dolgozatra való felkészülés során is.

A *projektfeladatok* megvalósításában való aktív részvétel, amelyek témái a tankönyvben szerepelnek, segít az alkalmazkodó- és az együttműködési képesség kialakításában.

Azok számára, akik többet szeretnének megtudni a fizikai tudomány és technológia fejlődéséről Ukrajnában és a világon, sok érdekes és hasznos információt találhatnak a *«Fizika és technológia Ukrajnában»* című részben.

THIDALJUK ISMERETEINKEL AZ ISMERETLENT



Fizikai feladatok megoldására szolgáló algoritmusok

Digitális interaktív melléklet

Példák a fizika gyakorlati alkalmazására



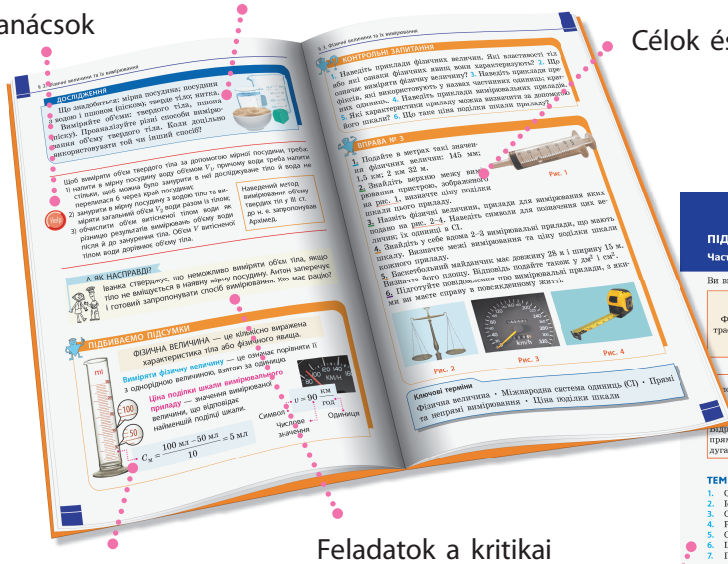
Illusztrációk magyarázatokkal

Kutatás a tankönyv által ajánlott eszközök használatával

Meghatározás

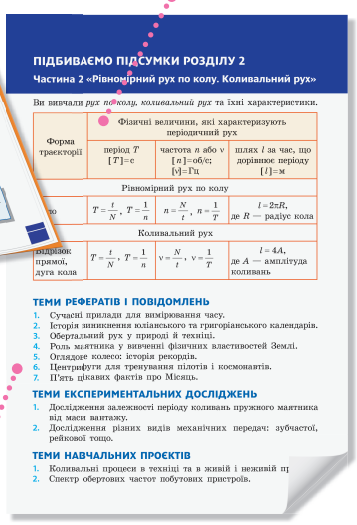
Elméleti kérdések

Tanácsok



Célok és feladatok

Tematikus összefoglaló



Kiegészítő jegyzetek

Feladatok a kritikai gondolkodás fejlesztéséhez

Kutatás alapú feladatok

1. FEJEZET

A TERMÉSZET MEGISMERÉSÉNEK MÓDSZEREI. A FIZIKA MINT TERMÉSZETTUDOMÁNY



Tudjátok, hogyan kell megmérni egy tárgy hosszát? Itt megismerkedhettek egy molekula méretének meghatározásával

Tudjátok, hogyan határozzatok meg egy paralelepipedon térfogatát? Itt megtanulhatod, hogyan mérd meg egy tetszőleges alakzat térfogatát.

Tudjátok, hogy miből áll össze bármelyik anyag? Itt megtanulhatod, hogy miből épül fel a Világegyetem.

rnk.com.ua/
106638

§ 1. FIZIKA — A TERMÉSZET TUDOMÁNYA. FIZIKAI TESTEK ÉS FIZIKAI JELENSÉGEK

A meleg vízben lévő jégkocka megolvad, és a víz lehűl. Ez fordítva nem működik: a jégkocka mérete nem fog megnövekedni, és a víz sem lesz melegebb. Nem számít, milyen jó a fék minősége, időbe telik, amíg a test megáll. Másképp nem megy: azonnali megállás nem lehetséges. A villámcsapást megelőzi a mennydörgést. Más módon nem is történhet: mivel a fény gyorsabb a hangnál. S hogy miért nem történhet másképp? Arra a fizika tudja a választ! Lépjünk be tehát tehát a fizika világába!

1. Csodák vagy természeti törvények?

Képzeld el, hogy egy tollat leejtesz a padlóra. Mi ebben a különös? Ha ezt a műveletet akár 1000-szer is megismétled, a toll újra leesik — soha nem fog felrepülni. Tehát felfedeztünk egy szabályszerűséget. Íme egy másik szabályszerűség: a Nap kivétel nélkül minden reggel a horizont fölé emelkedik.

Minden, ami a természetben történik, meghatározott szabályokat követ. Ezeket a szabályokat a természet törvényeinek nevezzük. A természet törvényeinek és alkalmazásuknak tanulmányozása áll a most induló fizika tanórák középpontjában.

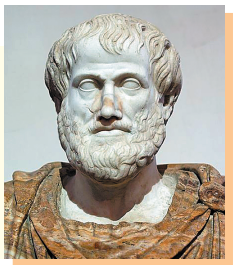


1.1. ábra. A körülöttünk lévő világ megértésére törekedve, az emberek sok kérdést tesznek fel maguknak és keresik azokra a válaszokat

TUDTÁTOK, HOGY...



Az ókori görög filozófust, *Arisztotelészt* (Kr. e. 384–322) tartják a fizika megalapítójának. A mű, amelyben Arisztotelész rendszerezte korának természettudományos ismereteit, a «Fizika» nevet kapta.



2. Hogyan kezdődött az egész?

Az ókorban az embereket elsősorban a személyes szükségleteik motiválták a természet tanulmányozására: az időjárás és a ragadozók elleni védelem-, a termés betakarítása-, az ellenség elől való menekülés stb. Emellett az eredendő kíváncsiságuk arra késztette őket, hogy válaszokat keressenek számos kérdésre (1.1. ábra): hogyan keletkezett a Föld, hogyan repülnek a madarak? Honnan származik maga az ember? Így kezdett kialakulni a ma ismert természettudomány, amelyet *természetismeretnek* nevezünk. Idővel az ismeretek mennyisége nőtt, és az egységes «természettudomány» kezdett különálló tudományágakra szétválni (1.2. ábra).



1.2. ábra. Fizika, kémia, földrajz, biológia, az orvostudomány a természettudományokból erednek

3. Miért a fizika az egyik legfontosabb természettudomány?

Először is, a fizika azokat a legáltalánosabb törvényszerűségeket tanulmányozza, amelyek meghatározzák a legkülönbözőbb objektumok szerkezetét és működését, az óriáscsillagoktól az atomokat alkotó apró elemi részecskékig.

Másodszor, a természet törvényei az alapját képezik minden természettudománynak. Például, a csillagászatban a természeti törvények magyarázzák a fény okát és a csillagok felépítését. A kémiában a fizika az, ami megmagyarázza az irányt, úgy, mint a kémiai reakciók irányát. De a fizikai kutatások gyakorolták a legnagyobb hatást a technológia fejlődésére. Orvosok, építészek, villamosmérnökök, gépészmérnökök stb. olyan eszközöket és technológiákat használnak, amelyek alkalmazását a fizika törvényeinek az ismerete tette elérhetővé.

A fizika mint tudomány sikerét elősegítette, hogy megteremtette saját nyelvét, a fizika nyelvét, amelyet a világ különböző részein egyformán értenek. Kezdjük a tanulást azzal, hogy meghatározzuk, mi is a fizika.

Fizika — természettudomány, amely a természeti jelenségek legáltalánosabb törvényeit, az anyag* tulajdonságait és felépítését, valamint mozgásának törvényeit tanulmányozza.

4. Mik a fizikai testek és a fizikai jelenségek?

Minden fizikai test (1.3. ábra) egy *anyagból vagy anyagok keverékéből* áll — vas, víz, műanyag, levegő stb.



1.3. ábra. Példák a fizikai testekre

Hozz fel példákat, olyan fizikai testekre, amelyek a következőkből állnak: víz, fa, műanyag.



A természetben bekövetkező változásokat *természeti jelenségeknek* nevezzük (1.4. ábra). Annak érdekében, hogy az összetett természeti jelenségek megérthetővé váljanak, a tudósok úgy tekintenek rájuk, mint **fizikai jelenségek összességére** — *ezek olyan jelenségek, amelyek a megfelelő fizikai törvényekkel leírhatóak*.



1.4. ábra. Példák természeti jelenségekre

* *Anyag (matéria)* — minden, ami az Világegyetemben létezik. A 4. §-ban többet megtudhatsz arról, hogy mi is az anyag.

A vihar például a villámlás (elektromágneses jelenség), a mennydörgés (hangjelenség), a felhőmozgás, a lehulló esőcseppek (mechanikai jelenségek) stb. kombinációjának tekinthető (1.5. ábra).

Nézzétek meg a táblázatot (a felosztás némileg véletlenszerű: a fényjelenségek az elektromágneses jelenségek speciális esetei). Mi lehet közös egy műhold indítása, egy ló futása és a Föld forgása között? A válasz egyszerű. Mindezek a jelenségek *mechanikusak*, és ugyanazok a törvények írják le őket — a *mechanikai mozgás törvényei*.

Fizikai jelenségek	Példák
Mechanikai jelenségek	Egy műhold indítása, egy kő lezuhanása, egy ló futása, a Föld forgása a Nap körül
Hőjelenségek	A víz fagyása, a hó olvadása, az ételek melegítése, az üzemanyag égése a motorban
Elektromágneses jelenségek	Villámcsapás, hajszálak elektromozódása, mágnesesség
Fényjelenségek	A villanykörte izzása, Nap- és Holdfogyatkozás, szivárvány

Íme egy másik példa. Amikor leveszitek a pulóvereteket, valószínűleg észrevettétek már, hogy milyen apró szikrák keletkeznek. Nemcsak ezek a szikrák, hanem az elektromos hegesztés vakító villanásai és a villámlás erőteljes kisülése is ugyanúgy *elektromágneses jelenségek*,



1.5. ábra. Összetett természeti jelenség — a vihar — eltérő fizikai jelenségek együttese



1.6. ábra. Példák a fizikai jelenségekre

és ezért ugyanazok a törvények érvényesek (1.6. ábra). Ezeknek a veszélytelen szikráknak a tanulmányozása segíti a tudósokat a villámvédelmi rendszerek létrehozásában és a legújabb elektromos hegesztési technológiák kifejlesztésében.

KUTATÁS

Amire szükséged lesz: egy mobiltelefon, amely nem rendelkezik internetkapcsolattal. A telefon segítségével mutass be legalább 3 fizikai jelenséget.



HOGY IS VAN VALÓJÁBAN?



A műholdfelvételeken például kisvárosok láthatók (a Föld felszínétől mért távolság kb. 100 km). Harkivból azonban lehetetlen látni Poltavát, Kijevből Zsitomirt, Lvivből pedig Ternopilt, pedig a távolság mindegyik esetben kevesebb, mint 150 km. Az egyik újságíró szerint a régiók határain lévő felhők jelentik az akadályt, egy másik szerint a városfejlesztés, egy harmadik szerint pedig a Föld alakja az ok. Szerintetek kinek volt igaza?

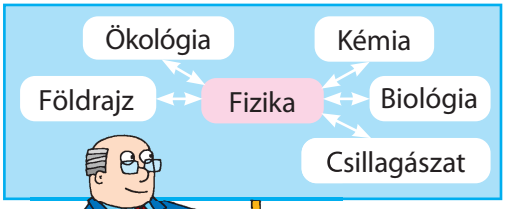


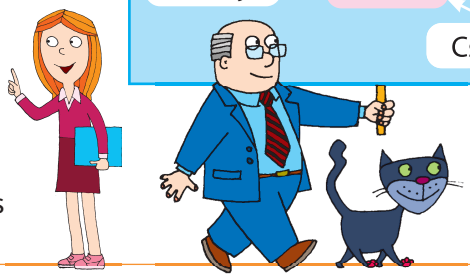
ÖSSZEGZÉS

FIZIKA — természettudomány, amely a természeti jelenségek legáltalánosabb törvényeit, az anyag tulajdonságait és szerkezetét, valamint mozgásának törvényeit tanulmányozza.

Természeti jelenség — a természetben végbemenő bármely változás.

Fizikai jelenség:
- ✓ hő
- ✓ fény
- ✓ mechanikai
- ✓ hang
- ✓ elektromágneses









ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Hozz fel példákat a fizikai testekre. Határozd meg az ezeket a testeket alkotó anyagok halmazállapotát. **2.** Mondj példákat a fizikai jelenségekre: az elektromágneses-, hő-, fény-, mechanikai- és hangjelenségekre. **3.** Mit tanulmányoz a fizika? **4.** Miért a fizika az egyik legfontosabb természettudomány? **5.** Érvelj amellett, hogy a fizika a technológia alapja.



GYAKORLAT № 1

1. Nevezd meg a következő testeket alkotó anyagokat: tankönyv, ceruza, labda, üveg, autó.

2. Derítsd ki, hogy mi a «fizika» szó elsődleges jelentése.

3. Keress példákat a mondatban szereplő fizikai testre, anyagra, fizikai jelenségre. Töltsd ki a táblázatot*.

A kislány egy pohár gyümölcslébe jégkockákat tett, s majd annyira belefeledkezett a barátaival való beszélgetésbe, hogy észre sem vette, hogy a jég elolvadt.

Fizikai test	Anyag	Fizikai jelenség

4. Határozd meg a mondatokban szereplő fizikai jelenségeket.

A húsdaráló csigája forog. A zöldségek forrósodnak a grillen. Egy felhőtlen napon az ég délben kék.

5. Milyen fizikai jelenségek «láthatóak» az alábbi természeti jelenségekben: eső; szél; vulkánkitörés; árvíz; lavina; csillaghullás?

6. Mondj példákat a fizikai ismeretek mindennapi életben való alkalmazására.

* Érdemes az ilyen típusú táblázatokat a jegyzetfüzetbe átmásolni a tankönyvből. A táblázatban lévő sorok számát pedig rendszerint növelni szükséges.

Kulcsfogalmak

Fizika • Fizikai test • Fizikai jelenség • Anyag

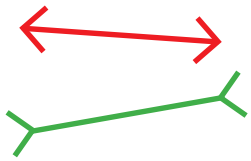


rnk.com.ua/
106640

§ 2. A TERMÉSZETI TÖRVÉNYEK KUTATÁSÁNAK KÍSÉRLETI ÉS ELMÉLETI MÓDSZEREI

Új ismeretekre tehetsz szert, mikor megfigyeled a körülötted lévő világot. Például felfedezhetted már, hogy a Nap minden este lenyugszik és reggel felkel, hogy szélcsend idején a kémény füstje felszáll, hogy a napsugarak melegítik a Földet, és hogy egy jégkocka lehűti a kezed. A tudósoknak vajon hogyan sikerül új ismereteket szerezniük az őket körülvevő világról? Milyen módszereket alkalmaznak?

KÉRDÉSEK MEGVITATÁSRA. Tekintsetek az alábbi szakaszokra. Melyik szakasz a rövidebb a megfigyeléseid alapján?



1. Miért érdemes kísérleteket végezni?

A kérdésre a válaszadást először *megfigyeléssel* kezdtétek, és valószínűleg arra a következtetésre jutottatok, hogy a piros vonal rövidebb, mint a zöld. Most mérjétek meg a szakaszok hosszát egy vonalzóval. Az eredmények azt mutatják, hogy a szakaszok hosszai megegyeznek.

Láthattátok tehát, hogy a megfigyelés téves következtetésekhez vezethet. Ezért a tudósok *kísérleteket* végeznek, hogy ellenőrízhessék a megfigyelésekből nyert információkat.

Kísérlet (kísérleti kutatás) — egy fizikai jelenség vizsgálata a kutató által ellenőrzött körülmények között, mérésekkel egybekötve.

2. Melyek az új ismeretek megszerzésének főbb fázisai a fizikai kutatás során?

Fizikai kutatás — a fizikai testekkel vagy jelenségekkel kapcsolatos új ismeretek céltudatos megszerzése.

Az 5. osztályban már végezhettetek néhány tudományos kutatást, így tudhatjátok, hogy egy kutatásnak meghatározott szakaszai vannak. Nézzük meg ezeket részletesebben.

*A fizikai kutatás főbb fázisai**

1. Fázis Megfigyelés.

2. Fázis A megfigyelés során szerzett információk elemzése.

3. Fázis A jelenséget döntően befolyásoló tényezők azonosítása.

4. Fázis A jelenség modellezése. Számítások elvégzése.

5. Fázis A vizsgált jelenséggel kapcsolatos hipotézis (feltételezés) megfogalmazása.

6. Fázis Kísérlet egy hipotézis ellenőrzésére.

7. Fázis A kísérlet eredményeinek feldolgozása (szükség esetén számítások elvégzése).

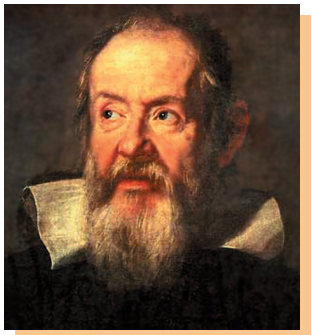
8. Fázis Következtetések levonása és új ismeretek szerzése.

Minden természettudós áthalad ezeken a fázisokon a kutatásai során.

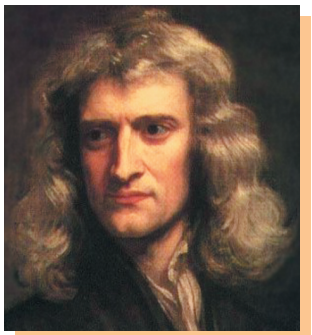
Az új ismeretek megszerzésének fázisai a fizikai kutatás során egy ismétlődő elemekből álló spirálként ábrázolhatók (2.1. ábra).



2.1. ábra. Az új tudás elsajátításának fázisai



2.2. ábra. Galileo Galilei (1564–1642)

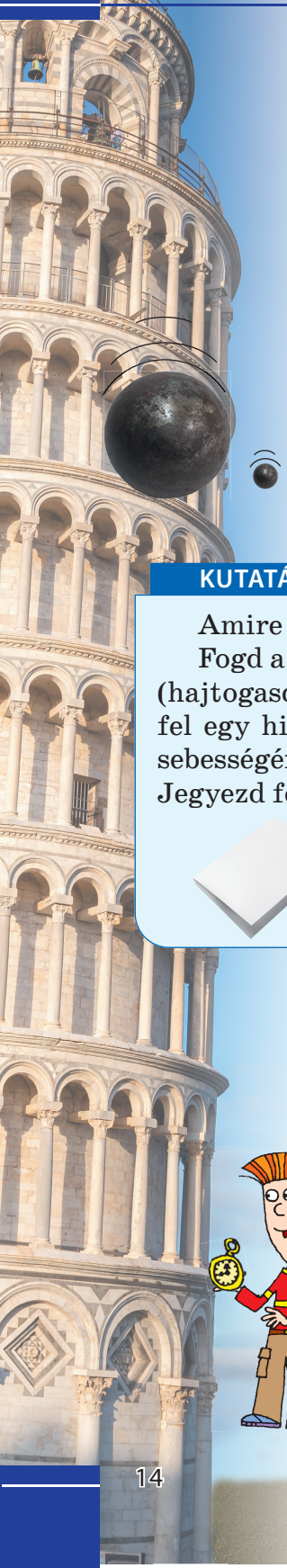


2.3. ábra. Isaac Newton (1642–1727)

3. Milyen módszerekkel vizsgálják a természet törvényeit?

A természeti törvények tanulmányozásának és az új ismeretek megszerzésének fő módszerei a **kísérleti** és az **elméleti módszerek**. E módszerek megjelenése két kiemelkedő fizikus nevéhez fűződik: az olasz *Galileo Galilei* (2.2. ábra) és az angol *Isaac Newton* (2.3. ábra) nevéhez. Nézzük meg, hogyan történt ez.

* Megjegyzendő, hogy az alább felsorolt fázisok bármely tudományos kutatás fázisai.



Az ókori görög filozófusok a megfigyeléseik alapján arra a következtetésre jutottak, hogy a nehezebb tárgyak mindig gyorsabban érnek földet, mint a könnyebbek.

Galileo Galilei volt az első, aki megkérdőjelezte ezt a következtetést. Feltételezte, hogy a testek esési ideje nem függ a tömegüktől, és ha nincs légellenállás, akkor minden test egyformán esik.

A legenda szerint a tudós, hogy megerősítse feltételezését, vizsgálatot végzett a híres pisai ferde torony segítségével. A torony tetejéről egy muskétagolyót és egy ágyúgolyót dobott le, amelyek mozgását elhanyagolható mértékben befolyásolta a légellenállás. A kísérletek eredményei megerősítették a tudós hipotézisét: mindkét tárgy szinte egyszerre érte el a földet. *

KUTATÁS

Amire szükséged lesz: több egyforma papírlap.

Fogd a lapokat, és adj nekik különböző formákat (hajtogasd, gyűrd össze stb.), kivéve egyet. Állíts fel egy hipotézist ezeknek a testeknek a zuhanási sebességéről. Kísérleti úton ellenőrizd a hipotézist. Jegyezd fel az eredményeket.

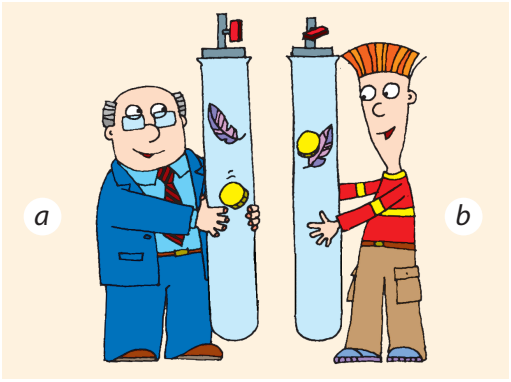


Isaac Newton pontosabb kísérleteket végzett (2.4. ábra). Newton azonban nem szorítkozott arra, hogy megerősítse Galilei következtetéseit. Az adatok elemzése és a szükséges számítások elvégzése, azaz **elméleti kutatások** lefolytatása után Isaac Newton felvetette, hogy a testek Földre esése és a Naprendszer bolygóinak Nap körüli forgása ugyanazon a törvényen alapszik. Ennek az állításnak az alátámasztására a tudós ismét a matematikához fordult. Ennek eredményeként Newton felfedezte a *gravitáció törvényét,* **új ismereteket** teremtve.

* Galilei kutatásairól bővebb információt a tankönyv digitális interaktív mellékletében találhattok.

Találjatok adatokat a 14. oldalon található szövegben a fizikai kutatás fő fázisainak alátámasztására. Melyik vizsgálati módszert alkalmazzák minden egyes fázisban — az elméletit vagy a kísérletit?





2.4. ábra. Kísérletek a Newton-féle ejtőcsővel: egy üvegcsőbe egy érmét és egy madártollat helyeztek. A testek egyszerre kezdtek el esni, viszont légellenállásának köszönhetően a toll «lemaradt» (*a*). A levegőt kiszivattyúzták a csőből — a testek egyszerre érték el a cső alját (*b*)

HOGY IS VAN VALÓJÁBAN?



Az interneten található egy kísérletről szóló beszámoló, amelyet David Scott amerikai űrhajós végzett az Apollo 15 küldetés során. A harmadik holdraszállás végén az űrhajós egyszerre dobott le egy nehéz kalapácsot és egy könnyű tollat. Bejegyzésénél egy hozzászóló azt állította, hogy a toll esett le először, mert a Holdon nincs levegő. Egyetértesz-e az állításával? Mi az igazság?



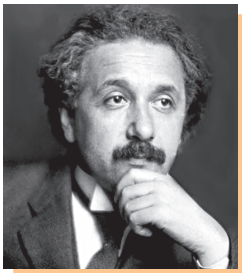
4. Mi a fizika szerepe az Világegyetem tanulmányozásában?

Felsoroljuk az ismert tényeket, majd elemezzük, hogy a fizika hogyan segít kialakítani a világegyetemről alkotott modern elképzeléseket.

A Naprendszer harmadik bolygóján élünk, amely rendszer közepén maga a Nap áll. A Naprendszer egy olyan bolygórendszer, amely a Tejútrendszer (vagy Tejút) peremén helyezkedik el. A Világegyetem látható részén sok ilyen csillaghalmaz — galaxis — található. A galaxisokban a Naphoz hasonló csillagok, vörös óriások, fehér törpék, fekete lyukak és más kozmikus objektumok találhatók.

Vajon a fizika részt vesz-e ezen ismeretek létrehozásában? Teljes mértékben!

A gravitációs törvény lehetővé tette a Naprendszerben lévő bolygók keringési pályáinak kiszámítását. Ezeket az adatokat távcsövek segítségével ellenőrizték és műholdas mérésekkel megerősítették. Mind a távcsövek, mind a műholdak fizikai törvények alapján lettek létre-



2.5. ábra.
Albert Einstein
(1879–1955)

hozva és aszerint működnek. A csillaghalmazok és azok részeinek egymásra gyakorolt hatásainak elméleti leírása a neves fizikus, *Albert Einstein* által megalkotott általános relativitáselméleten alapul (2.5. ábra).

A csillagok és csillaghalmazok sugárzásainak elemzése nagy jelentőséggel bír az Univerzum tanulmányozásában, amely a fizika törvényeinek ismerete nélkül lehetetlen. Így tanulmányozzák a «Teremtés Oszlopait», azokat a gázfelhőket, amelyekből később csillagok születnek (lásd az 1. §-hoz tartozó szócikket).

TUDTÁTOK, HOGY ...



A Nagy Hadronütköztető (lásd a 2. §-nál lévő képet) egy akkora méretű gyűrű, amelyen belül Boriszpil városa elhelyezhető. Nagyjából 10 000 szakember dolgozik itt. A kísérletek elvégzéséhez az ütköztetőnek körülbelül annyi elektromos energiára van szüksége, mint egy nagyvárosnak. Az ezen az óriáson végzett kutatások lépésről lépésre új adatokat szolgáltatnak a tudósoknak az anyag szerkezetéről.

ÖSSZEGZÉS

FIZIKAI KUTATÁS — a fizikai testekkel vagy jelenségekkel kapcsolatos új ismeretek céltudatos megszerzése.

Kísérlet — egy fizikai jelenség vizsgálata a kutató által ellenőrzött körülmények között, mérésekkel egybekötve.

A FIZIKAI KUTATÁSOK FŐBB MÓDSZEREI



- **Kísérleti**
  - Megfigyelés
  - Kísérlet
- **Elméleti**
  - Modellezés
  - Matematikai számítások
  - Hipotézis
  - Eredmények elemzése



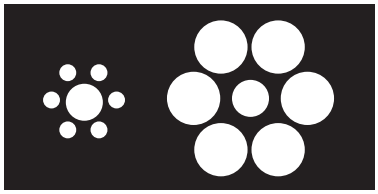




ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Mi az a kísérlet? **2.** Mi a különbség a megfigyelés és a kísérlet között? **3.** Melyek a fizikai kutatás főbb fázisai? **4.** Nevezzétek meg a fizikai kutatás főbb módszereit. Mondjatok rá példákat. **5.** Kik azok a tudósok, akikhez a természeti törvények kutatásának modern módszerei köthető? **6.** Mi a fizika jelentősége a Világegyetemről alkotott elképzelések fejlődésében?

GYAKORLAT № 2



1. Melyik kör nagyobb az ábrán a kis körökkel- vagy a nagy körökkel körülvett? Milyen kutatási módszerrel lehetne ezt kideríteni?

2. A tudományban a következő fogalmakat különböztetjük meg: 1) a mindennapi életben megfigyelt jelenség; 2) kísérleti tény; 3) hipotézis. Határozd meg, hogy az alábbi állítások melyik fogalomhoz tartoznak:

a) légellenállás hiányában minden test ugyanabból a magasságból ugyanannyi idő alatt esik le;

b) a különböző tömegű testek esési sebességének különbsége valószínűleg alégellenállásnak köszönhető;

c) a kezekből elengedett test lezuhan.

3. A kipufogógázok környezetre gyakorolt káros hatásainak csökkentése érdekében a tudósok bizonyos számításokat végeztek, és új üzemanyagellátási rendszert javasoltak egy gépjármű motorjának. Hogy megtudják, mekkora lenne a motor húzóereje, a rendszert egy speciális próbapadon tesztelték. Melyik esetben végeztek a tudósok kísérleti, és melyik esetben elméleti vizsgálatot? Indokold a válaszodat.

4. Prezentáció vagy illusztráció formájában mutasd be a fizikai kutatás főbb fázisait.

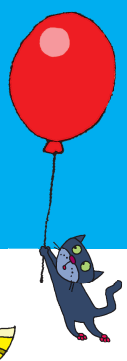
Kulcsfogalmak

Fizikai fogalmak • Megfigyelés • Kísérlet • Fizikai kutatás módszerei



§ 3. FIZIKAI MENNYISÉGEK ÉS MÉRÉSÜK

Mit gondolsz, milyen gyakran végeznek méréseket az emberek? Mennyire fontos, hogy helyesen tudják elvégezni azokat? Milyen következményekkel számolhatunk, ha a mérési eredmények tévesek? E kérdések megválaszolásához gondolj néhány olyan eszközre, amelyeket te és a családod szinte minden nap használtok: óra, mérleg, hőmérő, sebességmérő, nyomásmérő... Reméljük, rájöttél, hogy ezt a részt alaposan át kell tanulmányoznod!

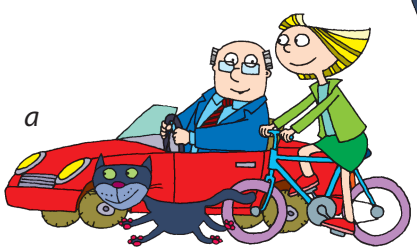


1. Mit nevezünk fizikai mennyiségnek?

1. feladat A 3.§-hoz tartozó képen két mozgásban lévő autó sebességmérője látható. Határozd meg az egyes autók sebességét.

A *sebesség egy példa a fizikai mennyiségre*. Ez a mennyiség a testek mozgását jellemzi (3.1. ábra, *a*).

2. feladat Határozd meg a gerenda hosszúságát l, szélességét d és magasságát h a 3.2. ábrán látható vonalzók segítségével, és számítsd ki annak térfogatát.



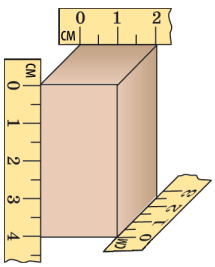
3.1. ábra. A testek mozgásának jellemzésére a *sebesség fizikai mennyiségét* használjuk *(a)*; a testek azon tulajdonságának jellemzésére, hogy a tér egy bizonyos részét elfoglalják, a *térfogatot* használjuk *(b)*



Help

Egy adott test térfogata a következő képlettel határozható meg

$$V = l \cdot d \cdot h$$



3.2. ábra

A *térfogat egy példa a fizikai mennyiségre*. Ez a mennyiség a testek azon *általános tulajdonságát* írja le, hogy a tér egy bizonyos részét elfoglalják. Természetesen a testek térfogata nagyban változhat (3.1. ábra, *b*).

Fizikai mennyiség — egy test vagy fizikai jelenség mennyiségileg meghatározható jellemzője.

A térfogat és a sebesség nem az egyetlen fizikai mennyiség, amellyel a fizika foglalkozik. A mindennapi életben is számos fizikai mennyiséggel van dolgunk: hossz, terület, tömeg, idő, út, hőmérséklet, nyomás stb.

Milyen fizikai mennyiséget mér az ember megfázáskor?



2. Hogyan kell helyesen felírni egy fizikai mennyiség értékét?

Az áttekinthetőség kedvéért minden fizikai mennyiséget egy szimbólummal (a latin vagy görög ábécé egy betűjével) jelölnek, például a térfogatot a V, az időt a t, a sebességet pedig a v szimbólummal.

Ha egy *fizikai mennyiség értékét írjuk* le, meg kell adnunk a **jelölését, a számértékét és az egységét.**

Az 1. és 2. feladat helyesen leírt eredményeinek így kell kinézniük: $v_1 = 100$ km/h, $v_2 = 40$ km/h; $V = 20$ cm^3.

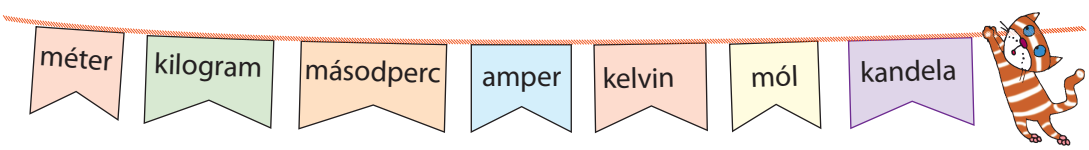
3. Miért nem szoktak a fizikusoklépésekben mérni a távolságot?

A lépés, mint távolságegység kiválasztása nem jó döntés, mert a lépés hossza mindenkinél más és más (3.3. ábra). Ezért érthető, hogy az emberek miért egyeztek meg régóta abban, hogy egyazon fizikai mennyiségeket ugyanazokkal az egységekkel mérik.

Jelenleg a legtöbb országban az 1960-ban bevezetett *Nemzetközi Mértékegységrendszert* — SI-t használják. (lásd 3.4. ábra)



3.3. ábra. Ha egy anya és a fia lépésekben mérik a távolságot, természetesen különböző eredményeket kapnak



3.4. ábra. A Nemzetközi Mértékegységrendszer (SI) alapegységei

A SI-ben a hosszúság mértékegysége a *méter* (m), az idő mértékegysége a *másodperc* (sec), a térfogatot *köbméterben* (m^3), a mozgás sebességét pedig *méter/másodpercben* (m/s) mérik. A többi SI-egységgel később fogsz megismerkedni.

Találjatok ki néhány olyan fizikai mennyiségegységet, amelyek számotokra egyszerűbbek lennének, viszont az emberiség többi részének valószínűleg nem.



4. Miben különböznek a többszörös egységek a törtrészesektől?

A *többszörös és tört mértékegységeket* a fizikai mennyiségek nagy és kis értékeinek kényelmes rögzítésére használják.

Többszörös egységek — olyan egységek, amelyek 10, 100, 1000 vagy annál többször nagyobbak, mint az alapegység.

Törtrészes egységek — olyan egységek, amelyek 10, 100, 1000 vagy többször kisebbek az alapegységeknél.

A többszörös- és törtrészesegységek nevei speciális előtagokat tartalmaznak (lásd a táblázatban). Például a *kilométer* (1000 m) a hosszúság többszörösének, a *centiméter* (0,01 m) a hosszúság törtrész egységének számít.

Az előtagok használata lerövidíti a fizikai mennyiségek írását. Például:

- egy nagy esőfelhő térfogata $V = 32\,000\,000\,000\ m^3 = 32\ km^3$ (vagy $32\,000\,000\,000\,000\ l = 32\ Tl$; $1\ l = 0{,}001\ m^3$);
- egy vízcsepp mérete a felhőben $d = 0{,}0001\ m = 100\ \mu m$.

Előtagok a többszörös- és törtrészegységek megnevezéséhez:

Prefixum (előtag)	A latin vagy görög nyelvből származó jelentés	Jelölés	Szorzó	
tera…	szörny	T	1 000 000 000 000	10^{12}
giga…	gigantikus	G	1 000 000 000	10^{9}
mega…	nagy	M	1 000 000	10^{6}
kilo…	ezer	k	1000	10^{3}
hekto…	száz	h	100	10^{2}
deci…	tíz	d	0,1	10^{-1}
centi…	század	c	0,01	10^{-2}
milli…	ezred	m	0,001	10^{-3}
mikro…	kicsi	μ	0,000 001	10^{-6}
nano…	törpe	n	0,000 000 001	10^{-9}



3.5. ábra. «Ismét megemelkedett a vérnyomásom» — panaszkodik a hölgy, miután megmérték a vérnyomását



3.6. ábra. 2 perc maradt a vonat indulásáig — ezt az időintervallumot az órátok határozza me

5. Hogyan kapjuk meg a fizikai mennyiségek értékeit?

A fizikai mennyiségek értékei *méréssel* határozhatóak meg. (3.5., 3.6. ábra)

A **fizikai mennyiséget megmérni** annyit jelent, mint összehasonlítani a vele azonos nemű mértékkel.

A mérésnek két típusa van: *közvetlen és közvetett*.

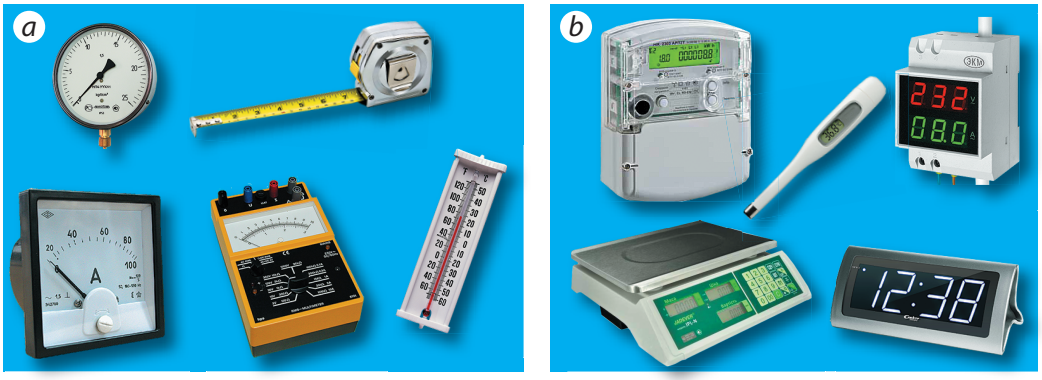
A *közvetlen mérés* során egy fizikai mennyiség kívánt értékét közvetlenül a mérőműszer leolvasásából kapjuk meg (mint az 1. feladatban).

Közvetett mérés esetén egy fizikai mennyiség kívánt értékét egy képlet segítségével határozzuk meg, más fizikai mennyiségek közvetlen mérése során kapott értékeinek felhasználásával. (mint a 2. feladatban)

6. Hogyan határozhatom meg egy skála beosztásértékét?

Napjainkban a tudományban, a technikában és a mindennapi életben egyaránt használnak *digitális mérőkészülékeket*, amelyeknél a mért mennyiség értéke a képernyőn jelenik meg, és olyan mérőkészülékeket, amelyeknél a mért mennyiség értékét a felhasználó egy *skálán* állapítja meg (3.7. ábra). A mérő általában tartalmazza az információt arról, hogy a mért mennyiség értékét milyen mértékegységben jelenítik meg*.

* Figyelj a következőre: a gyártók jelentős része angol nyelven adja meg az egységeket. Például sok sebességmérőn a «km/h» látható.



3.7. ábra. Mérőkészülékek: *a* — skálával ellátott ; *b* — digitális

A mérőműszer két legfontosabb tulajdonsága a skála alapján határozható meg: *a skála beosztásértéke és a méréshatár**. Ezeket a tulajdonságokat figyelembe kell venni a mérés során fellépő hibák elkerülése érdekében.

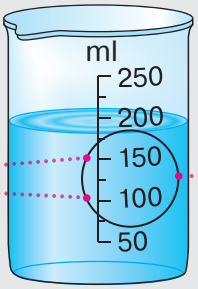
Válassz ki legalább 5 eszközt a 3.7. ábráról. Milyen fizikai mennyiségek mérésére tervezték őket?



A **mérőkészülék beosztásértéke** a készülék legkisebb beosztásának a mértéke.

A mérőműszer beosztásértékét úgy kell meghatározni, hogy:

1) válasszuk ki a skálán lévő két szomszédos értéket és határozzuk meg a különbségüket;
2) számoljuk meg a két szomszédos érték között lévő beosztások számát;
3) a kapott különbséget osszuk el a beosztások számával.



1) 150 ml i 100 ml; 150 ml – 100 ml = = 50 ml;
2) 2 beosztás;
3) 50 ml / 2 = 25 ml.

Tehát, egy skála beosztásértéke: 25 ml.

* A digitális műszereknél a mérési határt a kezelési útmutatóban közlik, vagy a műszer kijelzőjén található speciális kapcsolóval állíthatók be.

KUTATÁS

Amire szükséged lesz: mérőedény; edények vízzel és kölessel (homokkal); egy szilárd anyag; egy fonal.

Mérjétek meg a szilárd anyag és a köles (homok) térfogatát. Elemezzétek a szilárd test térfogatának különböző mérési módszereit. Mikor célszerű használni az egyik vagy a másik módszert?



Egy szilárd anyag térfogatának mérőedény segítségével történő meghatározásához a következőkre van szüksé

1) önts annyi vizet egy V_1 térfogatú mérőedénybe, hogy a vizsgált test elmerülhessen benne, és a víz ne folyjon túl az edény peremén;
2) merítsd a testet egy vízzel teli mérőedénybe, és mérje meg a víz teljes V_2 térfogatát a testtel együtt;
3) a test által kiszorított vízmennyiség kiszámítása a test elmerülése előtti és utáni vízmennyiség mérési eredményeinek különbsége alapján. A test által kiszorított víz V térfogata megegyezik a test térfogatával.

Help

A szilárd testek térfogatának mérésére szolgáló módszert Arkhimédész javasolta az i. e. harmadik században.

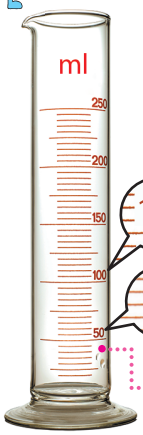
HOGY IS VAN VALÓJÁBAN?



Ivanka azt állítja, hogy nem lehet megmérni egy test térfogatát, ha a test nem fér bele a rendelkezésre álló mérőedénybe. Anton nem ért egyet ezzel, és megoldásokat ajánl a mérés kivitelezésére. Kinek van igaza?

ÖSSZEGZÉS





FIZIKAI MENNYISÉG — a test, illetve a fizikai jelenség mennyiségileg meghatározható tulajdonsága.

Fizikai mennyiséget megmérni — annyit jelent, mint összehasonlítani a vele azonos nemű mértékkel.

Mérőkészülék beosztásértéke — a készülék legkisebb beosztásának a mértéke.

$$C_m = \frac{100\ \text{ml} - 50\ \text{ml}}{10} = 5\ \text{ml}$$



Szimbólum

$$v = 90\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Mérőszám

Mértékegység

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Hozz fel példákat fizikai mennyiségekre. Milyen tulajdonságokkal rendelkeznek a fizikai testek illetve milyen fizikai jelenségek jellemzik őket? **2.** Mit jelent megmérni egy fizikai mennyiséget ? **3.** Sorolj fel olyan előtagokat (prefixumokat), amelyek a többszörös és tört mértékegységnél használhatóak. **4.** Hozz fel példákat a mérőkészülékekre. **5.** Milyen tulajdonságai vannak annak a készüléknek, amelyeket a skála segítségével lehet meghatározni? **6.** Mi a skála beosztásértéke?

GYAKORLAT № 3

1. Add meg méterben a következő fizikai mennyiségeket: 145 mm; 1,5 km; 2 km 32 m.

2. Keresd meg az 1. ábrán látható eszköz mérési felső határát. Határozd meg a készüléknek a skála beosztásértékét.



1. ábra

3. Nevezd meg azokat a fizikai mennyiségeket, amelyek mérőeszközei az 2–4. ábrán láthatóak. Add meg e mennyiségek szimbólumait,s a SI-ben való mértékegységeiket.

4. Keress 2–3 olyan mérőkészüléket az otthonodban, amelyek rendelkeznek skálával. Határozd meg a készülékek méréshatárait és a skála beosztásértékét.

5. Egy kosárlabdapálya hossza 28 m 15 m széles. Határozd meg a területét. Válaszaidat írd fel dm^2-ben és cm^2-ben is.

6. Készíts egy beszámolót a mindennapi életben használt mérőkészülékekről.



2. ábra



3. ábra



4. ábra

Kulcsfogalmak

Fizikai mennyiség • Nemzetközi Mértékegységrendszer (SI) • Közvetett vagy közvetlen mérés • A skála beosztásértéke



rnk.com.ua/
106645

§ 4. A KÜLÖNBÖZŐ MATÉRIAFAJTÁK FOGALMAI. AZ ANYAG SZERKEZETE

Véleményünk szerint egy ügyes kutató mindhárom, a tudósok által ismert matériatípust «megtalálhatja» a 4. paragrafushoz tartozó borítóképen. Teljesítsünk egy küldetést? A paragrafus elolvasását követően a saját opcióitokkal álljatok elő.

1. Milyen anyagfajták léteznek?

Matéria — minden, ami az Világegyetemben a tudtunktól függetlenül létezik. Ez a tág meghatározás lehetővé teszi, hogy a matériára úgy hivatkozzunk, mint összes alkotóelemre, mindazokra, amelyeket a tudomány már ismer, s mindazokra is, amelyeket a jövőben fognak felfedezni. *A matéria első típusa* — az **anyag**, ami már ismerős számotokra.



Milyen anyagokból áll össze a hóember? És mit gondoltok, milyen anyagok találhatóak egy telefonban?



A XIX. században a tudósok felfedezték *a matéria második típusát* is, a **mezőt**. Például az elektromágneses mező (elektromágneses hullámok) segítségével láthatjuk a körülöttünk lévő világot, kommunikálhatunk mobiltelefonon, megállapíthatjuk egy épp utazásban lévő autó koordinátáit.

A XX. század végén a tudósok *egy harmadik anyagtípussal* egészítették ki a listát, a **«sötét anyagnak»** és a **«sötét energiának»*** nevezett anyagi egységekkel. Ezeknek az egységeknek a fizikai természetét még nem sikerült megállapítani.

A fizikusok szerint a sötét anyag biztosan létezik, de nem lehet «látni». A meglévő műszerek alkalmatlanok a megfigyelésre, és új megfigyelési módszereket még nem találtak fel. Tehát várjuk a kutatók új generációját!

---

* A sötét energia kérdésével később még foglalkozunk, miután megismerkedtünk az «energia» fogalmával.



Pontosan így nézhet ki ma Herbert George Wells, angol író A láthatatlan ember című fantasztikus regényének hőse. Egy ilyen embert senki sem láthat, de aki a közelben van, az megérintheti, érzékelheti a nyomokat, amelyeket egy puha felületen hagy, és végül a ruháján keresztül meg lehet találni. Lehet, hogy más módszereket és eszközöket kellene alkalmazni a sötét anyagra, ha a hagyományosak nem működnek?

2. Mi a különbség a mikro-, makro- és megavilág között?

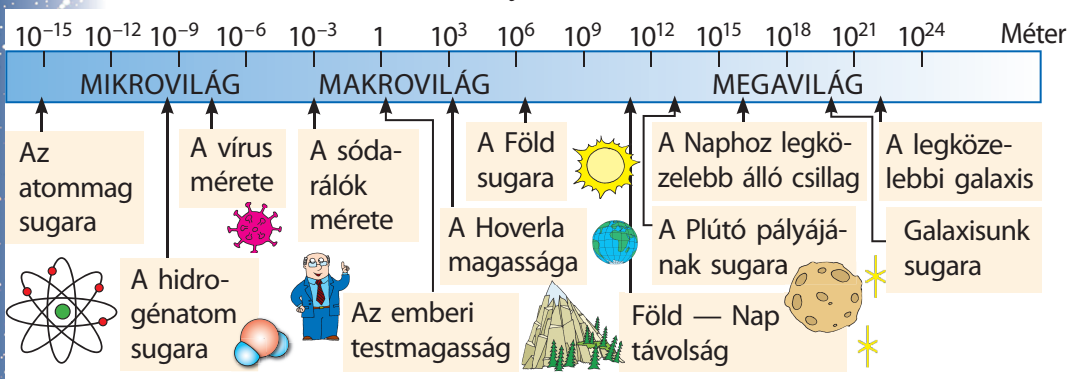
Amióta a fizika létezik, a tudósok egy olyan egyetemes (egyetlen) törvényt próbálnak felfedezni, amely a Világegyetemben lévő összes objektumra vonatkozik. Sajnos ez még nem történt meg. A fizikusok a világegyetemet az objektumok mérete szerint hagyományos részekre osztották; minden ilyen résznek megvannak a maga sajátosságai, és azokat az erre adott szakemberek tanulmányozzák (4.1. ábra).

A számunkra leginkább ismerős méretek a körülöttünk lévő tárgyak méretei: épületek, autók, könyvek… Továbbá repülőgépek, mezők, folyók, hegyek, városok stb. A bolygók, az emberek és az őket körülvevő tárgyak világa — a **makrovilág**.

A csillagok és galaxisok nagyon nagy méretekkel rendelkező világot alkotnak, kilométerekben, fényévekben, parszekekben mérve. Ezért nevezik **megavilágnak**.

Minden anyag nagyon apró részecskékből — atomokból és molekulákból — áll. Az elemi részecskék világát, melyek az atomokat alkotják — **mikrovilágnak** nevezzük.

Hangsúlyozzuk, hogy ez a felosztás kizárólag feltételekhez kötött. Lényegében a mega-, makro- és mikrovilágok egyetlen univerzumot alkotnak, amelyben élünk.



4.1. ábra. A Világegyetem mérettartománya

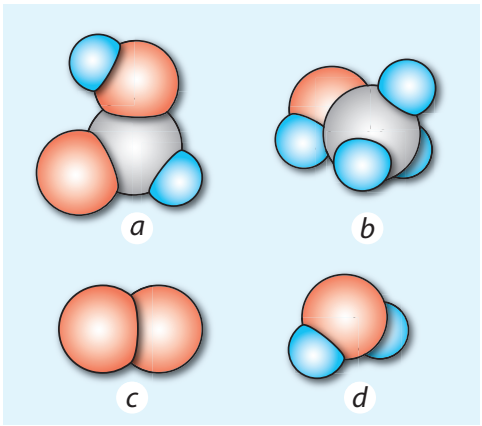
3. Mi a különbség az atomok és a molekulák között?

Minden anyag meghatározott molekulákból és csakis azokból áll. Mielőtt megismernénk a molekulák szerkezetét, nézzük meg az ukrán ábécét. Mindössze 33 betűből áll, de több ezer szót lehet belőlük alkotni. Húzzunk egy párhuzamot: egy betű egy atom, egy szó egy molekula. Minden szó a betűk egy adott kombinációja. Hasonlóképpen, *minden molekula — az atomok egy adott kombinációja*.

Ezt a párhuzamot használva nézzünk meg két különböző molekulát — a hangyasavat és a metanolt (4.2. ábra, *a*, *b*). A hangyasav molekulája egy 5 betűs szónak felel meg, a metanol molekulája pedig egy másik 6 betűs szónak. Így *minden új atomkombináció egy új molekulának felel meg*.

Hányféle atomot tartalmaz minden molekula a 4.2. ábrán? Hány atom van az adott molekulákban?





4.2. ábra. Néhány anyag molekuláinak sematikus ábrázolása: *a* — hangyasav ($HCOOH$); *b* — metanol (CH_3OH); *c* — oxigén (O_2); *d* — víz (H_2O). A kék golyók a hidrogénatomok-, a szürke — a szénatomok-, a piros — az oxigénatomok modelljei

Állhat-e egy molekula azonos atomokból? Lehetnek-e különböző molekuláknak azonos számú atomjai?

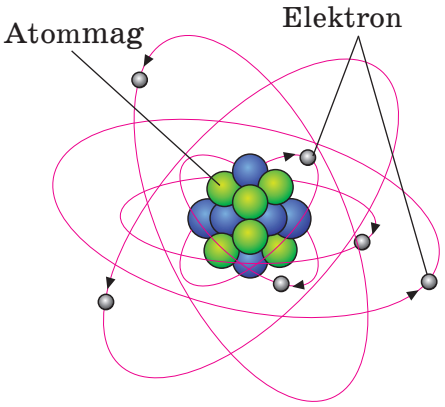


Így a tudomány által ismert 118 atomtípusból (2024 májusában) milliónyi különböző molekula állítható össze, és ennek megfelelően milliónyi különböző anyag nyerhető.

4. Milyen kicsi egy atom és hogyan épül fel?

A mikrovilág tárgyainak ismertetésekor a tudósok olyan számokat használnak, amelyek jelentősen eltérnek azoktól, amint amilyeneket az emberek a mindennapi életben használnak. Például *egy atom mérete körülbelül* 0,000 000 000 1 m. Hogy szemléltessük, milyen kicsi is ez az érték, hozzunk fel egy példát.

Ha a 2 mm sugarú fémgömböt alkotó összes atomot egymás után helyezzük, akkor egy olyan hosszú láncot kapunk, mint a Föld és a Nap távolsága.



4.3. ábra. Az atom bolygómodellje. Valójában az atommag és az elektronok közötti távolság 100 000-szerese az atommag méretének

Atommag Elektron Az atom, akárcsak a molekula, összetett felépítésű. Az atom egy atommag, amelyet *elektronoknak* nevezett könnyű részecskék vesznek körül. Az atommag átmérője sokkal kisebb, mint maga az atom átmérője — körülbelül annyival, amennyivel egy borsó mérete kisebb egy futballpálya méreténél.

Az atom belső szerkezete vizuálisan nem írható le, így az atomban történő folyamatok megértésére jöttek létre az atom fizikai modelljei, mint például az *atom bolygómodellje*. (4.3. ábra)

TUDTÁTOK, HOGY...



Körülbelül 20 évvel ezelőtt megalkották a világ legkisebb «autóját», a nanoautót. Ez valóban nagyon kicsi, hiszen mindössze egyetlen molekulából áll, de rendelkezik egy igazi autó minden tulajdonságával: először is kerekei vannak, és képes mozogni, amikor 200 °C-os aranyfelületre helyezik. Az ötlet felkeltette más kutatók érdeklődését is, és elkészítették a második és harmadik «modellt», sőt később versenyt is rendeztek a kifejlesztett nanoautóknak.

5. Lehet-e búvóhelyet találni a molekulák (atomok) között?

Mit gondoltok, ha 100 ml vizet és 100 ml alkoholt összekeverünk, mekkora lesz a keverék térfogata? Valójában kevesebb, mint 200 ml lesz! Ennek az az oka, hogy *a molekulák között terek vannak*, és a folyadékok keverésekor a vízmolekulák az alkoholmolekulák közötti terekbe kerülnek, és ugyanez történik fordítva is.

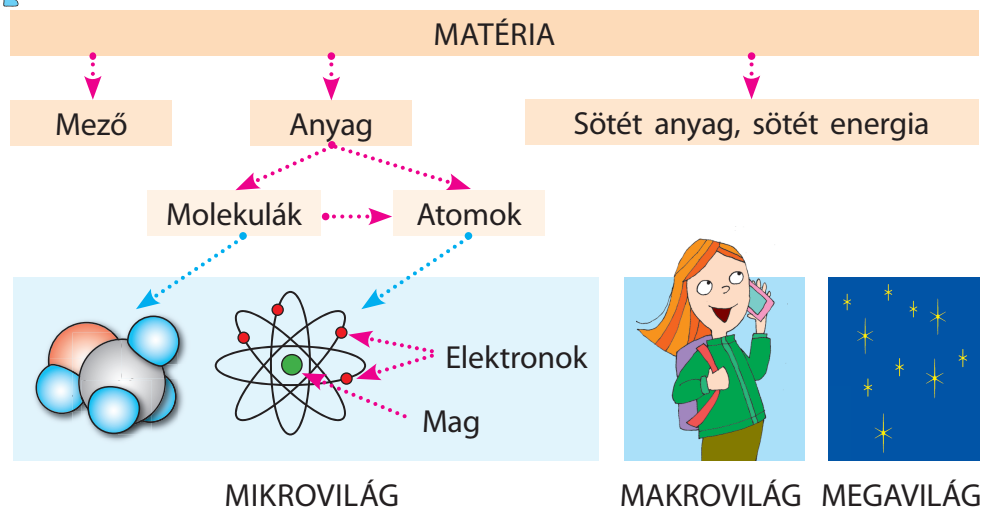
KUTATÁS

Amire szükséged lesz: egy átlátszó pohár; fél csésze köles; fél csésze borsó.

Szimuláljátok a víz és az alkohol keverésének kísérletét. Ehhez töltsd meg a poharat félig kölessel, a tetejére pedig borsót. Zárd le a poharat a tenyereddel, és jól rázd össze. Fűzz megjegyzést a kapott eredményhez.



ÖSSZEGZÉS



ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Mi az a matéria? **2.** Milyen matériafajták léteznek? **3.** Mi a különbség a mikro-, makro- és megavilág között? **4.** Hányféle atomot ismer a tudomány? **5.** Mivel magyarázható el az a tény, hogy millióny különböző anyag létezik? **6.** Mit tudtok az atomok és molekulák méretéről? **7.** Melyik kísérlet bizonyítja, hogy egy anyag részecskéi között tér van?

GYAKORLAT № 4

1. Megváltoztathatjuk-e egy test térfogatát anélkül, hogy a benne lévő molekulák számát megváltoztatnánk? Ha igen, hogyan?

2. Számítsátok ki, hány molekula helyezhető el egy 0,5 mm hosszúságú szakaszon. Vegyétek figyelembe azt, hogy egy molekula átmérője 0,000 000 000 1 m.

3. A víz felszínén egy 0,005 mm^3 térfogatú olajcsepp által képzett réteg területe nem lehet nagyobb 50 cm^2-nél. Milyen következtetést vonhatunk le az olajmolekulák méretére vonatkozóan?

Kulcsfogalmak

Matéria • Mikro-, makro-, megavilág • Molekulák • Atomok



rnk.com.ua/
106646

§ 5. AZ ANYAG RÉSZECSKÉINEK MOZGÁSA ÉS KÖLCSÖNHATÁSA

A kutatók több milliárd éves meteoritokat találtak. És ez idő alatt a meteoritok szinte változatlanok maradtak, és nem bomlottak szét egyes molekulákra. Mi akadályozza meg, hogy a meteoritok és más fizikai testek molekulákra bomoljanak? Erre és sok más kérdésre is választ találsz ebben a paragrafusban.

1. Vannak-e általános tulajdonságai az atomoknak és molekuláknak?

Folytassuk a mikrovilág megismerését. Azt a gondolatot, hogy az anyag apró testekből — atomokból (görögből fordítva «oszthatatlan») — áll, az ókori görög filozófus, Démokritosz (kb. i. e. 460–370) fejtette ki majdnem 25 évszázaddal ezelőtt. Ma már számos bizonyítékunk van az atomok és molekulák létezésére, sőt, még képek is léteznek az egyes atomokról. De aztán Démokritosz gondolata egyszerűen feledésbe merült. Csak a 19. században kezdődtek intenzív kutatások, és született meg **a molekuláris kinetikai elmélet (MKE)**.

Az MKE-t később részletesen tanulmányozni fogod, de most fogalmazzuk meg az *MKE három fő tételét*.

A molekuláris kinetikai elmélet alapelvei

1. *Minden anyag részecskékből (molekulákból, atomokból) áll; a részecskék között tér van.*

2. *Az anyag részecskéi folytonos kaotikus («rendszertelen») mozgásban vannak; ezt a mozgást termikus- vagy hőmozgásnak nevezzük.*

3. *Az anyag részecskéi folyamatos kölcsönhatásba vannak egymással (vonzzák és taszítják egymást).*

2. Milyen tények támasztják alá az anyagrészecskék folytonos kaotikus mozgását?

Ötödik osztály óta már ismerős számotokra a *diffúzió* folyamata (a latin *diffusio* — terjedés, szétszóródás). Idézzük fel a definícióját.

A **diffúzió** egy anyag molekuláinak önálló behatolása egy másik anyag molekulái közötti résekbe, ami az érintett anyagok keveredését eredményezi.

A diffúziót az anyagrészecskék (molekulák, atomok) *folytonos kaotikus mozgása* okozza. Ez a mozgás lehetővé teszi az anyagok keveredését külső beavatkozás nélkül.

Támasszuk ezt alá egy kísérlettel. Öntsünk réz-szulfát vizes oldatát egy átlátszó edénybe vízzel úgy, hogy a folyadékok ne keveredjenek (5.1. ábra). Kezdetben világos határvonalat fogunk megfigyelni a víz és az oldat között, de miután néhány napig magára hagyjuk az edényt, azt fogjuk látni, hogy az egész folyadék türkizkékre színeződött (5.2. ábra), azaz a folyadékok maguktól összekeveredtek.



5.1. ábra. Egy tölcsér segítségével óvatosan öntsd a réz-szulfát oldatot egy pohár víz aljára



5.2. ábra. A diffúziós folyamat és annak sematikus ábrázolása: két an yhaagtárán az egyik anyag molekulái behatolnak a másik anyag molekuláiz öktöti résekbe, és ennek eredményeként az anyagok idővel teljesen összekeverednek

Hozz fel példákat az emberi életben és a technológiában lévő diffúzió alkalmazására. Bizonyítsd be, hogy a diffúzió a hőmérséklet növekedésével felgyorsul



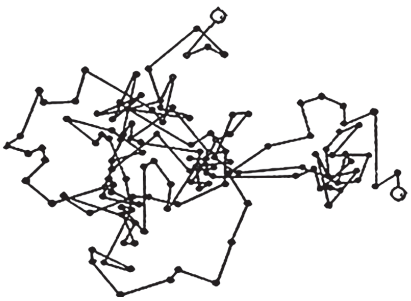
Az anyag részecskéinek folytonos kaotikus mozgását *termikus mozgásnak*, vagyis *hőmozgásnak nevezzük*, ezért természetes, hogy magasabb hőmérsékleten a diffúzió felgyorsul. A kísérletek és a mindennapi tapasztalatok megerősítik ezt a feltételezést.

3. Hogyan bizonyították az atomok és molekulák folyamatos mozgását?

Mintegy 150–200 évvel ezelőtt az anyag atom- és molekulaszerkezete heves viták tárgyát képezte. Az atomizmus győzelmét végül a *Brown-mozgás* igazolása szilárdította meg.

Brown-mozgás — a gázokban és folyadékokban lebegő kis szilárd részecskék szüntelenül zajló, kaotikus mozgása,amelyek a folyadék- vagy gázmolekulák ütközéseinek hatására következnek be és amelyek mikroszkóp alatt jól láthatóak.

A Brown-mozgást *Robert Brown* (1773–1858) skót botanikusról nevezték el, aki ezt 1827-ben elsőként figyelte meg. Amikor mikroszkópon keresztül nézte a vízben lebegő, meglehetősen apró szilárd részecskéket (1 μm-nél kisebb virágporszemek)*, Brown észrevette, hogy azok folyamatosan mozognak (mintha ugrálnának) és folyamatosan változtatják irányukat.



5.3. ábra. Jean Perrin francia fizikus által készített közel ezer diagram egyike. A tudós rendszeres időközönként (1 s) jelölte egy Brown-részecske helyzetét. Ebből kitűnik, hogy a részecske tényleges pályája még több láncszemet tartalmaz

A Brown-részecske viselkedése azzal magyarázható, hogy a folyadékmolekulák kaotikus mozgása miatt a részecske a molekulák véletlenszerű lökéseinek van kitéve. A magyarázat meggyőzőnek tűnik, de nem bizonyíték. 1905–1906-ban *A. Einstein* és egy lengyel fizikus, *M. Smoluchowski* egymástól függetlenül megalkotta a Brown-mozgás matematikai modelljét. A számítások egybeestek *J. Perrin* kísérleteinek eredményeivel (5.3. ábra). Így bebizonyosodott az atomok és molekulák létezése, valamint folytonos kaotikus mozgásuk.

* Az ilyen méretű szilárd részecskét most **Brown-részecskének** nevezzük.

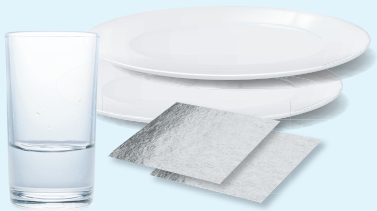
4. Hogyan lehet «meglátni» a molekulák kölcsönhatását?

Megállapítottuk, hogy a molekulák folytonos kaotikus mozgásban vannak. Úgy tűnhet, hogy a molekulák kaotikus mozgásának az összes molekula szétrepüléséhez kellene vezetnie. A szilárd anyagok azonban nem csak,hogy hosszú ideig változatlanok maradnak, hanem éppen ellenkezőleg, erőfeszítést igényelnek ahhoz, hogy megnyúljanak, megtörjenek vagy elszakadjanak. Ennek oka a molekulák közötti vonzásban rejlik. A *molekulák közötti vonzásnak* köszönhető, hogy a szilárd anyagok megtartják alakjukat, a folyadékok cseppekbe gyűlnek (5.4. ábra), a ragasztó a papírhoz tapad, valamint a kifeszített majd elengedett rugó visszatér az eredeti alakjához.



5.4. ábra. Egy lecseppenő vízcseppet a molekulák közötti vonzási erő egy ideig nem hagyja leesni

KUTATÁS



Amire szükséged lesz: két tiszta és száraz, lapos porcelántányér; két kis (kb. 4×5 cm) sima fóliadarab; víz.

Az egyik tányér tetejét az ujjaiddal enyhén vizezd meg. Helyezz egy darab fóliát a tányérra, és óvatosan simítsd el úgy, hogy ne keletkezzenek a légbuborékok.A másik tányéron is helyezd el a fóliadarabot, de ennek a tányérnak a felületét hagyd szárazon, és a ráhelyezett fóliát szintén simítsd el. Próbáld meg lassan vízszintesen mozgatni a fóliadarabokat az ujjaiddal — először az első, majd a második tányéron. Fogalmazz meg egy hipotézist a fóliadarabok eltérő «viselkedésének» okairól.

Gondolj vissza egy olyan helyzetre, amikor hasonló jelenséggel találkoztál.



Ha a molekulák között vonzás van, akkor miért nem válik egy törött csésze egésszé, miután a darabjait összerakjuk? Ennek az az oka, hogy *a molekulák közötti vonzás csak nagyon kis távolságoknál válik érzékelhetővé — olyan távolságoknál, amelyek maguknak a molekuláknak a méretéhez hasonlíthatók*. Amikor a pohár darabjait összerakjuk, a felületek egyenetlensége miatt ilyen kis távolságokon kis számú molekula kerül egymáshoz. A többi molekula közötti távolság pedig akkora marad, hogy alig lépnek kölcsönhatásba egymással.

KUTATÁS

Amire szükséged lesz: egy érme; egy műanyag palack, amely színültig tele van vízzel.

Próbáld meg összenyomni az érmét, majd próbálj meg összenyomni egy csordultig vízzel tele zárt műanyag palackot. Fogalmazzatok meg egy hipotézist, amely megmagyarázza a kísérlet eredményét.



A molekulák nemcsak vonzzák egymást, hanem taszítják is egymást. A folyadékokban és szilárd anyagokban a vonzást általában ellensúlyozza a taszítás. Ha azonban egy folyadékot vagy szilárd anyagot összenyomunk, a molekulák közötti távolság csökken, és a molekulák közötti taszítás erősebbé válik, mint a vonzás.

HOGY IS VAN VALÓJÁBAN?



A blogger egy riportjában elmagyarázta hallgatóinak, hogy egy vonalzó két darabjából külső segítség nélkül nem lehet egyetlen egészet alkotni, mivel a vonalzó molekuláira taszító erők hatnak. Egyetértesz-e a blogger véleményével?



ÖSSZEGZÉS

A molekuláris kinetikai elmélet alapelvei

1. Minden anyag részecskékből (molekulákból, atomokból) áll; a részecskék között tér van

2. Az anyag részecskéi folytonos kaotikus mozgásban vannak

3. Az anyag részecskéi kölcsönhatásba vannak egymással

Diffúzió — az egyik anyag molekuláinak önálló behatolása egy másik anyag molekulái közötti résekbe, ami az érintett anyagok keveredését eredményezi

Brown-mozgás — a gázokban és folyadékokban lebegő kis szilárd részecskék szüntelenül zajló, kaotikus mozgása,amelyek a folyadék- vagy gázmolekulák ütközéseinek hatására következnek be és amelyek mikroszkóp alatt jól láthatóa



ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Fogalmazd meg az MKE főbb elveit. 2. Mi a diffúzió? Sorolj fel példákat a diffúzióra. 3. Milyen mozgást nevezünk termikusnak? 4. Mi az a Brownmozgás? Miért fordul elő? 5. Hogyan lehet bebizonyítani, hogy az anyag részecskéi között terek vannak? 6. Miért nem válnak szét különálló részecskékre a szilárd és a folyékony anyagok? 7. Milyen körülmények között válik érzékelhetővé az anyag részecskéi közötti kölcsönhatás?



GYAKORLAT № 5

1. A molekuláris kinetikai elmélet szempontjából milyen hasonlóságok és különbségek vannak a hideg és a meleg víz között?
2. A növények tápoldatozásának két módja van: speciális oldatokkal történő öntözés (lombtáplálás); permetezés (lombtáplálás). Magyarázza el, hogyan működik mindkét módszer.
3. Ahhoz, hogy elszakadjon a cérna, egy kis erőfeszítést kell megtenned. Miért?
4. Mondj három olyan indokot, amely a diffúzió tanulmányozásának szükségességét támasztja alá.

Kulcsfogalmak

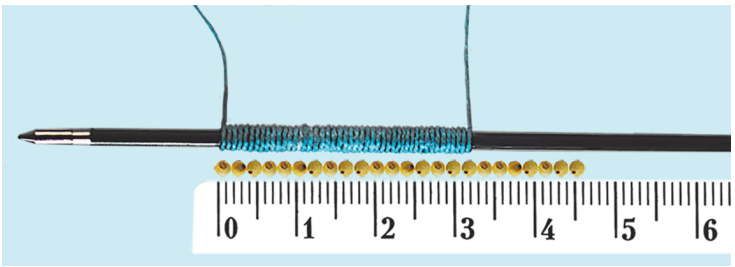
MKE • Hőmozgás • Diffúzió • Brown-mozgás

KÍSÉRLETI MUNKA

Téma. Apró testek méretének meghatározása.
A munka célja: füzér módszerrel meghatározni a borsó és a köles átmérőjét, a cérna vastagságát.
Eszközök: vonalzó, kis adag köles és borsó, két fogpiszkáló, tollbetét, 50 cm hosszú 10-es cérnadarab.

Előkészület a kísérlethez

1. Olvassátok el figyelmesen a munka témáját és célját, és ismerkedjetek meg a megvalósításhoz javasolt felszerelések listájával.
2. Tekintsétek meg az ábrát, és vitassátok meg az apró testek méretének mérésére javasolt módszert.



3. Készítsetek munkatervet.
4. Végezzétek el a kísérletet, és rögzítsétek az eredményeket.
5. Írjatok egy beszámolót, amely tartalmazza a munka témáját és célját, a felhasznált eszközöket, a munkatervet és a kapott eredményeket.

Help

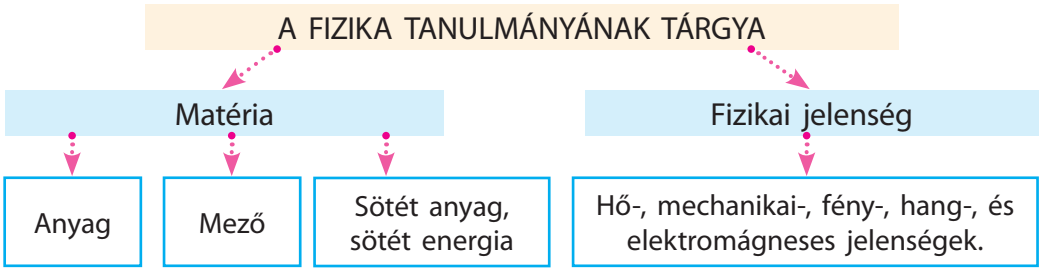
Minták a beszámolóra a QR-kódon vagy a megadott linket keresztül érhetők el: rnk.com.ua/106685

Csoportmunka

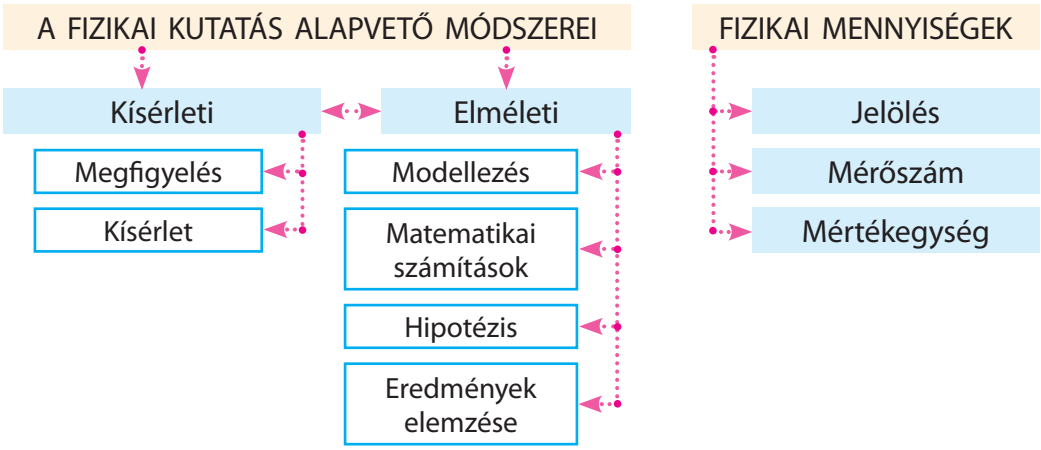
1. Alkossatok csoportokat.
2. Minden csoportban beszéljétek meg a borsó átmérőjének mérésére szolgáló más lehetséges módszereket. Elemezzétek az egyes módszerek előnyeit és hátrányait, és válasszatok egyet.
3. Készítsetek megfelelő sematikus rajzot. Ha lehetséges, végezzetek méréseket.
4. Készítsetek rövid prezentációt a mérési módszer és az eredmények ismertetéséről.
5. Mutassa be a módszert az osztály megbeszélés keretében.

1. FEJEZET ÖSSZEFOGLALÁSA

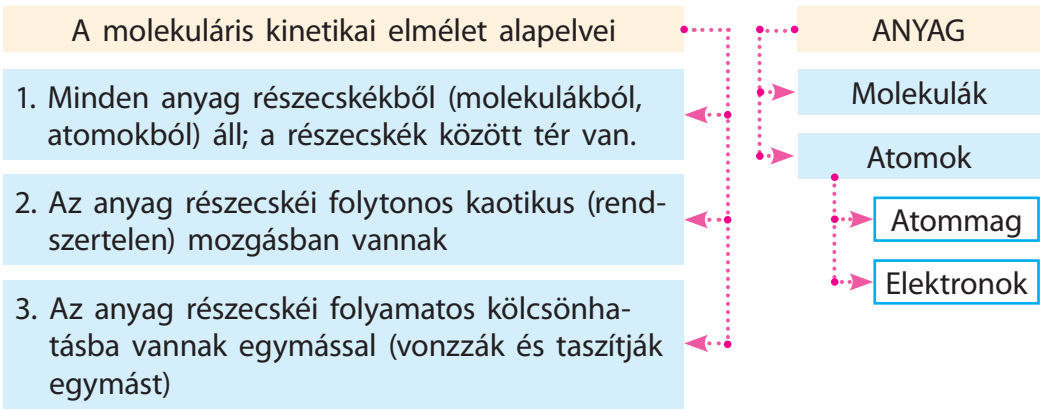
1. Megtanultátok, hogy a fizika *az egyik legfontosabb természettudomány*, és választ kaptatok arra a kérdésre, hogy *«Mit tanulmányoz a fizika?»*.



2. Megtanultátok *a fizikai kutatás alapvető módszereit*, és bővítettétek a fizikai *mennyiségekkel kapcsolatos ismereteiteket*.



3. Megismertétek *a molekuláris kinetikai elmélet (MKE) alapelveit*, és megtudtátok, *miből áll egy anyag*.



1. FEJEZETHEZ TARTOZÓ ELLENŐRZŐ FELADATOK

rnk.com.ua/106648

Az 1–8. kérdéseknél válaszd ki a helyes választ.

1. *(1 pont)* Melyik kutató járult hozzá nagymértékben a fizika fejlődéséhez?
   a) Isaac Newton; c) James Cook;
   b) Ferdinand Magellán; d) Jacques-Yves Cousteau.

2. *(1 pont)* A fizikai testre példa lehet a következő:
   a) réz; c) meteorit;
   b) tömeg; d) perc.

3. *(1 pont)* Milyen előtagot kell hozzáadni egy fizikai mennyiség alapegységéhez, hogy az alapegységnél 1000-szer kisebb egységet kapjunk?
   a) centi- (c); c) milli- (m);
   b) kilo- (k); d) mikro- (μ).

4. *(1 pont)* Az alábbi fogalmak közül melyik fizikai jelenség?
   a) a mozgás sebessége; b) a melegedés; c) az idő; d) az érvelés.

5. *(1 pont)* A diffúzió jelenségének eredményeként:
   a) a levegőből oxigén jut a mély víztározó aljára;
   b) a sín hossza csökken, ahogy hűl;
   c) a jég elolvad;
   d) a folyadék cseppekké gyűlik össze.

6. (*1 pont)* Az anyag molekulái:
   a) mindig nyugalomban vannak;
   b) folytonosan és kaotikusan mozognak;
   c) csak taszítják egymást;
   d) csak vonzzák egymást;
   e) úgy helyezkednek el, hogy nincsenek köztük hézagok.

7. (*2 pont)* Melyik egyenlőtlenség igaz?
   a) 520 cm > 52 dm; c) 3300 g < 33 kg;
   b) 2000 mkm > 20 mm; d) 3 s < 300 ms.

8. (*2 pont)* Egy mikrohullámú sütő alakja egy 0,50 m hosszú, 300 mm széles és 42 cm magas derékszögű paralelepipedon. Mekkora a burkolat térfogata?
   a) 0,063 m^3; c) 6300 cm^3;
   b) 630 cm^3; d) 6300 mm^3.

9. *(3 pont)* Nézd meg az 1. ábrát és töltsd ki a táblázatot.

A készülék neve	Egy készülékkel mért fizikai mennyiség	Fizikai mennyiség mértékegysége	A készülék skálájának beosztásértéke	A készülék kijelzőjey	Mérési értékhatárok	
					felső	alsó

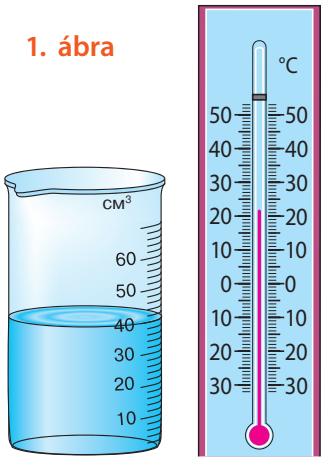
10. *(3 pont)* Kapcsold össze az alábbi szavakat (1–6) egy-egy fizikai fogalommal (A–E).

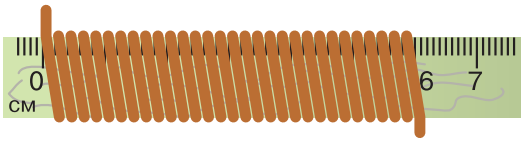
Alumínium **(1)**	**A** Fizikai mennyiség mértékegysége
drót **(2)**	**B** Anyag
tömeg **(3)**	**C** Fizikai mennyiség
húsz **(4)**	**D** Fizikai test
gramm **(5)**	**E** Fizikai jelenség
hajlítás **(6)**.	**F** Fizikai törvény
	G Egy fizikai mennyiség számbeli értéke

11. *(4 pont)* Határozd meg a 2. ábrán látható fonal átmérőjét.

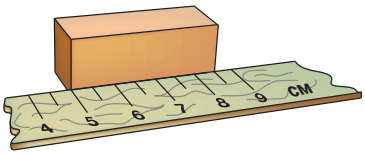
12. *(4 pont)* Egyforma hasábok vannak megadva, melyek közül az egyik a 3. ábrán látható. A hasábokat egy 2,5 cm magas, 14 cm hosszú és 6 cm széles dobozba kell csomagolni. Maximum hány db hasáb fér bele ebbe a dobozba úgy, hogy a doboz még szorosan zárható legyen? Egy hasáb magassága 0,8 cm, szélessége pedig 1,2 cm.

1. ábra





2. ábra



3. ábra

Hasonlítsd össze a feladatokra adott válaszaidat a könyv végén található válaszokkal. A helyesen megoldott feladatok esetében add össze az összes pontot, és oszd el 2-vel. Az így kapott szám megfelel a teljesítményszintednek.

REFERÁTUMOK ÉS BESZÁMOLÓK TÉMÁI

1. Az emberiség életét megváltoztató műszaki találmányok.
2. A modern fizika, mint őseink bölcsességének bizonyítéka.
3. Az első etalonok létrehozásának története.
4. Milyen etalonok vannak Ukrajnában, és hol tárolják azokat?
5. A mérőkészülékek evolúciója.
6. Melyek a legkisebb objektumok a természetben?
7. Az ősi hossz- és időmértékek.
8. Miként született meg az atomokról szóló tudomány.
9. A molekula mérések első próbálkozásai és a modern módszerei.
10. Mit tud a nanotechnológia?
11. Diffúzió a környezetünkben.
12. Milyen meteoritok veszélyeztethetik az emberiség létét.
13. Mikro-, makro- és megavilág.
14. 10 érdekes tény a tudósok életéből.
15. Egy találmány története.
16. Arkhimédész — az ókori görög matematikus, fizikus és mérnök.
17. Arisztotelész — az ókor jelentős tudósa.
18. Galileo Galilei sikerei és tragédiája.
19. A XX. század fizikájának géniuszai.
20. Az ukrán tudósok hatása a modern technológia fejlődésére.
21. A legrangosabb nemzetközi fizikai díj és nyertesei.

KÍSÉRLETI KUTATÁSOK TÉMÁI

1. A diffúzió folyamatának megfigyelése és vizsgálata.
2. Testek lineáris méreteinek meghatározása különböző eszközökkel.
3. Testek felszínének meghatározása különböző módszerekkel.

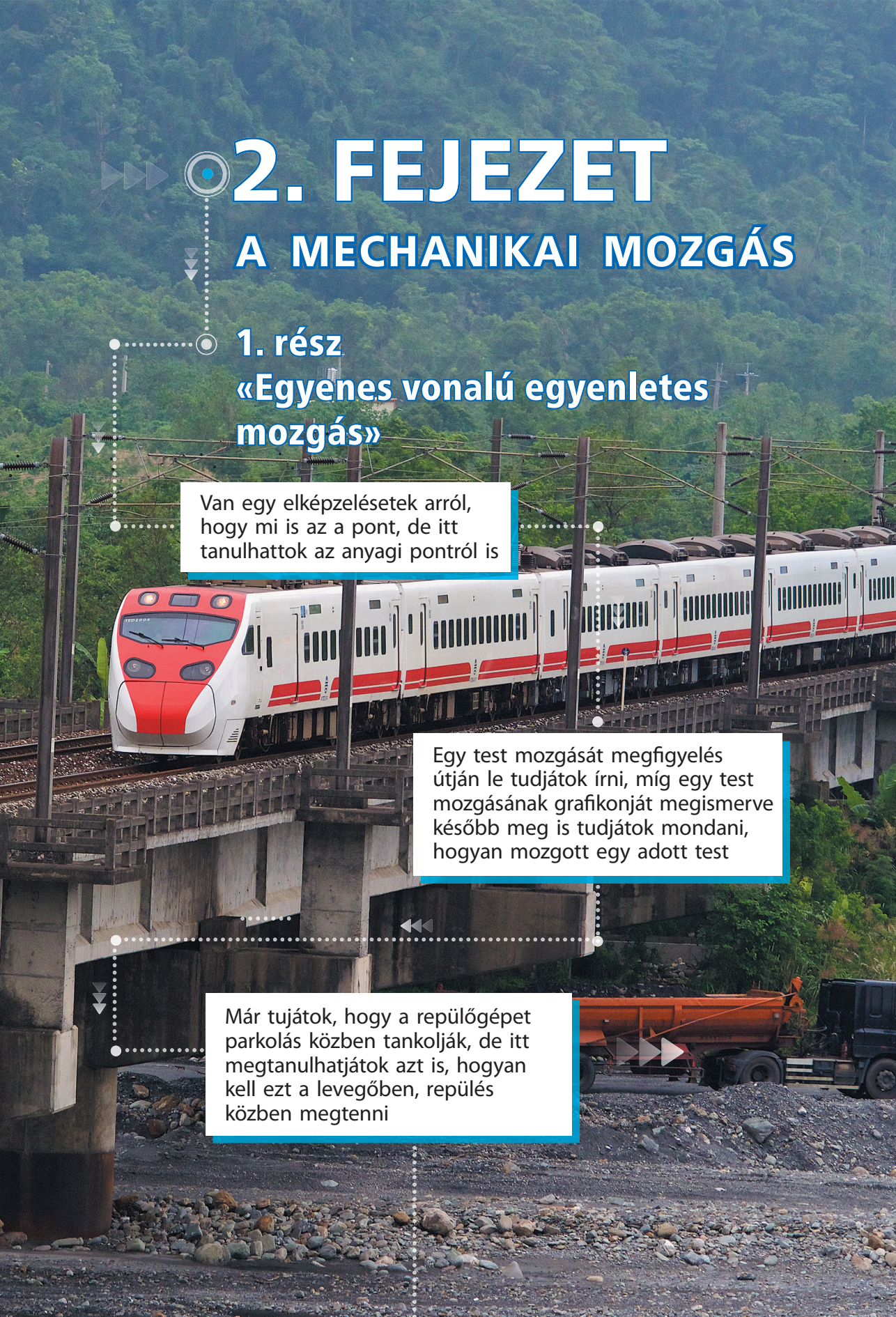
PROJEKTFELADATOK TÉMÁI

1. Természeti jelenségek és azok hatása az emberi életre és egészségre.
2. Mi az atom: az ókortól a modern felfogásig.
3. Diffúzió a természetben, a technológiában és a mindennapi életben.
4. A mérőkészülékek evolúciója. A mérések pontosságának növelésében tett minden egyes lépés a tudomány és a technológia fejlődésének egy-egy lépése.
5. Testek méreteinek (hossz, magasság, terület, térfogat) meghatározása különböző módszerekkel.

2. FEJEZET
A MECHANIKAI MOZGÁS

1. rész
«Egyenes vonalú egyenletes mozgás»

Van egy elképzelésetek arról, hogy mi is az a pont, de itt tanulhattok az anyagi pontról is



Egy test mozgását megfigyelés útján le tudjátok írni, míg egy test mozgásának grafikonját megismerve később meg is tudjátok mondani, hogyan mozgott egy adott test

Már tujátok, hogy a repülőgépet parkolás közben tankolják, de itt megtanulhatjátok azt is, hogyan kell ezt a levegőben, repülés közben megtenni



rnk.com.ua/
106649

§ 6. MECHANIKAI MOZGÁS. A MOZGÁS ÉS A NYUGALMI ÁLLAPOT VISZONYLAGOSSÁGA

Képzeljétek el, hogy egy vasúti kocsiban ültök, és egy másik vonatot láttok a szomszédos vágányon. Hirtelen azt gondolhatjátok, hogy a vonatotok elindult, mert látjátok, hogy a szomszédos vonat kocsijai az ablakotok előtt elmozdulnak. Aztán kinéztek a szemközti ablakon, és... rájöttök arra, hogy a vonatotok még mindig a peronon áll. Ha nem lett volna ablak a szemközti oldalon, megtudtátok volna állapítani, hogy a ti vonatotok hagyta-e el az állomást?



1. Mi az a mechanikus mozgás?

A világon minden mozgásban van (6.1. ábra): a csillagok és a galaxisok évmilliárdok óta mozognak; a Föld a Nap körül kering, évente egy fordulatot tesz meg; egy vízcseppben másodpercenként számtalan mikroba mozog egyik helyről a másikra.

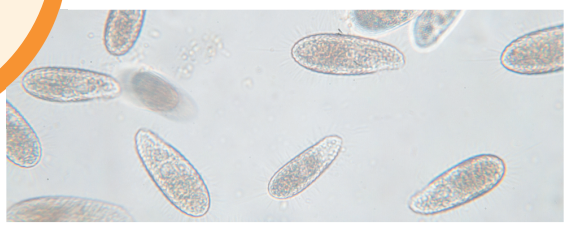
Minden mechanikus mozgásnak vannak közös jellemzői:

1) *minden mozgó test megváltoztatja térbeli helyzetét más testekhez viszonyítva;*

2) *a testek helyzetváltoztatása időben történik.*

Mechanikus mozgás — valamely testnek vagy a test egy részének más testekhez viszonyított térbeli helyzetváltoztatása az idő múlásával.





6.1. ábra. A világon minden mozgásban van: a óriási galaxisok, a körülöttünk lévő testek és a mikroszkopikus élőlények is

2. Mikor tekinthető egy test anyagi pontnak?

A gyakorlatban elég nehéz egy test minden pontjának mozgását tanulmányozni, és gyakran nem is szükséges. Egy olyan test mozgásának leírásakor, amelynek méretei sokkal kisebbek, mint az általa megtett távolságok, a testet egy *fizikai modellel — egy anyagi ponttal* — helyettesítjük. Az anyagi pontnak nincsenek méretei, és tömege megegyezik a test tömegével.

Anyagi pont — a test fizikai modellje, melynek méreteit az adott feladat feltételeiben figyelmen kívül hagyjuk.

Ugyanaz a test az egyik problémában anyagi pontnak tekinthető, a másikban viszont nem.

Képzeljünk el egy autót, amely egy autópályán halad Odesszából Kijevbe, és ugyanezt az autót egy parkolóban parkolva. Az első esetben az autó mozgásának vizsgálatakor elhanyagolható a mérete. Tehát nem vesszük figyelembe, hogy mozgás közben a gépkocsi különböző pontjai másként mozognak, mivel a megtett út jelentősen nagyobb, mint például a gépkocsi hossza. A második esetben már nem hagyhatjuk figyelmen kívül a gépkocsi méretét.

Mondjatok példákat arra, hogy mikor tekinthető anyagi pontnak egy ember, a Föld, egy ceruza, egy fa és mikor nem.



Vegyétek figyelembe! Amikor egy test koordinátáit meghatározzuk és mozgását leírjuk, a testet anyagi pontnak tekintjük.

3. Milyen objektumok alkotják a vonatkoztatási rendszert?

Amikor egy test mozog, a térben elfoglalt helyzete megváltozik.

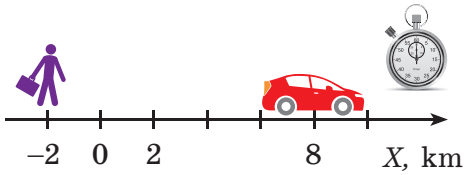
Azt a testet, amelyhez képest a mozgó test helyzetét vizsgáljuk, **vonatkoztatási testnek** *nevezzük.*

Bármelyik testet tekinthetjük vonatkoztatási testnek, amelyet a célszerűség kedvéért választunk. Ez lehet egy fa az út szélén vagy egy száguldó autó az úton. A vonatkoztatási test lehet a Föld bolygó vagy a Nap.

Mit gondolsz, melyik testet célszerű vonatkoztatási testként használni, amikor a mozgásodat tanulmányozod utazás alatt?

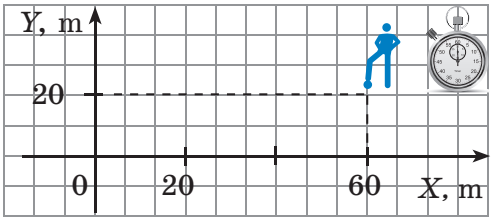


A vonatkoztatási rendszer kiválasztása után egy **koordinátarendszert** társítunk hozzá. A koordinátarendszer egy, két vagy három koordináta tengely segítségével definiálható; a távolságok a tengelyek mentén a kiválasztott méretarányban, például kilométerben vagy méterben ábrázolhatók (6.2., 6.3. ábra).



Egydimenziós koordinátarendszer

6.2. ábra. Hogy meghatározhassuk a gyalogos és a gépkocsi helyzetét az egyenes útszakaszon egy meghatározott pillanatban, elegendő egy koordináta: $x_{gy} = -2$ km; $x_g = 8$ km



Kétdimenziós koordinátarendszer

6.3. ábra. Hogy meghatározzuk a focista helyzetét a pályán egy meghatározott pillanatban, két koordinátára van szükség: $x = 60$ m; $y = 20$ m

KUTATÁS

Amire szükséged lesz: egy vonalzó.

Hozzon létre egy kétdimenziós koordinátarendszert az asztalából, úgy, hogy az asztal sarkát tekinti origónak, az ehhez a sarokhoz tartozó éleket pedig koordináta tengelyeknek. Keressétek meg az asztalon lévő két-három tárgy koordinátáit.

A test helyzetváltoztatása nem azonnal, hanem egy meghatározott idő alatt történik, ezért a mechanikus mozgás tanulmányozásához szükség van egy **időmérő eszközre** — *egy órára* — is.

A vonatkoztatási test, a hozzárendelt koordináta-rendszer és az óra alkotja a **vonatkoztatási rendszert.**

TUDTÁTOK, HOGY...



A Google Maps mobilalkalmazás segítségével meglehetősen pontosan eljuthattok úti céljaitokhoz: mind a ti koordinátáitok, mind a célállomás koordinátái 1–3 m pontossággal kerülnek meghatározásra. Ha RTK (Real-Time Kinematic positioning) üzemmódban működő GPS-vevőket használtok, a pontosgsá vízszintesen 1 cm-re nő. Korábban még a sci-fi írók sem álmodtak ilyen pontosságról.

4. Tudunk-e mozogni és mozdulatlanul maradni egyszerre?

Az a tény, hogy a vonatkoztatási rendszer tetszőlegesen van kiválasztva, azt jelenti, *hogy a mozgás és a nyugalmi állapot viszonylagos*.

Miközben ezeket a sorokat olvasod, valószínűleg egy osztályteremben ülsz egy padnál vagy otthon egy asztalnál. Nevezd meg azokat a testeket, amelyekhez képest mozogsz, és azokat a testeket, amelyekhez képest nyugalomban vagy.



A mozgás relativitása lehetővé teszi egy repülőgép «megállítását» repülés közben. Ehhez egy másik repülőgépnek az első mellett kell mozognia, nem marad le, és nem is maradhat le. megelőzve azt, így a repülőgépek egymáshoz képest nyugalomban lesznek. Így történik a repülőgépek légi utántöltése repülés közben.



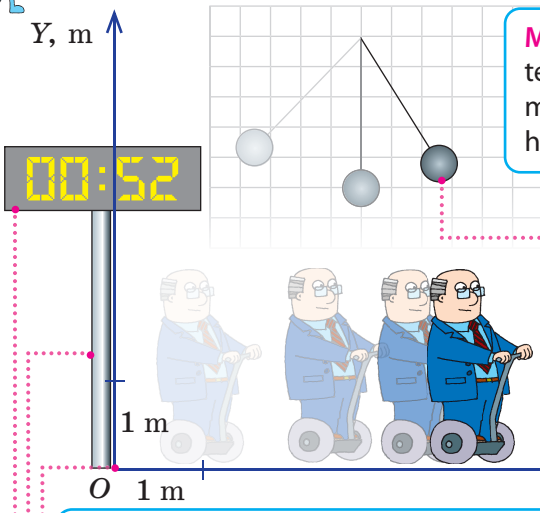
HOGY IS VAN VALÓJÁBAN?



Az ókori görög tudós, Klaudiosz Ptolemaiosz azt állította, hogy a Föld mozdulatlanul áll a térben, és a Nap körülötte kering. Ezzel szemben a reneszánsz tudós, Nikolausz Kopernikusz úgy vélte, hogy a Nap mozdulatlan, a Föld pedig mozog. Kinek volt igaza? Vagy mindketten tévedtek?

ÖSSZEGZÉS





Mechanikai mozgás — valamely testnek vagy a test egy részének más testekhez viszonyított térbeli helyzetváltoztatása az idő múlásával.

- **Anyagi pont** (M.T.) — a test fizikai modellje, melynek méreteit az adott feladat feltételeiben figyelmen kívül hagyjuk.

  $\text{Tömeg}_{\text{any. p.}} = \text{Test tömege}$

Vonatkoztatási rendszer:
- vonatkoztatási test;
- a hozzá tartozó koordinátarendszer;
- az idő nyomon követésére szolgáló eszköz.

Vonatkoztatási test — az a test, amelyhez képest a mozgó testet vizsgáljuk

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Határozd meg a mechani kai mozgás fogalmát. Hozz fel rá példákat. **2.** Mi az a vonatkoztatási rendszer? **3.** Hogyan határozható meg a koordináta rendszer? **4.** Milyen objektumok alkotnak vonatkoztatási rendszert? **5.** Milyen esetekben tekinthető egy mozgó test anyagi pontnak? **6.** Hogyan értelmezi a «mechanikai mozgás viszonylagos» kifejezést?

GYAKORLAT № 6

1. Határozd meg, mely testek tekinthetők mozgásban lévőnek a következő példákban: a) egy hungarocell mozdulatlanul lebeg egy folyó vízfelszínén; b) út menti oszlopok «suhannak» el egy autó mellett; c) a Nap nyugaton lenyugszik.



2. Nézd meg a képet. Mozognak az emberek? A véleményed indokold meg. Találsz olyan testet, amelyhez mérten az emberek nem mozognak?

3. Az első világháború alatt a következő esemény történt. 2 km-es magasságba emelkedve, egy repülőgép pilótája egy «rovart» látott az arca közelében, és elkapta. A «rovarról» azonban kiderült, hogy egy puskagolyó volt. Miért tudta a pilóta elkapni a golyót?

4. Egy űrhajó anyagi pontnak tekinthető-e, ha: a) a Földről a Marsra repül? b) leszáll a Mars felszínén?

5. Egy egyenes útszakaszon az út szélén található fa, kő és közlekedési lámpa koordinátái a következők: $x_{ú} = -1$ km; $x_k = 2$ km; $x_{kl} = 3{,}5$ km. Rajzolj egy koordináta tengelyt, jelöld meg az origót és a testek helyzetét rajta. Határozzuk meg a testek közötti távolságokat.

Kulcsfogalmak

Mechanikai mozgás • Vonatkoztatási test • Koordináta rendszer • Vonatkoztatási rendszer • Anyagi pont • Mozgás viszonylagossága

rnk.com.ua/
106651

§ 7. A MOZGÁS PÁLYÁJA. A MEGTETT ÚT. ELMOZDULÁS

Felhőtlen időben magasan az égen fehér nyomvonalat láthatunk, amelyet a repülőgép hagy maga után, ami után elindult. Ezt a nyomot fel lehet használni a repülőgép röppályájának megállapítására. Mi is az a mozgáspálya? Erre és sok más kérdésre is választ találsz ebben a bekezdésben.



7.1. ábra. A papíron a ceruza vége egy vonalat hagy, amelynek mentén mozog

1. Látjuk-e a mozgáspályát?

Fogj egy ceruzát és egy papírlapot. Anélkül, hogy levennénk a ceruzát a papírról, írjunk egy tetszőleges szót (7.1. ábra). Most «írjátok» ugyanezt a szót a levegőbe a ceruzával. A ceruza hegye által leírt vonal egybeesik a ceruza *mozgáspályájával*, azaz azzal a vonallal, amelynek minden egyes pontján a ceruza hegye sorozatosan járt.

Mozgáspálya — egy képzeletbeli vonal, amelyet egy mozgó pont ír le a térben.

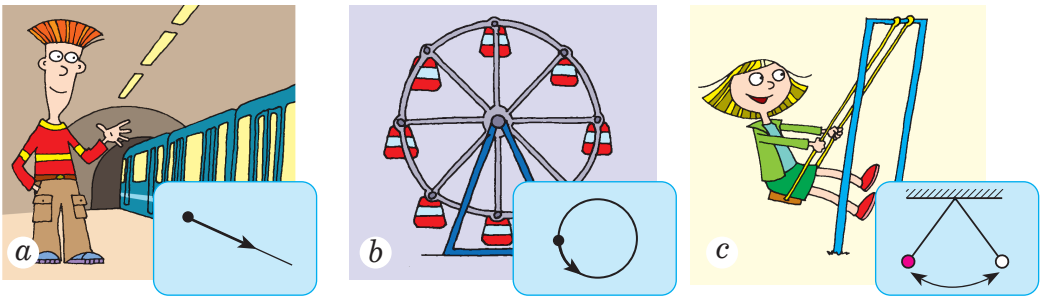
Általában nem látjuk a testek mozgáspályáját, viszont néha a testek által a mozgás során hagyott nyomokat tekinthetjük mozgáspályának.



Mit gondoltok, mely testek mozgáspályája rekonstruálható a nyomvonalakból? A mozgáspálya mely eseteiben «készül előre» nyomvonal?



A mozgáspálya különféle formájú lehet: egyenes, kör, ív, törött vonal. *A mozgáspálya alakja szerint megkülönböztetünk egyenes vonalú és görbe vonalú mozgást* (7.2. ábra).



7.2. ábra. A vonat mozgása egy metróállomáson (*a*) a egyenes vonalú mozgás példája; az óriáskerék fülkéjének mozgása (*b*) és a hinta mozgása (*c*) a görbe vonalú mozgás példája

2. Miben különbözik a megtett út a mozgástól?

A füzetedben tégy két pontot — A-t és B-t —, majd kösd össze őket egy görbe vonallal. Ha meg akarod találni azt az utat, amelyet a ceruza vége a vonal megrajzolásával bejárt, mérd meg a vonal hosszát, azaz keresd meg a pálya hosszát (7.3. ábra).

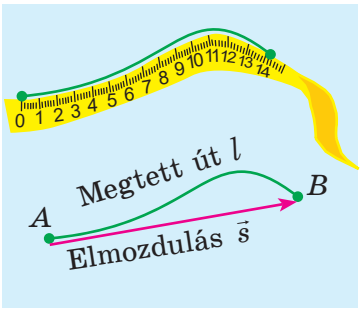
Megtett út — egy fizikai mennyiség, amely egyenlő a mozgáspálya hosszával.

A megtett utat l betűvel jelölik.

A megtett út mértékegysége a SI rendszerben **a méter:** $[l] = \text{m}$.

A távolság törtrészes és többszörös mértékegységeit is használják, például *milliméter (mm), centiméter (cm), kilométer (km)*.

A 7.3. ábra szerint kössük össze az A és B pontokat egy nyíllal jelölt vonalszakasszal. Így egy *irányított szakaszt* fogunk kapni, amely megmutatja, hogy a ceruza vége *milyen irányba* és *mennyit mozdult el*.



7.3. ábra. A ceruzahegy megtett útja és elmozdulása

Az egyenesnek a test mozgása kezdeti és végpontját összekötő irányított szakaszát **elmozdulásnak** nevezzük.

Az elmozdulás jele: $\vec{s}$.

A fizikai mennyiségen lévő nyíl azt mutatjea, hogy az *elmozdulás vektormennyiség**.

* Az értékkel és iránnyal rendelkező fizikai mennyiségeket *vektormennyiségeknek* nevezzük, azokat pedig, amelyek csak mennyiségi értékkel rendelkeznek — *skaláris mennyiségeknek*.

Hogy helyesen jellemezhessük az elmozdulást, annak nemcsak a számszerű értékét (modulusát) kell megadnunk, hanem az irányát is.

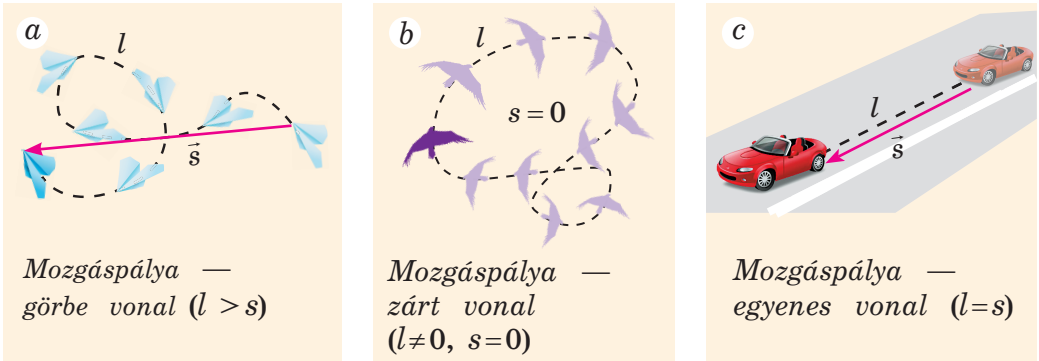
Az elmozdulás modulusát, tehát azt a távolságot, amelyre valamilyen irányban elmozdult a test, szintén *s*-sel jelölik, de a vektor jele nélkül.

Az elmozdulás mértékegysége a SI rendszerben ugyancsak a — **méter:** [s]=m.

Nézd meg az ábrát. 7.4. ábrát, és állapítsd meg:
- milyen esetben egyenlő a megtett út és az elmozdulási modulus;
- mikor egyenlő az elmozdulás a nullával;
- mikor nagyobb az a megtett út az elmozdulási modulnál.

Hozz fel saját hasonló példákat. Tudsz-e olyan példát mondani, ahol az elmozdulás modulusa nagyobb, mint a test által megtett út?





Mozgáspálya — görbe vonal ($l > s$)

Mozgáspálya — zárt vonal ($l \neq 0$, $s = 0$)

Mozgáspálya — egyenes vonal ($l = s$)

7.4.ábra. A test által megtett út (l) és az elmozdulás (s) összehasonlítása

HOGY IS VAN VALÓJÁBAN?



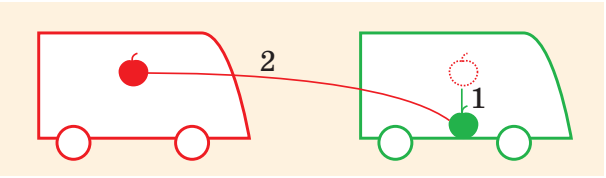
A molekulák mozgásáról szóló beszámolóban egy lány azt állította, hogy: «Egy oxigénmolekula által egy bizonyos idő alatt megtett távolság többszöröse annak a távolságnak, amelyet egy autó tesz meg ugyanennyi idő alatt, amikor az autópályán halad. De a molekula mozgása ezzel szemben több ezerszer kisebb lesz». Egyetértesz-e a lány állításával, vagy tévedett-e valamiben?

3. Miért viszonylagos a mechanikus mozgás?

Egy test mozgáspályájának, megtett útjának és elmozdulásának alakja attól függ, hogy milyen vonatkoztatási rendszerből vizsgáljuk a mozgást. Nézzétek meg a 7.5. ábrát. Egy buszon utazó fiú elejt egy almát a kezéből.

A mellette ülő lány számára *az alma mozgáspályája — egy rövid szakasz*. Itt a vonatkoztatási keret a busz belsejéhez kapcsolódik.





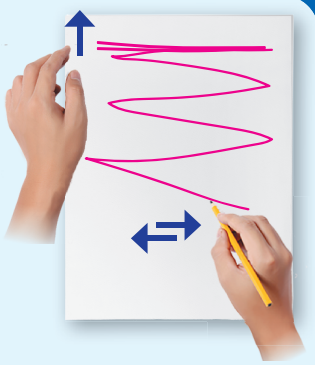
7.5. ábra. Az alma mozgáspályája a busz utasai számára egy rövid szakasz (1. *vonal* az ábrán), az út szélén lévő személy számára — egy görbe (2. *vonal* az ábrán)

Az út szélén álló ember számára az *alma mozgáspályája — egy görbe*, mert az alma egész idő alatt, amíg esett, a busszal együtt «utazott». A vonatkoztatási rendszer itt az úthoz kapcsolódik.

KUTATÁS

Amire szükséged lesz: egy papírlap; egy ceruza.

Rajzolj egy vonalat a papír tetejére. Mozgasd a ceruzát többször jobbról balra a vonal mentén. Most, anélkül, hogy megszakítanád a jobbról balra irányuló mozgást, és anélkül, hogy eltörnéd a ceruzát, lassan mozgasd a lapot felfelé, a ceruza mozgására merőlegesen. Hasonlítsd össze a ceruza mozgáspályáját, megtett útját és elmozdulását az asztalhoz és a laphoz képest.

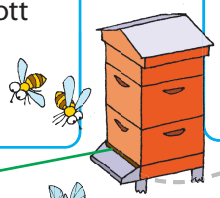


ÖSSZEGZÉS



- **Elmozdulás** — a test kiindulási és végpontját összekötő irányított szakasz.
  $\vec{s}$ — elmozdulás, $[s] = \text{m}$;
  s — az elmozdulás modulusa

- **Megtett út** — fizikai mennyiség, amely egyenlő a mozgáspálya hosszával.
  l — megtett út, $[l] = \text{m}$





- **Mozgáspálya** — egy képzeletbeli vonal, amelyet egy mozgó pont ír le a térben.

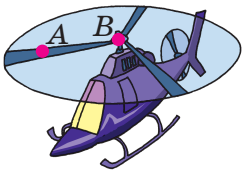
ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Fogalmazd meg, hogy mi is a mozgáspálya. **2.** Határozd meg a megtett utat és az elmozdulást mint fizikai mennyiségeket. **3.** Miért nem tudjuk megállapítani a test végpontját, ha csak a megtett utat és a test mozgásának kezdetét ismerjük? **4.** Függ-e egy test mozgáspályája, megtett útja és elmozdulása a vonatkoztatási rendszer megválasztásától? Hozz fel példákat.

GYAKORLAT № 7

1. Egy futballista 10 km-t futott egy mérkőzés alatt. A 10 km — a megtett út vagy az elmozdulás modulusa? Mennyi lehet egy focista minimális elmozdulása egy mérkőzés alatt?

2. A helikopter felfelé emelkedik (lásd az ábrát). Rajzoljátok fel az A és B pontok mozgáspályáját: a) a pilótához képest; b) a talajhoz képest.



3. Egy utas 7,5 m távolságot tett meg egy vasúti kocsiban. Ez idő alatt a kocsi 400 m-t tett meg. Mekkora távolságot tett meg az utas a vonathoz képest és a talajhoz képest, ha a) a vonat irányába; b) az ellenkező irányba mozgott?

4. Egy motoros a cirkuszi arénában haladva 8 s alatt tesz meg egy 13 m sugarú kört. Határozzuk meg a motorkerékpáros útját és az elmozdulásának modulját: a) 4 s mozgás esetén; b) 8 s mozgás esetén.

5. A Google Maps mobilalkalmazása gsítségével rajzold meg az otthont és az iskolát összekötő mozgáspályát két változat szerint: 1) gyalog; 2) autóval. Állapítsd meg, hogy milyen úton haladsz, és hasonlítsd össze az elmozdulásodat.

TUDTÁTOK, HOGY...



Az ember különböző testrészeinek mozgáspályája járás közben hihetetlenül változatos. Az emberi test különböző részeinek pályája járás közben hihetetlenül változatos. Ennek oka az ember egyenes testtartása és az egyensúly fenntartásának szükségessége. Az ilyen mozgások tanulmányozása összetett tudományos feladat, amelyet a szuperszámítógépek segítségével sikerült megoldani. A gyakorlati eredmény a humanoid robotok megalkotása volt.

Kulcsfogalmak

Mozgáspálya • Megtett út • Elmozdulás • A mozgás viszonylagossága



rnk.com.ua/
106652

§ 8. EGYENLETES MOZGÁS. SEBESSÉG

Az autóverseny közvetítések, illetve időjárás-előrejelzések a következőket tartalmazhatják: «Az autó sebessége a cél előtt elérte a 250 kilométer per órát»; «A szél sebessége 25 méter per másodperc». Mit jelent ez? Hogyan tudjuk összehasonlítani ezeket a sebességeket?

1. Milyen mozgás lehet egyenletes?

Ha azt hallod, hogy az autó sebessége 20 méter másodpercenként, akkor azt érted, hogy az autó minden másodpercben 20 métert tesz meg.

Gondold végig, milyen messzire jut el ez az autó 10 másodperc alatt; fél másodperc alatt; 0,1 másodperc alatt.



Valószínűleg azt válaszoltátok, hogy 10 mp alatt 200 m-t, fél mp alatt 10 m-t, és 0,1 mp alatt 2 m-t. És ez igaz is, ha feltételezzük, hogy egy autó bármekkora (kisebb vagy nagyobb) *azonos időintervallumban* teszi meg ugyanazt az utat. Azaz, az autó mozgása **egyenletes.**

Egyenletes mozgás — olyan mechanikai mozgás, amely során a test bármely egyenlő időintervallumban ugyanazt az utat teszi meg.

Figyeld meg a «bármely egyenlő időintervallumban» kifejezést. Előfordul, hogy a test egyenlőtlenül mozog, de választhatsz olyan egyenlő időintervallumokat, amelyekben ugyanazt a távolságot teszi meg. Például egy úszó 30 másodpercenként leúszik egy 25 méteres sávot egy medencében, de nem mondhatjuk, hogy egyenletesen mozog, mert fordulókor lelassul.

Kétségtelen, hogy sok hasonló példát ismersz az alábbiakhoz. Idézzétek fel azokat. Egy kis segítség: hinta, labdajáték, utazás.



2. Milyen mozgás lehet egyenes vonalú egyenletes?

Ha egy autó egyenletesen halad egy egyenes útszakaszon, akkor azonos időközönként azonos elmozdulást tesz meg, azaz azonos utat, és nem változtatja meg az irányát (8.1. ábra). Az ilyen mozgást *egyenes vonalú egyenletes* mozgásnak nevezzük.

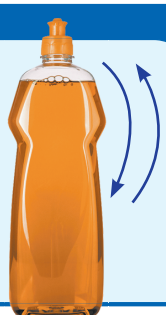
Egyenes vonalú egyenletes mozgás — olyan mechanikus mozgás, amely során a test bármely egyenlő időközönként egyenlő elmozdulásokat végez.

Az egyenes vonalú egyenletes mozgás — a legegyszerűbb mozgástípus, amely a való életben meglehetősen ritka. Ilyen típusú mozgás lhet például egy autó mozgása egy egyenes útszakaszon (gyorsítás vagy fékezés nélkül), vagy egy kombájn mozgása aratás közben.

KUTATÁS

Amire szükséged lesz: átlátszó üvegben lévő sűrű mosogatószer; egy vonalzó; egy stopperóra.

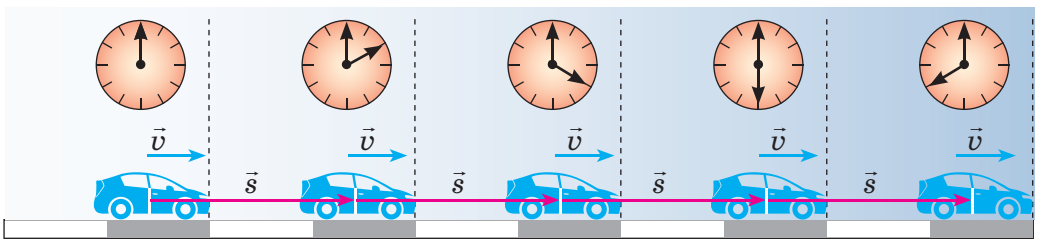
Fordítsd a palackot fejjel lefelé és vissza, majd figyelj meg egy légbuborék mozgását. Határozd meg a mozgásának sebességét. Függ-e a buborék sebessége a méretétől?



3. Hogyan mérjük meg az egyenletes mozgás sebességét?

Egyenletes mozgás sebessége (v) — olyan fizikai mennyiség, amely a test által megtett l útnak és ezen út megtételéhez szükséges t időnek a hányadosával egyenlő:

$$v = \frac{l}{t}$$



8.1. ábra. Az egyenes vonalú egyenletes mozgást végző géptekotsczsői leges egyenlő időközök alatt egyenlő elmozdulást végez

Vegyétek figyelembe! Egyenes vonalú egyenletes mozgás esetén az elmozdulási modulus egyenlő az úttal ($s = l$), így a sebesség bármelyik képlettel meghatározható: $v = \frac{s}{t}$ vagy $v = \frac{l}{t}$.

A távolság mértékegysége az SI-ben a méter, az idő mértékegysége a másodperc, így a *sebesség mértékegysége* az SI-ben a **méter/másodperc:** $[v] = \frac{m}{s}$

Az 1 m/s *azonos egy olyan egyenletes mozgás sebességével,amely során egy test* 1 m *utat tesz meg* 1 s *alatt.*

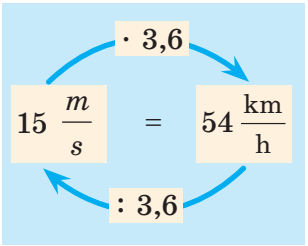
A mozgás sebességének értéke különböző mértékegységekben adható meg. A sebességek összehasonlításához meg kell tanulni, hogyan lehet az egyik egységben megadott mozgás sebességét más egységekben kifejezni. Hogyan kell ezt megtenni? Íme egy példa.

Egy autó sebessége 36 km/h. Ahhoz, hogy ezt a méter/másodpercben fejezzük ki, fel kell elevenítenünk azt, hogy: 1 óra = 3600 s, és 1 km = 1000 m. Így a köv.:

$$36\ \frac{\text{km}}{\text{óra}} = \frac{36\ \text{km}}{1\ \text{óra}} = \frac{36 \cdot 1000\ \text{m}}{3600\ \text{s}} = 10\ \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Egy űrrakéta másodpercenként 8 kilométeres sebességgel halad. A csiga percenként 18 centiméteres sebességgel kúszik. Adjuk meg a rakéta és a csiga sebességét méter/másodpercben. Mennyivel térnek el ezek a sebességek egymástól?





A sebesség mértékegységét akkor a legnehezebb átszámítani, ha az eredetileg méter per másodpercben van megadva, viszont az átszámítás menete akkor is változatlan. A méter/másodpercben megadott sebességet kilométer/órára (és fordítva) a következő séma szerint lehet átváltani.

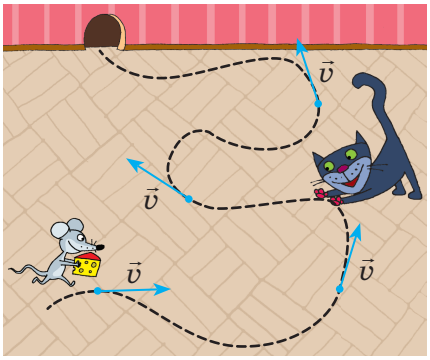
A sebesség mértékét **sebességmérővel** *határozzák meg.*

Az ábrán látható sebességmérő két skálával rendelkezik. Állapítsd meg, hogy ezek melyik mértékegységben vannak beállítva. Melyik sebesség mértékegység a kényelmesebb számodra? Láttál már olyan sebességmérőt, amelynek skálája méter/másodpercben (m/s) van beosztva? Gondolkodj el azon, hogy miért kell még egy digitális sebességmérőnek is rendelkeznie egy nyíllal ellátott skálával.





A sebesség — vektormennyiség: nemcsak értéke, hanem iránya is van. Az ábrákon a sebesség irányát nyilakkal jelölik. Ha a test egyenes vonalú egyenletes mozgást végez, a sebesség értéke és iránya változatlan marad (l. a 8.1. ábrát). Ha a test egyenletesen görbe vonal mentén mozog, akkor a sebesség értéke változatlan marad, az iránya viszont folyton változik (l. a 8.2. ábrát).



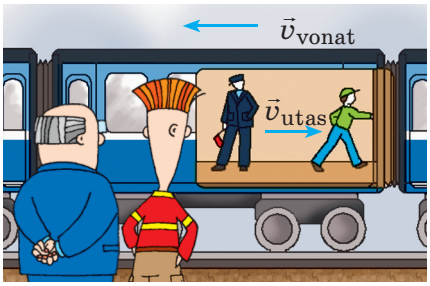
8.2. ábra. A görbe vonalú mozgás során a haladási irány folyamatosan változik

Jegyezd fel a labda mozgáspályáját a füzetedbe. Jelöld a labda sebességének irányát a mozgáspálya több pontján. Melyik ponton a legnagyobb a sebesség? s melyiken a legkisebb?



A sebesség értéke és iránya attól függ, milyen testhez viszonyítva vizsgálják a mozgást.

Képzeljétek el, hogy egy nyugat felé tartó vonaton ültök (lásd 8.3. ábra). Az állomásokon a vonat sebessége $v_{\text{vonat}} = 5$ m/s. Ezalatt egy másik utas megy végig a vagonban $v_{\text{utas}} = 0{,}5$ m/s sebességgel, a vonattal ellentétes irányban.



8.3. ábra. A sebesség iránya és értéke attól függ, hogy a megfigyelő hol van

Szerintetek azonos lesz az utas sebessége hozzátok, illetve a peronon álló emberekhez viszonyítva? Természetesen nem! Hozzátok képest az utas 0,5 m/s sebességgel halad kelet felé, míg a peronon álló emberekhez viszonyítva a vonattal együtt nyugatnak 4,5 m/s sebességgel mozog.

TUDTÁTOK, HOGY...



Ha 343 m/s-nál nagyobb sebességgel távolodsz el egy hangforrástól, akkor nem fogod hallani a hangot az adott forrásból. A hang sebessége a levegőben (20 °C-on) 343 m/s, tehát a hang nem fog eljutni hozzád.

4. Hogyan határozzuk meg a test által megtett utat és a mozgás időtartamát?

$l = v \cdot t$

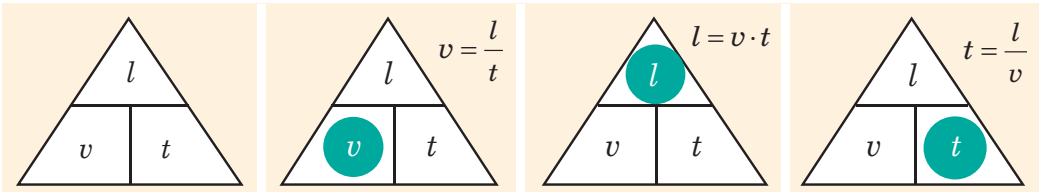
$v = \frac{l}{t}$

$t = \frac{l}{v}$

Ha ismerjük a test mozgásának sebességét és idejét, meg tudjuk határozni a test által megtett utat. Ehhez kell megszorozni a sebességet az idővel: $l = vt$.

Ha ismerjük egy test útját és sebességét, akkor meg tudjuk határozni a mozgásának idejét. Ehhez kell elosztani a megtett u tat a sebessé ggel: $t = \frac{l}{v}$.

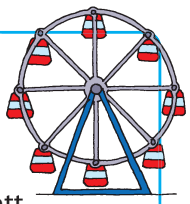
A praktikusság kedvéért használhatjátok a «mágikus háromszöget». (8.4. ábra)



8.4. ábra. Ha a keresendő mennyiség (út, idő vagy sebesség) szimbólumát az ujjunkkal eltakarjuk, megkapjuk a meghatározás képletét



ÖSSZEGZÉS



Egyenletes mozgás — olyan mechanikus mozgás, melyben tetszőleges egyenlő időközök alatt a test egyenlő utat tesz meg.

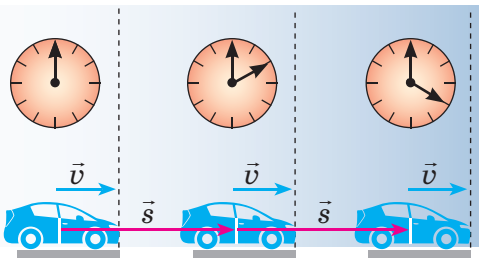
✓ Egyenletes mozgás során a mozgáspálya tetszőleges lehet; a mozgás sebességének értéke nem változik.

Egyenletes mozgás sebessége — olyan fizikai mennyiség, amely a test által megtett útnak és ezen út megtételéhez szükséges időnek a hányadosával egyenlő:

Sebesség ····· $v = \frac{l}{t}$ ····· Megtett út / Idő

Egyenes vonalú egyenletes mozgás — olyan mechanikus mozgás, melyben tetszőleges egyenlő időközök alatt a test egyenlő elmozdulást végez.

✓ Egyenes vonalú egyenletes mozgás során a mozgáspálya — egyenes; a mozgás sebességének értéke nem változik.



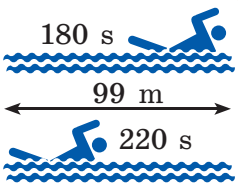
ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Milyen mozgást nevezünk egyenletesnek? Milyen mozgást nevezünk egyenes vonalú egyenletes mozgásnak? **2.** Hogyan határozzuk meg az egyenletes mozgást végző test sebességét? **3.** Soroljátok fel a sebesség mértékegységeit! **4.** A gépkocsi sebességmérő műszerének a beosztása km/h. Hogyan lehet megadni a megmért sebességet m/s-ban? **5.** Hogyan határozható meg a test által megtett út, ha ismeretes a test sebessége és az út megtételéhez szükséges idő? **6.** Hogyan határozható meg az út megtételéhez szükséges idő, ha ismert a test sebessége és az általa megtett út?

GYAKORLAT № 8

1. Egy antilopcsorda 36 km/h sebességgel halad. Milyen messzire jut a csorda 5 perc alatt?

2. Feltételezve, hogy az úszók egyenletesen mozognak (lásd az ábrát), határozzuk meg minden egyes úszó sebességét.



3. Melyik sebesség nagyobb: 16 m/s vagy 54 km/h?

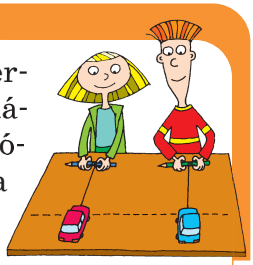
4. Adjátok meg méter per másodpercben: 18 km/h; 108 km/min; 72 cm/min.

5. Adjátok meg kilométer per órában: 2 m/s; 30 km/min; 20 cm/s!

6. A csillagászatban használatos a hosszúság jelölésére szolgáló *fényév* kifejezés, amely a csillagok közötti távolság meghatározására szolgál. Egy fényév az a távolság, amelyet a fény 1 év alatt tesz meg vákuumban. Adjátok meg ezt a távolságot kilométerben, ismerve, hogy a fény sebessége a vákuumban 300 000 km/s!

7. Készítsetek prezentációt az élő természetben lévő sebességről, vagy a modern közlekedési eszközök sebességéről!

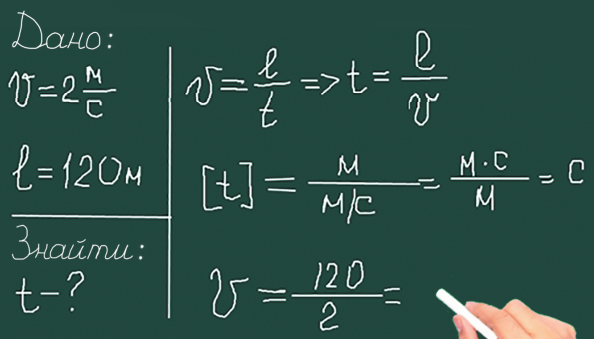
KÍSÉRLETI FELADAT



Szervezzetek a barátaitokkal közösen egy autóversenyt! A játékautókhoz kössetek cérnát, majd azok másik végét pedig rögzítsétek egy-egy ceruzához. Az autókat a ceruza forgatásával tudjátok mozgatni. Ki lesz a leggyorsabb? Mekkora az autók sebessége? A verseny eredményét táblázatban feltüntetve adjátok meg!

Kulcsfogalmak

Egyenletes mozgás • Egyenes vonalú egyenletes mozgás • Sebesség • Sebességmérő • A sebesség viszonylagossága



rnk.com.ua/106693

§ 9. ISMERJÜK MEG A FELADATOK MEGOLDÁSÁNAK MENETÉT

Bizonyára meglepődsz, ha megtudod, hogy a mindennapi életedben már találkoztál fizikai problémákkal, sőt, meg is oldottad őket! Most megvizsgálunk néhány fizikai feladatot, elmagyarázzuk a megoldásuk menetének főbb fázisait, és a továbbiakban már ti is úgy állhattok majd a feladatok megoldásához, mint az igazi fizikusok.

■ **1. feladat** Képzeld el, hogy az otthonod és az iskola közötti távolság 900 méter, és 10 perccel az első órád kezdete előtt van az idő. Ha 3,6 km/h sebességgel gyalogolsz, időben odaérsz-e? Milyen gyorsan kell menned, hogy időben odaérj? ■

A fizikai probléma vizsgálata. A feladat a következő: 1) határozzátok meg azt a t_1 időt, ami alatt az iskolába értek a megadott v_1 sebességgel; 2) azt a v_2 sebességet, amellyel haladnotok kell, hogy legkésőbb 10 perc alatt az iskolában legyetek ($t_2 = 10$ min).

Feltételezzük, hogy a mozgás egyenletes.

Írjuk le a feladat rövid feltételét; az időt és a mozgás sebességének értékét SI-egységben adjuk meg.

Adva:
$l = 900$ m
$v_1 = 3{,}6 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
$t_2 = 10$ p $= 600$ s
Meghatározni:
$t_1 — ?$, $v_2 — ?$

1. FÁZIS

A fizikai probléma vizsgálata

1. Figyelmesen olvassuk a feladat adatait, tisztázzuk, milyen fizikai szituációt vizsgálunk, milyen fizikai mennyiségekről van szó.
2. Tisztázzuk, milyen egységekben fogunk számolni. Általában a feladatokat SI egységekben oldják meg.
3. Ha szükséges, készítsünk rajzot. A rajz gyakran segít a feladat megoldásában.
4. Felírjuk a feladat adatait, az Adva szó után írjuk a mennyiségek betűjelét és azok értékét a kiválasztott egységekben. A Meghatározni szó után a keresett fizikai mennyiségek betűjeleit írjuk.

A matematikai modell felállítása. Írjuk le az egyenletes mozgás sebességének kiszámítására szolgáló képletet:

$$v = \frac{l}{t}.$$

Megoldás. Felírjuk a keresett mennyiségek (t_1 és v_2) meghatározására szolgáló képleteket:

$$v_1 = \frac{l}{t_1}, \text{ ezért } t_1 = \frac{l}{v_1};\ v_2 = \frac{l}{t_2}.$$

Ellenőrizzük a keresett mennyiségek mértékegységeit:

$$[t_1] = \text{m} : \frac{\text{m}}{\text{s}} = \frac{\text{m} \cdot \text{s}}{\text{m}} = \text{s};\ [v_2] = \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Meghatározzuk a keresett mennyiségek számértékeit:

$$t_1 = \frac{900}{1} = 900\ (\text{s});\quad t_1 = 15\ \text{p};$$

$$v_2 = \frac{900}{600} = 1{,}5\left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right);\ v_2 = 5{,}4\ \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

Vegyétek figyelembe! A keresett mennyiség képletébe a számértékekkel együtt beírhatjuk a mértékegységeket is. Ebben az esetben a következőket kapjuk:

$$t_1 = \frac{900\ \text{m}}{1\ \frac{\text{m}}{\text{s}}} = \frac{900\ \text{m} \cdot \text{s}}{1\ \text{m}} = 900\ \text{s} = 15\ \text{p};$$

$$v_2 = \frac{900\ \text{m}}{600\ \text{s}} = 1{,}5\ \frac{\text{m}}{\text{s}} = 5{,}4\ \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

Az eredmények elemzése. Mivel $t_1 > t_2$, ezért, a $v_1 = 3{,}6\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel nem éritek el az óra kezdetét. Hogy ne késsetek el, nagyobb sebességgel kell haladnotok. Megoldásként épp ilyen sebességet kaptunk. Tehát a kapott eredmény hihető.

Felelet: $t_1 = 15\ \text{p};\ v_2 = 5{,}4\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

2. FÁZIS

Matematikai modell felállítása

1. A fizikában minden számítást egy képlet felírása előz meg, tehát a feladat feltétele mellett felírjuk azokat az egyenleteket, amelyek a fizikai mennyiségeket kapcsolják össze s leírják a feladatban szereplő fizikai jelenséget vagy testet.
2. Vegyük figyelembe a feladatban leírt fizikai szituáció sajátos feltételeit, és keressünk további adatokat.

3. FÁZIS

Megoldás. A kapott eredmények vizsgálata

1. Megoldjuk az egyenletet ismeretlen mennyiségre
2. Ellenőrizzük a keresett mennyiség mértékegységeit. Ehhez csak a mértékegységeket kell behelyettesítenünk a képletbe, számok nélkül. Ha teljesen más mértékegységet kapunk, keressük meg a hibát.
3. Hajtsuk végre a szükséges számításokat, majd elemezzük az eredményt egyszerű logika szerint (például az iskolából hazafelé vezető út valószínűleg nem tart egy napig vagy 1 másodpercig).

4. FÁZIS

A felelet feljegyzése

TUDTÁTOK, HOGY...





Soha nem fogjátok megismerni, megérteni és szeretni a fizikát, ha nem oldotok meg feladatokat. Ezt írja erről Susanna Kazaryan, amerikai tudós: «Csak azért, mert szárnyaitok vannak, még nem jelenti azt, hogy tudtok is repülni. Meg kell tanulnotok a repülést. A fizikában problémákat megoldani olyan, mint megtanulni repülni: csapkodni a szárnyaiddal, kormányozni, navigálni és javítani a repüléseden». Gondolkodjatok el ezen a kijelentésen. Emlékezzetek majd erre, amikor el szeretnétek halasztani egy nehéznek tűnő feladatot.

■ **2. Feladat** Két hajó halad egymás felé egy víztározón. A hajók közötti kezdeti távolság 1500 m. Az első hajó sebessége 36 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$, a második hajó sebessége 54 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$. Mennyi idő múlva fognak a hajók találkozni? Milyen hosszú utat tesz meg az első hajó, mielőtt találkoznak? ■

A fizikai probléma vizsgálata. A hajók egymás felé haladnak. Ez azt jelenti, hogy $v = v_1 + v_2$ sebességgel közelednek egymáshoz, és ezzel a sebességgel teszik meg az $l = 1500$ km távolságot.

A feladatot SI-egységekben fogjuk megoldani.

Adva:

$v_1 = 36\ \frac{\text{km}}{\text{h}} = 10\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$v_2 = 54\ \frac{\text{km}}{\text{h}} = 15\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$l = 1500$ m

Meghatározni:

t — ?

l_1 — ?

A matematikai modell felállítása.

$$v = \frac{l}{t} \Rightarrow t = \frac{l}{v};\ v = v_1 + v_2 \Rightarrow t = \frac{l}{v_1 + v_2}.$$

A t idő és a v_1 sebesség ismeretében meg tudjuk határozni az l_1 utat, amelyet az első hajó a találkozóig megtesz: $l_1 = v_1 \cdot t$.

$$[t] = \frac{\text{m}}{\frac{\text{m}}{\text{s}} + \frac{\text{m}}{\text{s}}} = \frac{\text{m}}{\frac{\text{m}}{\text{s}}} = \frac{\text{m} \cdot \text{s}}{\text{m}} = \text{s};\ [l_1] = \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \text{s} = \frac{\text{m} \cdot \text{s}}{\text{s}} = \text{m}.$$

$$t = \frac{1500}{10 + 15} = \frac{1500}{25} = 60\ (\text{s});\ l_1 = 10 \cdot 60 = 600\ (\text{m}).$$

Az eredmények elemzése. Az első hajó lassabban mozog, mint a második, így rövidebb utat tesz meg, mire találkoznak. Ez az eredmény: $l_1 = 600$ m, l_2 pedig $1500\text{m} - 600\text{m} = 900\text{m}$. Az eredmények tehát valósak.

Felelet: $t = 60$ s; $l_1 = 600$ m.

ÖSSZEGZÉS



A fizikai feladatok megértésének algoritmusa

Figyelmesen olvasunk → Elképzeljük a fizikai szituációt → Lerajzoljuk, amit szükséges → Leírunk egy rövid feltételt → Felidézzük a megfelelő képletet → Megadjuk a képleteket az ismeretlen mennyiség meghatározására → Ellenőrizzük a mértékegységeket → Elvégezzük a számításokat → Leellenőrizzük.

Minden pillanatban gondolkodunk!



GYAKORLAT № 9

1. Egy hajó egyenletesen halad 7,5 m/s sebességgel. Mekkora utat tesz meg a hajó 2 óra alatt?

2. A kisfiú változatlan sebességgel haladva 1,5 min alatt tette meg a háza és a stadion közötti távolságot. A visszaút 70 s-ig tartott. Merre haladta kisfiú gyorsabban — a stadionba vagy haza? Hányszor gyorsabban?

3. A targonca egyenletesen halad a konténersor mentén. Az egyenként 12 m hosszú konténerek közel vannak egymáshoz. Mekkora sebességgel halad a targonca, ha 1 perc alatt 5 konténer mellett halad el?

4. Egy verseny során az első tanuló 2 percig futott 12 km/h sebességgel, a második 6 perc alatt tett meg 1 km-t, a harmadik pedig 500 m-t futott 12,5 km/h sebességgel. Melyik tanuló mozgott a leggyorsabban? Melyikük tette meg a legnagyobb távolságot? Ki futott a leghosszabb ideig?

5. A vonat 20 m/s sebességgel halad, a mellette lévő sínpáron egy másik vonat jön vele szembe 36 km/h sebességgel. Mennyi ideig fognak elhaladni egymás mellett a vonatok, ha az egyik hossza 900 m, a másiké — 600 m?

6. Egy tudósító, aki interjút készített az «L'Hydroptere» vitorláshajó legénységével, azt írta, hogy a verseny során a hajót delfinek kísérték, amelyek 55 csomós sebességgel haladva tartották vele a lépést. Igaz lehet ez?

Kulcsfogalmak

A fizikai probléma vizsgálata • A feladat rövid leírása • Matematikai modell felállítása • Mértékegységek ellenőrzése • Az eredmények ellenőrzése



rnk.com.ua/
106694

§ 10. AZ EGYENLETES MOZGÁS GRAFIKONJA

Egy sportoló, akinek a kerékpárján sebességmérő van, az országúton halad. A sebességmérő által mutatott sebesség minden pillanatban 5 m/s. Hogyan tudod leírni ennek a sportolónak és bármely testnek a mozgását grafikonok segítségével?

1. Hogyan ábrázoljuk a megtett út és az idő függvényének grafikonját egy test egyenletes mozgásának esetén?

Nézzétek meg a 10.1. ábrát. *Szerkesszük meg a kerékpáros által megtett út és a megfigyelési idő közötti összefüggés, vagyis az út grafikonját.*

Ehhez kövessük az alábbi lépéseket.

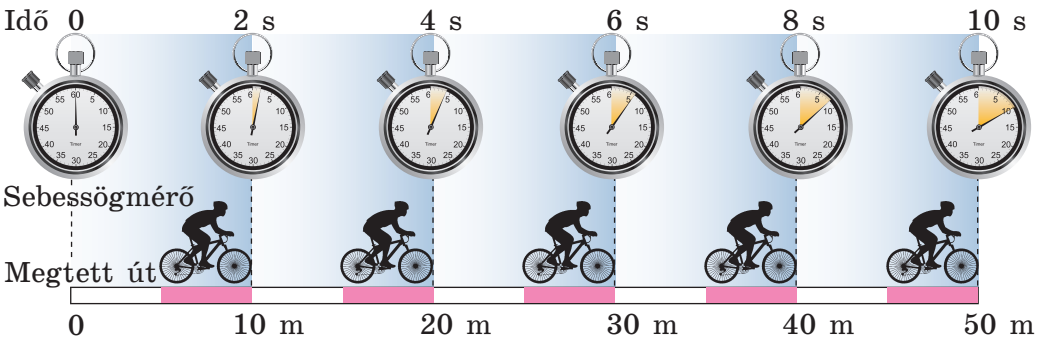
1. A táblázatba bepótoljuk a a sportoló t mozgásidejét és az ezen idő alatt megtett l út megfelelő értékeit.

Érthető, hogy a megfigyelés kezdeti pillanatában ($t = 0$) a megtett út szintén nulla ($l = 0$). $t = 2$ s idő alatt a kerékpáros 10 m-t tesz meg:

t, s	0	2	4	6	8	10
l, m	0	10	20	30	40	50

2. Rajzoljunk két egymásra merőleges tengelyt.

A vízszintes tengelyen — *az abszcisszán* — felvesszük a kerékpáros haladási idejét másodpercekben; a függőleges tengelyen — *az ordinátán* — feltüntetjük a megtett utat méterekben (10.2, *a* ábra).

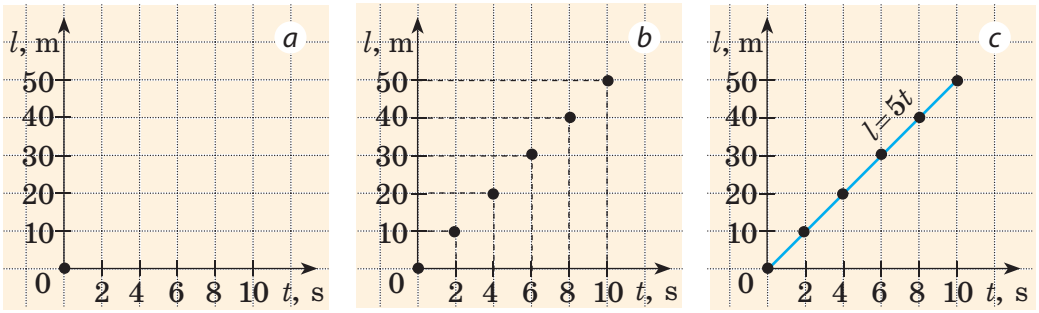


10.1. ábra. A kerékpáros egyenes vonalú egyenletes mozgásban halad: bármelyik egyenlő időközben azonos távolságot tesz meg

3. Feltüntetjük a következő koordinátájú pontokat: (0; 0), (2; 10), (4; 20), (6; 30), (8; 40), (10; 50). A feltüntetett pontok abszcisszái az időnek felelnek meg, az ordinátái — a kerékpáros által a megfelelő időpontokban megtett útnak (10.2, *b* ábra).

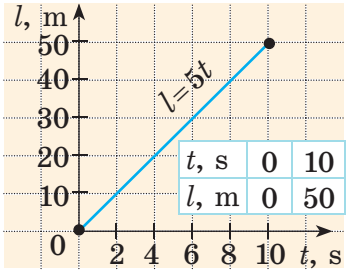
4. A felvett pontokat vonallal kötjük össze (10.2. *c* ábra). A kapott egyenes *a kerékpáros mozgásgrafikonja*.

Vegyétek figyelembe! A kerékpáros egyenletesen halad, ezért az általa megtett utat a következő képlettel határozhatjuk meg: $l = vt$, bármely pillanatban $v = 5$ m/s, ezért felírhatjuk: $l = 5t$ (m), ahol t másodpercekben van megadva. Az $l = 5t$ (m) *egyenlőség a kerékpáros által megtett útnak és a megfigyelési időnek az összefüggését fejezi ki.*



10.2. ábra. A $v = 5$ m/s sebességgel egyenletesen haladó kerékpáros által megtett út grafikonja

Egyenletes mozgás esetén a megtett út grafikonja mindig az egyenes egy szakasza, amely meghatározott szöget zár be az idő tengelyével. Ezért a grafikon megszerkesztéséhez elegendő meghatároznunk a megtett út és az idő két-két értékét, és a feltüntetett két ponton keresztül meghúznunk a grafikont. A kerékpáros esetében elegendő lett volna felhasználnunk a megfigyelés kezdeti ($t = 0$) és végső ($t = 10$ s) időpontjait (10.3. ábra).

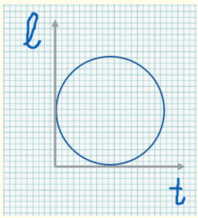


10.3. ábra. A változatlan 5 m/s sebességgel haladó test mozgásgrafikonja

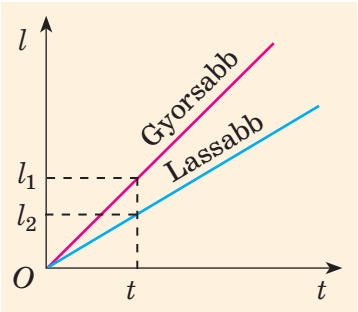
HOGY IS VAN VALÓJÁBAN?



Az ötödikes Irina azt állítja, hogy jobban ért a matematikához és a fizikához, mint bármelyik hetedikes. Ennek bizonyítására a kislány a körhintázás után lerajzolta a «megtett út grafikonját» (lásd az ábrát). Cáfold vagy erősítsd meg Irina véleményét.



2. Mit tudhatunk a megtett út grafikonjáról?



10.4. ábra. A test azonos idő alatt nagyobb sebességgel nagyobb utat tesz meg $(l_1 > l_2)$

A mozgásgrafikon sok hasznos információval szolgál. A grafikon alapján:

1) megállapítható a test mozgásának jellege;

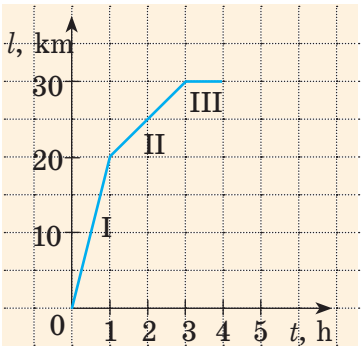
2) meghatározható a test által bizonyos idő alatt megtett út;

3) megállapítható a mozgás sebessége;

4) összehasonlítható a testek mozgási sebessége: *minél nagyobb a test sebessége, annál nagyobb a mozgásgrafikon és az idő tengelye közötti szög* (10.4. ábra).

Vegyünk egy példát.

■ **Feladat.** Adva van egy test által 4 óra alatt megtett út grafikonja (10.5. ábra), amelyből megtudhatjuk, hogy: 1) hogyan mozgott a test; 2) mekkora utat tett meg az első órában; a következő két órában; 3) mekkora volt a test sebessége minden egyes szakaszon. ■



10.5. ábra. Az út és az idő grafikonja a test mozgásának esetében, amely a 10. § feladatában van megadva

Megoldás

A grafikonon látható, hogy a teljes út három szakaszból áll, amelyek mindegyikén a test egyenletesen mozgott (megtett út grafikonja — három szakasz).

I. szakasz A grafikon szerint a test által az első órában megtett távolság 20 km, tehát a test sebessége:

$$v_{\text{I}} = \frac{l_{\text{I}}}{t_{\text{I}}} = \frac{20\ \text{km}}{1\ \text{h}} = 20\ \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

II. szakasz A következő 2 órában a test az $l_{\text{II}} = 30\ \text{km} - 20\ \text{km} = 10\ \text{km}$ utat tette meg. Ennek megfelelően a test sebessége:

$$v_{\text{II}} = \frac{l_{\text{II}}}{t_{\text{II}}} = \frac{10\ \text{km}}{2\ \text{h}} = 5\ \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

III. szakasz Az utolsó órában a megtett út változatlan maradt, tehát a test megállt: $l_{\text{III}} = 30\ \text{km} - 30\ \text{km} = 0\ \text{km}$; $v = 0$.

Az eredmények elemzése. A grafikonból látjuk, hogy az út I. szakasza az óra tengelyével nagyobb szöget alkot, mint a II. szakasz. Ez alapján az I. szakaszban nagyobb volt a test sebessége. Az eredmény reális.

3. Hogyan ábrázoljuk egy egyenletes testmozgás sebességének a grafikonját?

Térjünk vissza a kerékpároshoz, aki egyenletesen, $v = 5$ m/s sebességgel halad (lásd. 10.1. ábrát). Szerkesszük meg *a mozgás sebessége és az idő függvényének a grafikonját, azaz a mozgási sebesség grafikonját*.

A grafikon megszerkesztéséhez a következő lépéseket kell elvégeznünk:

1. Kitöltjük a táblázatot, amelybe a sportoló v sebességét írjuk be a megfelelő t időpontokban:

t, s	0	2	4	6	8	10
v, m/s	5	5	5	5	5	5

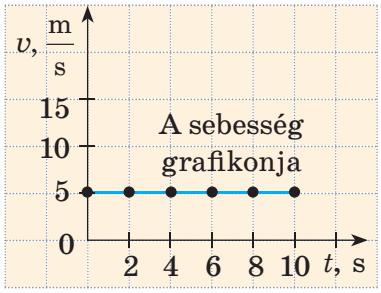
A sportoló egyenletesen mozgott, így a sebessége változatlan maradt.

2. Az abszcissza tengelyen a mozgási időt ábrázoljuk másodpercben, az ordináta tengelyen pedig a mozgás sebességét méter/másodpercben (10.6. ábra).

3. Feltüntetjük a következő koordinátájú pontokat: (0; 5), (2; 5), (4; 5), (6; 5), (8; 5), (10; 5). A pontok abszcisszái a sportoló mozgásidejének felelnek meg, az ordináták — a sebességének.

4. Összekötjük a feltüntetett pontokat. A kapott egyenes a kerékpáros mozgási sebességének a grafikonja.

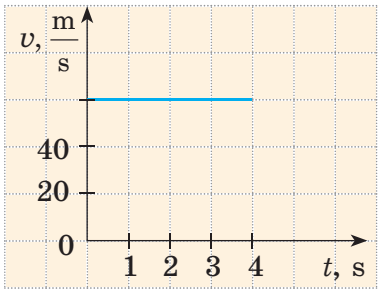
Egyenletes sebesség esetén a test sebességének grafikonja — az egyenesnek az idő tengelyével párhuzamos szakasza.



10.6. ábra. A $v = 5$ m/s sebességgel egyenletesen mozgó kerékpáros sebességének grafikonja. A megfigyelési idő $t = 10$ s

Tekintsétek meg egy test mozgási sebességének a grafikonját, amelyet 4 másodpercig figyeltek meg.

- Hogyan mozgott a test?
- Milyen volt test sebessége?
- Mit gondolsz, milyen test képes ilyen sebességgel mozogni?
- Meg tudjuk-e állapítani, hogy a test milyen utat tett meg a megfigyelés során?

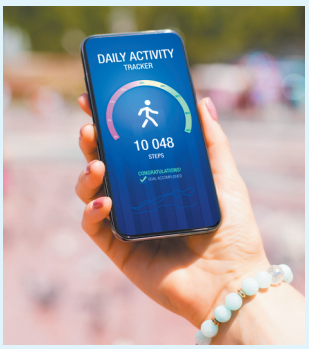




KUTATÁS

Amire szükséged lesz: egy mobiltelefon a lépésszámláló vagy a sebességmérő alkalmazással.

Indítsd el az alkalmazást, és egyenletes mozgásra törekedve sétálj legalább 20 m-t (nem feltétlenül egyenes vonalban). Az adatok segítségével ábrázold a megtett utat és a mozgás sebességét a megfigyelés időpontjával szemben.



4. Mit lehet megtudni a test mozgási sebességének grafikonjából?

Tekintsük meg egy test mozgási sebességének grafikonját (10.7. ábra, *a*), és tudjunk meg minél többet a test mozgásáról.

1. A 0 és 5 s, valamint az 5 és 15 s közötti időintervallumokban a test egyenletesen mozgott, mivel a grafikon az egyenesnek az időtengellyel párhuzamos szakasza.

2. A test mozgásának sebessége a megfigyelés utolsó 10 s-ában nagyobb, mint az első 5 s-ában, mert a grafikon második része távolabb helyezkedik el az időtengelytől, mint az első rész (10.7. ábra, *b*).

Ebben az esetben:

$v_1 = 3\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ — a 0 és 5 s közötti időintervallumban;

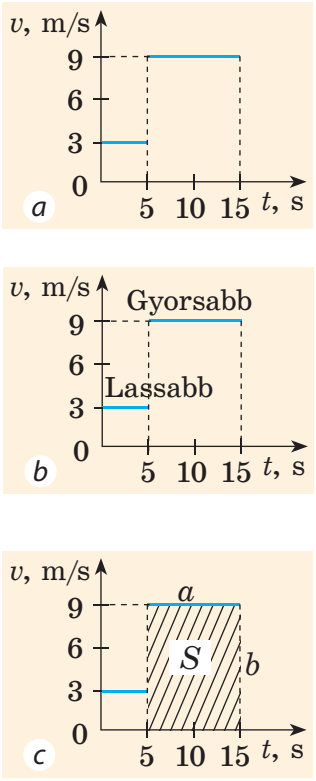
$v_2 = 9\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ — az 5 és 15 s közötti időintervallumban.

3. Meghatározható a test által megtett út (l). Például az 5 és 15 s közötti időintervallumban (lásd a 10.7. ábra, *c*) a test 90 m-t tett meg:

$$l_2 = v_2 t_2 = 9\,\frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot (15\,\text{s} - 5\,\text{s}) = 90\,\text{m}.$$

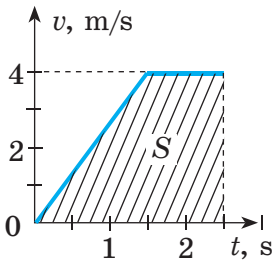
Ez az út *számbelileg* megegyezik a besatírozott téglalap területével (10.7. ábra, *c*):

$$S = a \cdot b = 10 \cdot 9 = 90\,;\ l = 90\ \text{m}.$$



10.7. ábra. A test mozgási sebessége grafikonjának vizsgálata

Megjegyzés! Bármely mozgás esetén a test által megtett út számértéke egyenlő a test sebességének grafikonja alatti alakzat területével (10.8. ábra).



10.8. ábra. A megtett út számbelileg megegyezik a sebesség és az idő grafikonja alatti alakzatának a területével

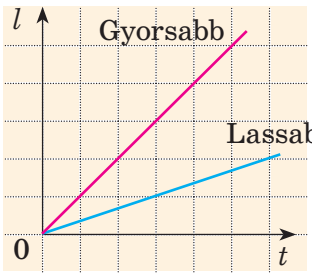
TUDTÁTOK, HOGY...



A «grafikon» fogalma először a 17. században jelent meg a tudományban, *René Descartes* francia filozófusnak és matematikusnak köszönhetően. Ma már egyetlen tudományos kutatás vagy műszaki projekt sem teljes grafikonok nélkül. Grafikonokat használnak a levegő hőmérsékletének változására, a részvényárfolyamok emelkedésére és még sok másra. Gondolkodjatok el azon, hogy miért olyan népszerűek a grafikonok.



ÖSSZEGZÉS



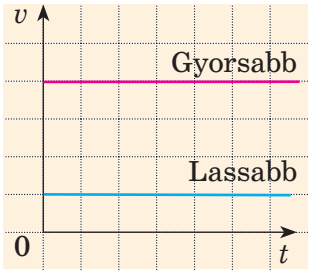
Az út grafikonja (*a test egyenletes mozgása esetén*) — az időtengelyre merőleges szakasz.

Az út grafikonja szerint:
- ✓ megtudható, hogyan mozog a test;
- ✓ megtalálható az út, amelyet a test egy bizonyos idő alatt tett meg;
- ✓ meghatározható és összehasonlítható a testek sebessége.

Mozgásgrafikon — a kinematikai mennyiségek (út, sebesség, elmozdulás, koordináták) időfüggő grafikonjai.



A sebesség grafikonja (*a test egyenletes mozgása esetén*) — egy szakasz, amely párhuzamos a az időtengellyel.



A sebesség grafikonja szerint:
- ✓ megtudható,hogyan mozog a test;
- ✓ meghatározható és összehasonlítható a testek sebessége;
- ✓ megtalálható az út, amelyet a test egy bizonyos idő alatt tett meg.

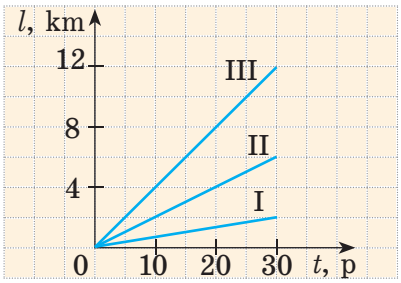
ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Hogyan néz ki az egyenletes mozgás grafikonja? **2.** Hogyan hasonlítható össze két test sebessége a megtett út grafikonja alapján? **3.** Hogyan néz ki az egyenletesen mozgó test sebességének a grafikonja? **4.** Hogyan hasonlítható össze két test sebessége a mozgási sebességük grafikonja alapján? **5.** A test mozgási sebességének grafikonja alapján hogyan határozható meg a test által megtett út?

GYAKORLAT № 10

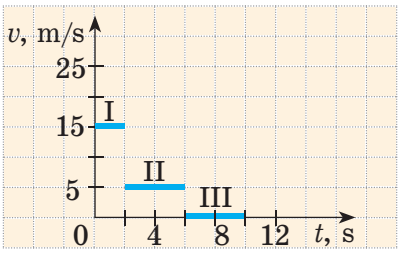
1. A zsákmányát üldöző jaguár rövid ideig 25 m/s sebességgel is képes haladni. Ábrázoljuk a jaguár sebességét az idő függvényében 5 s megfigyelés során. Mutassa a grafikonon, és határozza meg a jaguár által ez idő alatt megtett utat.

2. Az 1. ábra egy gyalogos, egy kerékpáros és traktor megtett útját jelölő grafikon, amelyek 4,12, és 24 km/h sebességgel egyenletesen haladnak. Melyik grafikon melyik test mozgását írja le? Rajzold fel ezen testek sebességének grafikonjait.



1. ábra

3. Nézd meg a test sebességének grafikonját (2. ábra), és állapítsd meg: a) hogyan mozgott a test; b) a test sebessége minden egyes szakaszokon; c) a megtett út. Rajzold meg a test útjának grafikonját.



2. ábra

4. Találjatok ki egy feladatot a mozgás grafikus ábrázolására az egyik kedvenc rajzfilmfigurátok életéből. Majd oldjátok meg és rajzoljátok le egy külön lapra.

5. Az egyenletből állapítsuk meg: $v = \frac{l_1 + l_2}{t}$ a) v, ha $l_1 = 15$ m, $l_2 = 20$ m, $t = 10$ s; b) t, ha $l_1 = 1$ km, $l_2 = 9$ km, $v = 4$ km/h; c) l_1, ha $l_2 = 100$ m, $t = 5$ p, $v = 25$ m/p.

Kulcsfogalmak

Az egyenletes mozgás grafikonja · A megtett út grafikonja · A mozgás sebességének grafikonja · A mozgás egyenlete



rnk.com.ua/
106695

§ 11. A VÁLTOZÓ MOZGÁS. ÁTLAGSEBESSÉG

Valószínűleg ti is utaztatok már busszal vagy vonattal egyik városból a másikba. Gondoljatok vissza arra, hogy a jármű időről időre lelassul, megáll, majd újra felveszi a sebességet... A sebességmérő mutatója állandóan ingadozik, és csak néha áll le. Lehet-e ezt a mozgást egyenletesnek nevezni? Természetesen nem. Hogyan nevezzük az ilyen mozgást? Hogyan lehet ezt leírni? Ebből a témából kiderül.

1. Melyik mozgás lehet változó?

A mindennapi életben rendszerint van dolgunk *változó mozgással*. Például egy busz (11.1. ábra) és más járművek mozgása, a zuhanó testek mozgása, valamint a futópadon futó sportolók mozgása mind változó. Gondoljunk arra is, ahogyan egy labda gurul, ahogyan mozgunk járás közben, testnevelésórán stb.

Változó mozgás — olyan mozgás, amelynek során a test egyenlő időközönként különböző távolságot tesz meg.

Vegyétek figyelembe! A változó mozgás során a test sebességének értéke az idővel változik.

Próbáljatok meg példákat felhozni változó mozgásra.



Nos, most már osztályozhatjuk a *mechanikus mozgás fajtáit* (lásd a táblázatot):

- *a mozgáspálya formája szerint* — egyenes vonalú és görbe vonalú;
- *a test mozgásának jellege szerint* — egyenletes és változó.



11.1. ábra. Nem egyenletesen halad a busz, időről időre lelassul, megáll, majd újra felgyorsul

A MECHANIKAI MOZGÁS FAJTÁI

a mozgáspálya formája szerint		a test mozgásának jellege szerint	
egyenes vonalú	görbe vonalú	egyenletes	változó
			
A mozgáspálya — egyenes vonalú	A mozgáspálya — görbe vonalú	A test sebességének az értéke az idővel nem változik	A test sebességének az értéke az idővel változik

Jegyezz fel a füzetedbe néhány olyan szókapcsolatot, amelyek a reggeli mozdulataidat ismertetik. Jellemezd ezeket a mozgásokat. Milyenek ezek a mozgások? Egyenes- vagy görbe vonalúak, egyenletesek-e vagy változóak? Milyen testekhez viszonyítva figyeled meg ezeket a mozgásokat (melyik testet választod vonatkoztatási testnek)?



Például: «Kinyitottam a szemem — egyenes vonalú változó mozgás a fejemhez képest» vagy «Elvánszorogtam a fürdőszobába — görbe vonalú és majdnem egyenletes mozgás az ágyhoz képest».



2. Hogyan határozzuk meg a test átlagsebességét?

Tegyük fel, hogy egy vonat 2,5 óra alatt 150 km-t tett meg (a két állomás közötti távolságot). Ha a 150 km-t elosztjuk 2,5 órával, megkapjuk a vonat sebességét: 60 km/h. De a vonat változóan haladt! Ebben az esetben azt mondjuk, hogy a vonat *átlagsebességét* kapjuk (11.2. ábra).

11.2. ábra. A vonat átlagsebessége — a kiindulási és a végállomás közötti távolságnak és a teljes menetidőnek az aránya

A test átlagsebessége $v_{átl}$ — olyan fizikai mennyiség, amely a test által megtett l teljes útnak és az út megtételéhez szükséges t időnek a hányadosával egyenlő:

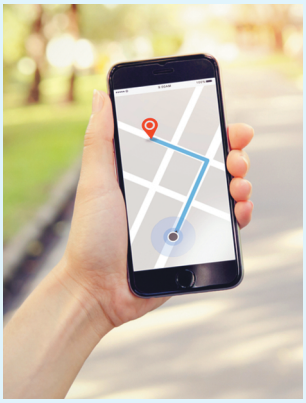
$$v_{átl} = \frac{l}{t}$$

Vegyétek figyelembe! Az adott esetben t a test mozgás közben és a megállókon együttesen eltöltött ideje.

KUTATÁS

Amire szükséged lesz: mobiltelefon a «Google Maps» alkalmazással.

Amikor elindultok az iskolából, az alkalmazás segítségével rajzoljátok meg a hazafelé vezető útvonalat (lehet: gyalog + busz, gyalog + autó, csak gyalog stb.). Ismerd meg a megtett távolságot, és mérd fel, hogy mennyi idő alatt fogod megtenni. A kapott adatok alapján határozd meg a mozgásod átlagsebességét. Tudod-e használni ezeket az adatokat arra, hogy meghatározd a mozgásod jellegét és sebességét egy adott időpontban?

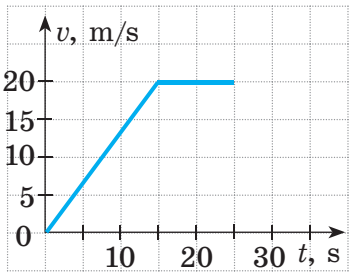


3. Mit lehet megtudni a test változó mozgásának sebesség grafikonjából?

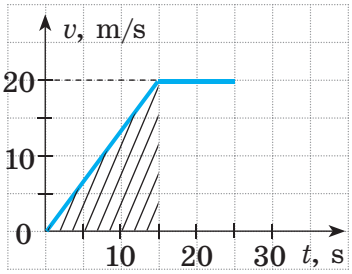
Nézzük meg egy test változó mozgásának sebességgrafikonját (11.3. ábra). A grafikon segítségével derítsük ki, hogyan mozgott a test, mekkora utat tett meg a 25 s megfigyelés alatt, és mekkora volt a test átlagsebessége az út során.

A grafikonon látható, hogy a test mozgásának sebessége az első 15 s alatt egyenletesen nőtt 0-ról 20 m/s-ra.

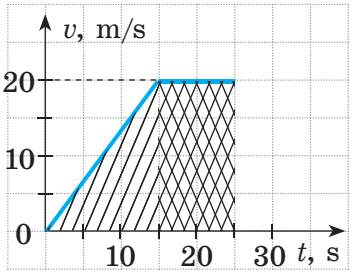
A test által az első 15 másodperc alatt megtett l_1 út meghatározásához idézzük



11.3. ábra. Egy változó mozgást végző test sebességének grafikonja



11.4. ábra. A test által a megfigyelés első 15 másodperce alatt megtett út számbelileg azonos a besatírozott háromszög területével



11.5. ábra. A test által 25 másodperces megfigyelés alatt megtett út számbelileg egyenlő a besatírozott háromszög és a téglalap területének összegével

fel, hogy a test által megtett út számértéke egyenlő a mozgás grafikonja által határolt alakzat területével. Határozzuk meg tehát a besatírozott háromszög területét (11.4. ábra).

Az ábrán látható, hogy a besatírozott háromszög területe fele egy 20 m/s «hosszúságú» és 15 s «szélességű» téglalap területének. A téglalap területe viszont egyenlő a hosszúság és a szélesség szorzatával.

Így a test által 15 s alatt megtett l_1 út:

$$l_1 = \frac{1}{2}\left(20\,\frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 15\,\text{s}\right) = \frac{300\,\text{m}}{2} = 150\,\text{m}\,.$$

A következő 10 másodpercben a test egyenletesen, 20 m/s sebességgel mozog, így a test által ez idő alatt megtett l_2 út a következő:

$$l_2 = v \cdot t = 20\,\frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 10\,\text{с} = 200\,\text{м}.$$

Így a test által a 25 másodperces megfigyelés alatt megtett út l (11.5. ábra):

$$l = 150\,\text{m} + 200\,\text{m} = 350\,\text{m}.$$

A megtett út l és a teljes idő t ismeretében megtudjuk határozni a test átlagos sebességét:

$$v_{\text{átl}} = \frac{l}{t} = \frac{350\,\text{m}}{25\,\text{s}} = 14\,\frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

HOGY IS VAN VALÓJÁBAN?



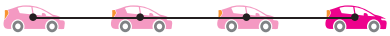
«Az autó az út első felében 10 m/s sebességgel haladt, a második felében pedig 40 m/s sebességgel. Mekkora az autó átlagsebessége az egész út alatt?» Ha ezt a kérdést felteszitek valakinek (barátaitok körében is végezhettek felmérést), nagy valószínűséggel a következő választ fogjátok kapni: «Természetesen 25 m/s». De ez nem így van. Ebben az esetben egy autó átlagsebessége csak 16 m/s. Gondolkodjatok el azon, honnan ered ez a válasz.



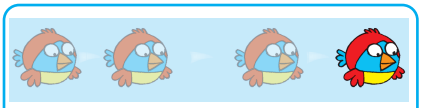
ÖSSZEGZÉS

A MECHANIKAI MOZGÁS FAJTÁI

Nézzük a sebességet

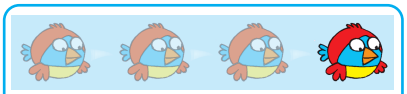


A mozgás sebessége **nem változik** → a mozgás **egyenletes**

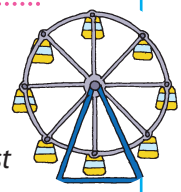


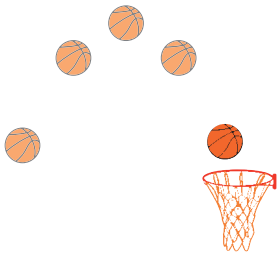
A mozgás sebessége **változik** → a mozgás **változó**

Nézzük a mozgáspályát



A sebesség mozgáspályája — **egyenes** → a mozgás **egyenes vonalú**





A mozgáspálya **görbe** → a mozgás **görbe vonalú**

A mechanikai mozgás leírásakor figyelembe kell vennünk, *hogy a test sebessége változik-e, és hogy milyen a mozgáspálya.* A kerék mozgása görbe vonalú egyenletes.

A test átlagsebessége — a test által megtett teljes útnak és az út megtételéhez szükséges időnek a hányadosával egyenlő:

$$\text{A test átlag sebessége} = \frac{\text{Teljes megtett út}}{\text{Teljes idő}} \qquad v_{\text{átl}} = \frac{l}{t}$$

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Milyen mozgást nevezünk változónak? Mondjatok rá példát! **2.** Soroljátok fel a mechanikai mozgás fajtáit. Mondjatok rájuk példát. **3.** Mit nevezünk átlagsebességnek? Hogyan határozható meg? **4.** A mozgás sebességének a grafikonja segítségével hogyan határozható meg a test által bizonyos idő alatt megtett út?

GYAKORLAT № 11

1. Mondjatok példákat: a) egyenes vonalú egyenletes mozgásra; b) egyenes vonalú változó mozgásra; c) görbe vonalú egyenletes mozgásra; d) görbe vonalú változó mozgásra.

2. Egy fiú kijött az iskolából és hazasétált. Az első kilométert 0,5 óra alatt tette meg, a maradék 5 km-en pedig az apja vitte, ami 0,1 órát vett igénybe. Határozd meg a fiú iskolából hazafelé megtett útjának átlagsebességét.

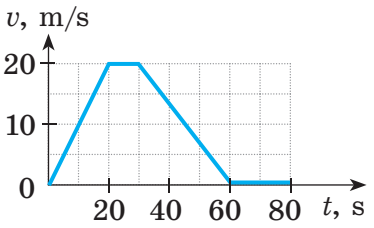
3. A vonat 1 h alatt 60 km-t tett meg. Utána még 30 min-ig 90 km/h sebességgel haladt. Mennyi a vonat átlagsebessége?

4. A hegyet megmászva a turista 3 km-t tett meg 1 óra alatt. A hegyről ugyanazon az úton ment lefelé. Mennyi időt töltött a turista az ereszkedéssel, ha az átlagsebessége végig 1 m/s volt?

5. Az út első részében a repülőgép 600 km/h sebességgel haladt, a fennmaradó időben 800 km/h sebességgel. Határozzátok meg a repülőgép átlagsebességét!

6. Egy autó az út első felében 60 km/h sebességgel, a második felében 100 km/h sebességgel haladt. Határozzátok meg az autó átlagsebességét.

7. Az autó sebességének grafikonja alapján (lásd az ábrát):



a) írd le, hogyan mozgott az autó;
b) határozd meg az autó által megtett távolságot;
c) derítsd ki, hogy mennyi ideig haladt az autó ugyanolyan sebességgel;
d) határozzátok meg az autó átlagos sebességét a megfigyelés első percében; a megfigyelés teljes idejére.
Milyen helyzetekben haladhatott így az autó?

8. Keresd meg a megyéd vasúti térképét és bármelyik külvárosi vonat menetrendjét. Ezen adatok felhasználásával határozd meg a vonat átlagsebességét mindkét irányban és több közbeeső állomás között.

Kulcsfogalmak

Egyenes vonalú egyenletes mozgás • Görbe vonalú egyenletes mozgás • Egyenes vonalú változó mozgás • Görbe vonalú változó mozgás • A mozgás átlagsebessége

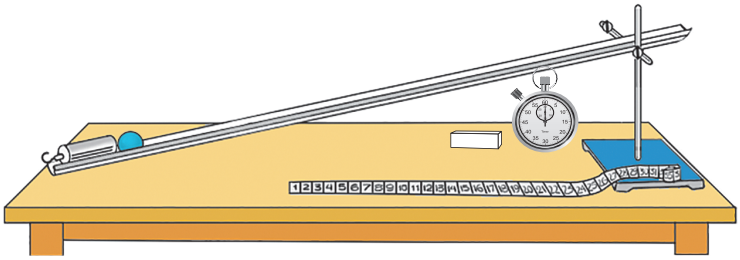
LABORATÓRIUMI MUNKA № 1

rnk.com.ua/106639

Téma. A test átlagsebességének meghatározása.

Eszközök: a test változó mozgásának vizsgálata; a test átlagsebességének a meghatározása.

Eszközök: stopperóra; mérőszalag; 1–1,5 m hosszú csatorna; golyó; szorítócsavarral és fogóval ellátott laboratóriumi állvány; fémhenger (vagy más tárgy, amely megakadályozza a labda mozgását a csúszdán); egy darab kréta.



ÚTMUTATÓ A MUNKÁHOZ

A kísérlet előkészítése

1. Ellenőrízd, hogy tudod-e a válaszokat a következő kérdésekre.
   1) Milyen mozgásokat nevezünk változó mozgásnak?
   2) Hogyan számítják ki egy test átlagsebességét?
2. Készítsd elő az eszközöket.
   1) Csatlakoztasd a csatornát az állványlábhoz. Ereszd lejjebb a lábat, a csatornát pedig a horizonthoz képest enyhén kisebb szögben helyezd el.
   2) Tégy egy krétajelet a csatorna tetejére.

Kísérlet

Kövesd a biztonsági utasításokat.

A mérési eredményeket közvetlenül jegyezd be a táblázatba.

1. Helyezd a fémhengert a csatorna aljára.
2. Mérd meg a jelzéstől a hengerig az l távolságot (ez a távolság megegyezik azzal a távolsággal, amelyet a golyó a csatorna mentén fog megtenni).
3. Helyezd a golyót a jel elé, engedd el a golyót anélkül, hogy meglöknéd, és határozd meg a golyó gurulásához szükséges t_1 időt (a golyó mozgásának kezdetétől a fémhengerbe ütközés pillanatáig eltelt időt).
4. Ismételd meg a kísérletet további két alkalommal.

A kísérlet sorszáma	A megtett út l, m	A golyó mozgásideje t, s	A golyó mozgásának átlagos ideje $t_{átl}$, s	A golyó mozgásának átlagsebessége $v_{átl}$, m/s
1				
2				
3				

A kísérlet eredményeinek feldolgozása

1. Számítsd ki a golyó mozgásának átlagos idejét: $t_{átl} = \frac{t_1 + t_2 + t_3}{3}$.
2. Határozd meg a golyó átlagsebességét: $v_{átl} = \frac{l}{t_{átl}}$.

Írd be az eredményeket a táblázatba.

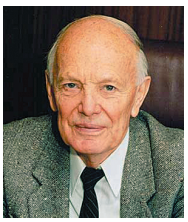
A kísérlet és eredményeinek elemzése

A kísérlet és az eredmények elemzése után írj egy következtetést, amelyben kifejted, hogy: 1) milyen mozgást vizsgáltál; 2) milyen mennyiség értékét határoztad meg; 3) milyen eredményeket kaptál; 4) milyen tényezők befolyásolták az eredmények pontosságát.

Alkotói feladat

Tervezzetek és írjatok le egy vázlatot annak a kísérletnek a bizonyítására, hogy egy teljes csúszdán változóan lefelé guruló golyó átlagos sebessége eltér a csúszda felénél lévő golyó átlagsebességétől. Magyarázd meg, hogy ezek az értékek miért nem egyeznek meg.

FIZIKA ÉS TECHNIKA UKRAJNÁBAN



Borisz Jevhenovics Paton (1918–2020) — kiváló mérnök, tudós és tudományos főmunkatárs. Világhírűvé vált az elektromos ívhegesztéssel kapcsolatos kutatásai és a különböző iparágakban és az építőiparban használt hegesztőgépek megalkotása révén.

B. J. Paton 1953-ban lett az J. O. Paton Elektromos Hegesztési Intézet (Kijev) igazgatója. A tudós vezette azokat a kutatásokat, amelyek a modern kohászat egy teljesen új, világszerte elismert irányzatának kialakítását eredményezték.

1958-ban B. J. Paton az Ukrán Tudományos Akadémia rendes tagja lett, 1962-től 2020-ig pedig annak állandó elnöke volt.

2. FEJEZET ÖSSZEFOGLALÁSA

1. rész — «Egyenes vonalú egyenletes mozgás»

1. Már megtanultátok, hogy mi is az *a mechanikai mozgás*, illetve sikeresen megismertetek néhány *alapvető mechanikai alapfogalmat*.

MECHANIKAI MOZGÁS — a test vagy a test részeinek idővel történő helyzetváltoztatása a térben más testekhez képest

Vonatkoztatási rendszer

Koordináta-rendszer | Vonatkoztatási test | Időmérő szerkezet

Anyagi pont	Az anyagi pont mozgáspályája
Egy olyan test fizikai modellje, amelynek méretei a feladat szempontjából elhanyagolhatók	Egy mozgó pont által a térben leírt képzeletbeli vonal

2. Már megismerkedtetek *a mechanikai mozgást jellemző fizikai mennyiségekkel*.

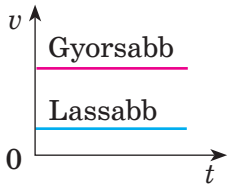
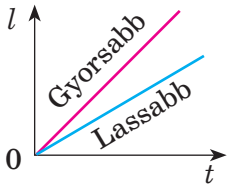
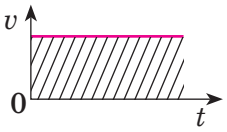
Megtett út l — a mozgáspálya hosszával egyenlő fizikai mennyiség; $[l]=\text{m}$	*Elmozdulás* $\vec{s}$ — az egyenes irányított szakasza, amely összeköti a test kezdeti és végső helyzetét; $[s]=\text{m}$	*Egyenletes mozgás sebessége* $\vec{v}$ — olyan fizikai mennyiség, amely a test által megtett útnak és ezen út megtételéhez szükséges időnek a hányadosával egyenlő: $v=\frac{l}{t}$; $[v]=\text{m/s}$

3. Megtanultátok megkülönböztetni *a mechanikus mozgások típusait*.

A MECHANIKAI MOZGÁS TÍPUSAI

A mozgáspálya alakja szerint	A mozgás jellege szerint
Egyenes vonalú	Egyenletes
Görbe vonalú	Változó

4. Megtanultad az egyenletes mozgás vizsgálatát *a mozgásgrafikonok és a sebesség grafikonjai* segítségével.

A sebesség grafikonja	A megtett út grafikonja	A sebesség és a megtett út grafikonjai közötti kapcsolat
		 Az út számbelileg megegyezik a sebesség grafikonja által határolt alakzat területével

REFERÁTUMOK ÉS BESZÁMOLÓK TÉMÁI

1. Az időmérő eszközök evolúciója.
2. A világ leggyorsabb vonatai.
3. A hajós sebességrekordok története.
4. Az autós sebességrekordok története.

KÍSÉRLETI KUTATÁSOK TÉMÁI

1. Az emberi reakcióidő mérése vizuális jelre.
2. A gyaloglás átlagsebességének meghatározása.
3. Az eldobott labda repülési átlagsebességének meghatározása.
4. A testek átlagebességének meghatározása különböző módszerekkel.

PROJEKTFELADATOK TÉMÁI

1. A közlekedés fejlődése: tutaj — csónak — hajó; léghajó — sárkányrepülő — repülőgép; autó.
2. Az optimális utazási útvonal kidolgozása a városodból (faludból) Európa bármely városába.
3. Ki a leggyorsabb? Az állatok és járművek sebességének kutatása és összehasonlítása.
4. Egy papírrepülő mechanikai mozgása: a mozgáspályák tanulmányozása, grafikonok felrajzolása, az átlagsebesség meghatározása stb.

2. FEJEZETHEZ TARTOZÓ ELLENŐRZŐ FELADATOK

1. rész — «Egyenes vonalú egyenletes mozgás»

rnk.com.ua/106653

Az 1–5, 7–8. kérdéseknel válaszd ki a helyes választ.

1. *(1 pont)* Egy mozgásban lévő vonat nyugalomban van:
   a) a Föld középpontjához képest;
   b) a vagonban ülő utashoz képest;
   c) a vonat kerekének egy pontjához képest;
   d) a sínekhez képest, amelyek mentén halad.

2. *(1 pont)* Melyik testet lehet anyagi pontnak tekinteni?
   a) labda; c) Mars;
   b) elefánt; d) bárm elyiket, a feladattól függően.

3. *(1 pont)* Milyen műszerekre van szükséged a test átlagsebesség méréséhez?
   a) vonalzóra és mérőhengerre;
   b) mérőhengerre és stopperórára;
   c) mérőszalagra és stopperórára;
   d) vstoonpaplezróórraá éras sebességmérőre.

4. *(2 pont)* Az űrhajó 20 másodpercig 10 000 m/s sebességgel haladt. Mennyit utazott az űrhajó ez idő alatt?
   a) 5 km; c) 200 km;
   b) 20 km; d) 500 km.

5. *(2 pont)* A vonat átlagosan 40 m/s sebességgel haladt. Mennyi ideig tartott az út a két város között, ha a két város közötti távolság 624 km?
   a) 1 h 34 p; c) 4 h 20 p;
   b) 4,2 h; d) 15,6 h.

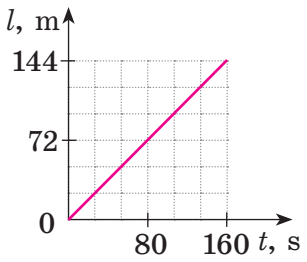
6. *(2 pont)* Párosítsa egy test térbeli mozgását (1–3) azzal a koordinátarendszerrel (A–C), amely a legmegfelelőbb a test helyzetének meghatározásához.

1	Egy férfi szárnyasruhában repül	**A**	Egydimenziós koordináta-rendszer
2	A hajó a tó felszínén halad	**B**	Kétdimenziós koordináta-rendszer
3	A lift függőlegesen emelkedik	**C**	Háromdimenziós koordináta-rendszer

7. *(2 pont)* Melyik élőlénynek van a legnagyobb sebessége?
a) egy 10 m/s sebességgel vágtató lónak;
b) egy 25 km/h meghaladó macskának;
c) egy méhnek, amelyik 500 m/p sebességgel repül;
d) egy ámbráscetnek, amelyik 10 csomós sebességgel halad (1 csomó ≈ 1,852 km/h).

8. *(2 pont)* Egy fiú fél órán át 24 km/h sebességgel kerékpározott, majd 6 km-t gyalogolt 4 km/h sebességgel. Határozd meg a fiú átlagsebességét.
a) 9 km/h; b) 18 km/h; c) 20 km/h; d) 28 km/h.

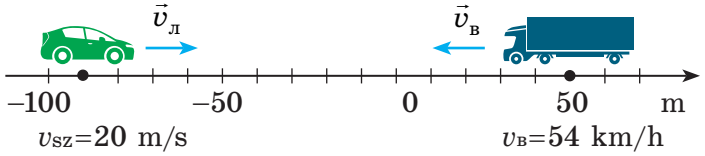
9. *(2 pont)* Az egyenletes mozgás esetén a távolság és az idő grafikon (1. ábra) segítségével határozd meg a test sebességét. Add meg válaszodat méter/másodpercben (m/s) és kilométer/órában (km/h).



1. ábra

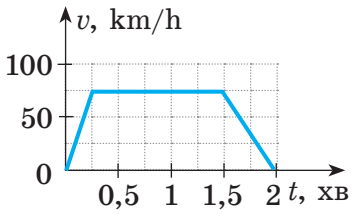
10. *(3 pont)* Egy túrázó 2 km/h sebességgel haladt végig egy hegyi ösvényen, majd 6 km/h sebességgel tért vissza a kiindulási pontra. Mekkora volt a túrázó átlagos sebessége az egész út során?

11. *(3 pont)* Az 2. ábra adatainak felhasználásával határozd meg, hogy mennyi időbe telhet, amíg a személygépkocsi és a teherautó találkoznak.



2. ábra

12. *(3 pont)* A 3. ábra egy autó sebességének grafikonját ábrázolja. Határozd meg az autó legmagasabb sebességét és a megtett utat.



3. ábra

Hasonlítsd össze a feladatokra adott válaszaidat a könyv végén található válaszokkal. A helyesen megoldott feladatok esetében add össze az összes pontot, és oszd el 2-vel. Az így kapott szám megfelel a teljesítményszintednek.

2. FEJEZET

MECHANIKAI MOZGÁS

2. rész «Egyenletes körmozgás. Rezgőmozgás»



Tisztában vagytok azzal, hogy a turmixgép pengéi milyen gyorsan forognak, és később ki is tudjátok majd számítani, hogy melyik mozog gyorsabban — a turmixgép feje vagy egy autó.

Tudtok a dupla forgású körhintákról (ülés és egész körhinta), de megtudjátok azt is, hogy a Földön minden ember egész életében részt vesz ebben a fajta mozgásban

Tudjátok, hogyan kell hintázni, de meg fogjátok tanulni, hogy ez a mozgás az alapja számos fizikai jelenségnek.



rnk.com.ua/
106696

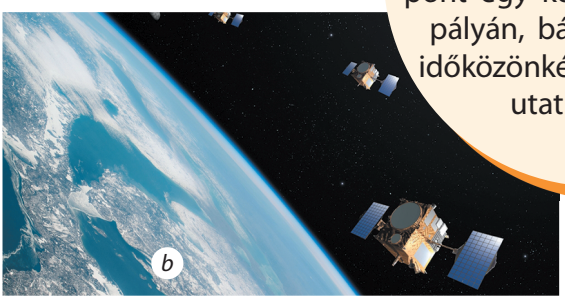
§ 12. AZ ANYAGI PONT EGYENLETES KÖRMOZGÁSA. FORGÁSI PERIÓDUS

Az óriáskerék kabinjának mozgása, a centrifuga működése az űrhajósképzés során, a pörgetési fázis a kalapácsvető I endítésénél, a turmixgép kése a koktél készítésekor... De vajon van-e valami közös ezekben a látszólag teljesen különböző mozgásokban? Derítsük ki!

1. Melyek az egyenletes körmozgás jellemzői?

Mi például az óriáskerék mozgáspályája? Biztosak vagyunk benne, hogy könnyen felfedeztétek a következő dolgot: a körvonalat. Nyilvánvaló, hogy körvonalú mozgást követ az óriáskerék több pontja is. Minden ilyen pont ugyanazt az utat követi bármely adott időintervallumban. Itt tehát egy *egyenletes körmozgással* van dolgunk. A következőkben, amikor bármely fizikai test egyenletes körmozgásáról beszélünk, azt a testet anyagi pontnak tekintjük. Természetesen erre a mozgásra számos példa ismeretes (12.1. ábra).







12.1. ábra. Példák a körmozgásra: *a* — egy szélturbina pontjainak mozgása; *b* — a műholdak mozgása geostacionárius pályán; *c* — a ruha mozgása a mosógép dobjában centrifugálás során

Egy anyagi pont egyenletes körmozgása — ez egy olyan görbe vonalú mozgás, amelyben a pont egy kör alakú mozgáspályán, bármely egyenlő időközönként ugyanazt az utat járja be.

TUDTÁTOK, HOGY ...



Kerék — az emberiség egyik olyan találmánya, amelynek alakját és funkcióit tekintve nincs párja a természetben.

Ötezer éves fennállása során a kerék számos mechanizmus és jármű szerves elemévé vált: az ókori szekerektől a modern repülőgépekig.



2. Hogyan kell kiszámítani a periódusidőt?

Az egyenletes körmozgás megfigyelése azt mutatja, hogy ez egy *periodikus mozgás*, azaz olyan mozgás, amely rendszeres időközönként ismétlődik. Például egy óra másodpercmutatójának a hegye 60 másodpercenként megismétli a mozgását. Ennek a mozgásnak a jellemzői a *periódusidő* és a *frekvencia*. Egyenletes körmozgás esetén a *keringési időre* és a *fordulatszámra* hivatkozunk.

A forgás periódusa — olyan fizikai mennyiség, amely egyenlő azzal az időtartammal, ami alatt az egyenletes körmozgást végző anyagi pont egy teljes fordulatot tesz meg.

A periódusidőt a T szimbólummal jelöljük. *A periódusidő a SI rendszerben a* — **másodperc:** $[T] = \text{s}$.

Gondoljatok a percés óramutatók periódusidejére.



Amikor felhabosítunk egy tejturmixot, a penge minden egyes pontja 6000 fordulatot tesz meg 30 másodperc alatt (12.2. ábra). Egy fordulat idejének meghatározásához osszuk el a periódusidőt ($t = 30$ s) a fordulatszámmal ($N = 6000$): $T = \dfrac{30\,\text{s}}{6000} = 0{,}005\,\text{s} = 5\,\text{ms}$. Vagyis a keverőpenge T pontjainak periódusideje 5 ms.



12.2. ábra. A turmixgép pengéi 12 ezer fordulatot tesznek percenként

A T periódusidő meghatározásához tehát ki kell számolni a t idő alatt végrehajtott N forgások számát, és a következő képletet kell hozzá alkalmazni:

$$T = \frac{t}{N}$$

3. Hogyan függ össze a periódusidő és a fordulatszám?

Az eszközök műszaki jellemzőinek meghatározásakor a fordulatszámot használják a forgási periódus (periódusidő) helyett (12.3. ábra).



12.3. ábra. A modern processzorok hűtős ventilátorjának fordulatszáma 50–60 fordulat/mp

Fordulatszám — egy fizikai mennyiség, amely megegyezik az időegységenkénti fordulatszámmal.

A fordulatszámot az n szimbólummal jelöljük, és a következő képlettel határozzuk meg:

$$n = \frac{N}{t},$$

ahol a t — periódusidő; N — az ez idő alatt végrehajtott fordulatok száma.

A fordulatszám mértékegysége a SI rendszerben — **másodpercenkénti fordulatszám:**

$$[n] = \frac{\text{ford.}}{\text{s}} = \frac{1}{\text{s}}.$$

Mivel a $T = \frac{t}{N}$, és $n = \frac{N}{t}$, arra a következtetésre jutottunk, hogy a forgás periódusa és a fordulatszám kölcsönösen fordított mennyiségek, így:

$$n = \frac{1}{T};\ T = \frac{1}{n}$$

Minél nagyobb a test forgásának a periódusa, annál kisebb a fordulatszáma, és fordítva.

Reméljük, hogy könnyen meg tudjátok majd határozni a turmixgép pengepontjainak sebességét (lásd a 12.2. ábrát).



KUTATÁS

Amire szükséged lesz: mikrohullámú sütő; egy pohár víz; stopperóra.

Helyezd a pohár vizet a mikrohullámú sütőbe, felnőtt felügyelete mellett kapcsold be a sütőt, és határozd meg a pohár fordulatszámát illetve a forgási periódusát. Melyik test forgási periódusa nagyjából azonos?



4. Hogyan lehet kiszámolni az egyenletes körmozgás sebességét?

Ha a test egyenletesen mozog a körvonal mentén, akkor a keringési időnek megfelelő idő alatt $(t = T)$ a test egy fordulatot végez, vagyis a körvonal hosszával megegyező távolságot tesz meg. Ismerve az utat és az időt, ami alatt a test megtette az adott utat, megkapjuk *az egyenletes körmozgás sebességének a képletét*:

$$v = \frac{l}{t} = \frac{2\pi R}{T}$$

Help

A körvonal l hossza meghatározható a matematikából már ismert képlet segítségével: $l = 2\pi R$, ahol π — matematikai állandó; R — kör sugara. *Feladatmegoldáshoz vegyük figyelembe, hogy* $\pi = 3{,}14$.

Egyenletes körmozgás sebességére utalnak akkor is, amikor például a Föld műholdjainak sebességéről, vagy egy körhintában ülő ember sebességéről, stb. beszélnek.

HOGY IS VAN VALÓJÁBAN?



Egy blogger azt állította, hogy a kulcstartóját véletlenül a nadrágjával együtt kimosta. Szerinte a «távolság», amit a kulcstartónak mindössze 5 perc alatt kellett megtennie a centrifuga működése alatt, körülbelül 6 km volt. Hitelesek voltak-e a blogger adatai?



ÖSSZEGZÉS

Az anyagi pont egyenletes körmozgása — olyan mozgás, amikor a mozgó pont egy kör alakú mozgáspályán ugyanazt az utat járja be egyenlő időközönként.

A forgás periódusa

T — egy fordulat ideje.

$$T = \frac{t}{N}$$

$$[T] = \text{s}$$

t — megfigyelési idő;
N — a megfigyelés ideje alatt tett fordulatszám;
R — a kör sugara

$$T = \frac{1}{n}$$



Forgási frekvencia n — az időegységre jutó fordulatszám.

$$n = \frac{N}{t}$$

$$[n] = \frac{\text{ford.}}{\text{s}} = \frac{1}{\text{s}}$$

Az egyenletes körmozgás sebessége:

$$v = \frac{2\pi R}{T}$$

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Milyen mozgást nevezünk egyenletes körmozgásnak? **2.** Miért periodikus az egyenletes körmozgás? **3.** Mit nevezünk forgás periódusának és hogyan határozható meg? **4.** Mit nevezünk fordulatszámnak? **5.** Hogyan függ össze a periódusidő és a fordulatszám? **6.** Hogyan határozható meg az egyenletes körmozgás sebessége?

GYAKORLAT № 12

1. Egy autó kereke 18 másodperc alatt 24 fordulatot tesz meg. Határozzátok meg a keréktárcsa egy pontjának forgási periódusát.

2. Milyen a fúró tokmányán lévő pontok fordulatszáma, ha maga a tokmány 900 fordulatot tesz percenként?

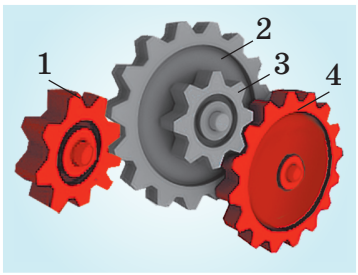
3. Az emberi látás sajátosságai olyanok, hogy képes az eseményeket különbözőként azonosítani, ha a közöttük lévő időintervallum nagyobb, mint 0,2–0,3 s. Milyen gyakran kell a csillagszórót körbe-körbe mozgatni ahhoz, hogy egy világító gyűrűt lássunk?

4. Ismeretes, hogy egy személyi számítógép mikroprocesszorának ventilátora 3600 fordulat/perc frekvenciával forog. Mekkora a ventilátor lapátjainak forgási periódusa?

5. Egy tanuló 5 percig körhintázott. Ez idő alatt 100 fordulatot tett meg. Melyik esetben mondhatjuk, hogy a tanuló forgásának periódusa 3 s volt?

6. Mekkora a turmixgép pengéje hegyének a sebessége, amikor turmixot készít (lásd a 12.2. ábrát)? A penge átmérője 50 mm.

7. A fogaskerekek az ábrán látható módon vannak fogakkal ellátva. Az 1. fogaskerék 9 fogú, a 2. fogaskerék 15 fogú, a 3. fogaskerék 8 fogú, a 4. fogaskerék pedig 16 fogú. A 2. és 3. fogaskerék egy közös tengelyre van szerelve. Határozzuk meg a 4. fogaskerék forgási periódusát, ha az 1. fogaskerék fordulatszáma 5 ford/perc.



8. Keress három érdekes tényt a kerékről. Elemezd alaposan az információkat, végezd el a megfelelő módosításokat, és rögzíts egy rövid (legfeljebb 1 perces) videót a témáról.

Kulcsfogalmak

Egyenletes körmozgás • A forgás periódusa • Fordulatszám

rnk.com.ua/106642

LABORATÓRIUMI MUNKA № 2

Téma. A forgási periódus és a fordulatszám meghatározása.

A munka célja: az egyenletes körmozgást végző test forgási periódusának és fordulatszámának a meghatározása.

Eszközök: műanyag golyó vagy más kisebb test (gomb, kulcs, egyéb), amit cérnára köthetünk; 15 cm sugarú kört ábrázoló papírlap; 50–60 cm hosszú, erős cérna; stopper; vonalzó.

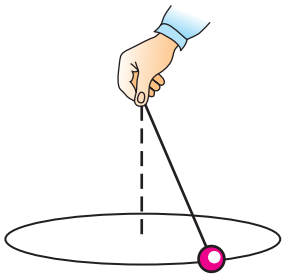
ÚTMUTATÓ A MUNKÁHOZ

Előkészület a kísérlethez

1. Győződj meg arról, hogy tudod a válaszokat a következő kérdésekre.
   1) Milyen mozgást nevezünk egyenletes körmozgásnak?
   2) Milyen képletet használhatunk a test egyenletes körmozgásának kiszámítására? Milyen képlet használható a fordulatszám meghatározására?
2. Rögzíts egy labdát egy zsinórhoz. Készítsünk hurkot a húr szabad végére.

Kísérlet

Kövesse a biztonsági előírásokat.



1. Fogjátok meg a cérnát a huroknál. Helyezzétek a kezetek a kör középpontja fölé. Mozgassátok a testet úgy, hogy annak mozgáspályája egybeessen a körrel.
2. Mérjétek meg azt a t időt,amely alatt a test 10 fordulatot tesz meg.

A kísérlet eredményeinek feldolgozása

Határozd meg a test forgási periódusát, fordulatszámát és a sebességét.

A kísérlet és az eredmények elemzése

A kísérlet elemzéseként írjatok egy következtetést, amelyben megállapítjátok: 1) milyen mozgást vizsgáltatok; 2) milyen értékeket mértetek; 3) milyen eredményeket kaptatok; 4) mi a hiba forrása.

Alkotói feladat

Tervezzetek meg és írjatok le egy vázlatot egy olyan kísérlethez, amely a cérna hosszától függően meghatározza a választott eszköz forgásának periódusát és a fordulatszámát. Végezzétek el a kísérletet. Vonjatok le következtetést.



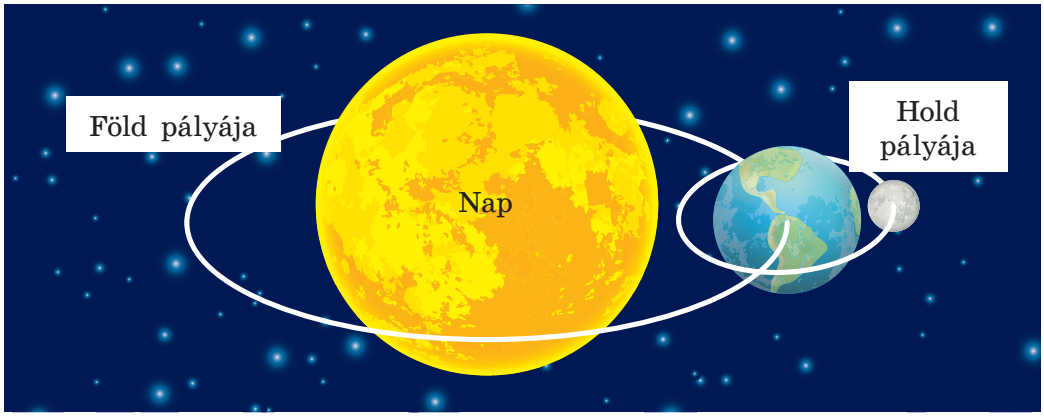
rnk.com.ua/
106697

§ 13. A FÖLD ÉS A HOLD MOZGÁSA

Több mint 5000 évvel ezelőtt az ókori Babilon papjai a Holdat figyelve jól ismert időintervallumként határozták meg a hetet. Hogyan tették ezt? Mi a Hold mozgásának sajátossága? Ebben a bekezdésben választ találsz ezekre és sok más kérdésre.

1. Használhatók-e természeti jelenségek az idő mérésére?

Emlékezzünk vissza a Naprendszer felépítésére: a bolygók a Nap körül keringenek, amely a rendszer középpontjában helyezkedik el. A 13.1. ábra a Nap körül keringő Földet és a Holdat (amely a Föld körül kering) mutatja. A Föld és a Hold pályája (mozgás pályája) szinte majdnem kör* alakú. A Föld Nap körüli mozgása és a Hold Föld körüli mozgása példák a periodikus, egyenletes körmozgásra, amelyet, mint már tudjátok, a *forgási periódus* jellemez. Ráadásul mind a Föld, mind a Hold a saját tengelye körül is forog.



13.1. ábra. A Föld és a Hold mozgása. Megjegyzendő, hogy mindhárom égitest egy képen elférjen, a méret és a köztük lévő távolság aránya megváltozott a valóságoshoz képest

* Pontosabban, a Föld és a Hold elliptikus pályán mozog.

Logikus, hogy a forgási periódust természetes időegységként használjuk. A kíváncsi emberek pontosan ezt tették az ókorban. Hosszú megfigyelések révén megbízható időegységeket azonosítottak: nap, év, hónap.

Mit gondolsz, milyen jelenséghez kapcsolódik a «hónap» időegység?



Egy nap — a Földön az egymást követő napfelkelték közötti idő, *azaz a Föld saját tengelye körüli forgásának időtartama*.

Év — a Föld Nap körüli keringésének időtartama.

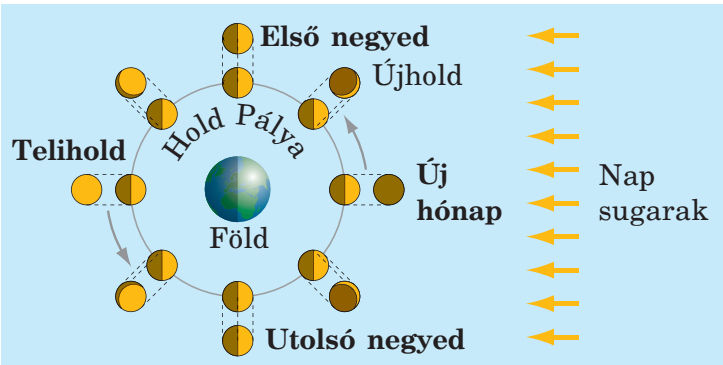
HOGY IS VAN VALÓJÁBAN?



A 12. fejezet hátterében látható szingapúri óriáskerék neve «Flyer». Az interneten számos leírás található erről a szerkezetről, de az információk némelyike eltérő. Az egyik forrás például azt állítja, hogy a kerék forgási ideje 100-szor rövidebb, mint a Föld forgási ideje, egy másik szerint 28 perc, egy másik szerint pedig 37 perc. A «Flyer» hivatalos honlapja nem tartalmaz információt a forgási periódusról, de megadja a kerék átmérőjét (150 m) és a mozgásának lineáris sebességét (0,24 m/s). Mennyi a «Flyer» kerék tényleges forgási ideje?

2. Miért áll egy hét 7 napból?

Úgy tartják, hogy a «hónap» időegységet az ókori Babilonban találták ki. Az éjszakai égbolt megfigyelése során a papok észrevették, hogy az újhold körülbelül 29 naponként* jelenik meg az égen. Így jött létre az időegység, a hónap. Ez idő alatt a Hold a Föld körül keringve egy *teljes fázisváltási cikluson* megy keresztül: *újhold, első negyed, telihold, utolsó negyed* (13.2. ábra).



13.2. ábra. Az ókorban a hónap kezdetét és végét a Hold fázisai alapján határozták meg (a Hold képe a külső körben az, ahogyan mi látjuk a Holdat a Földről)

* Pontosabban — 29 nap 6 órától akár 29 nap 20 óráig.

A holdfázisok száma alapján a papok a holdhónapot négy részre osztották, és körülbelül hét napot kaptak — az általunk *hétnek* nevezett időegységet.

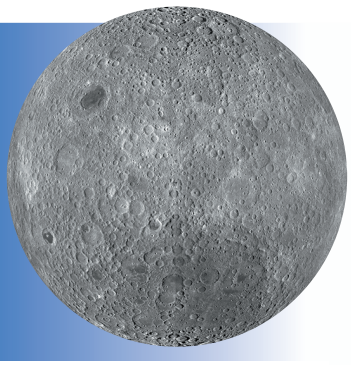
A Föld tengely körüli forgásának időtartama 24 óra (egy nap), a Nap körül pedig 365 nap és 6 óra. Kényelmesebb egész számokat használni, és megállapodtak abban, hogy a három egymást követő év időtartama 365 nap; a negyedik év végén $6 \cdot 4 = 24$ «extra» óra halmozódik fel, így a negyedik év $365 + 1 = 366$ napos (ezt nevezik «*szökőévnek*»).

Nem lehetséges, hogy az év során 29 napig tartó holdhónapok teljes számát kapjuk, ezért most a *naptári hónap* fogalmát használjuk, amely nem függ a holdfázisoktól, és 28-tól 31 napig tart.

KUTATÁS

Amire szükséged van az minden este néhány perc szabadidő.

Végezd el a Hold fázisainak teljes ciklusának szisztematikus megfigyelését, bármelyik fázissal kezdve. A megfigyelések során készítsetek sematikus ábrákat a Holdról, mindegyik mellett feltüntetve a dátumot. A vizsgálat eredményei alapján készítsetek egy összefoglaló rajzot: emeljétek ki a Hold fázisait, jelöljétek meg a dátumokat. Igazuk volt a babiloni papoknak, amikor a hold teljes ciklusát négy részre osztották? Beszéljétek meg osztályonként a tanulmány eredményeit és kihívásait.



13.3. ábra. A Hold hátoldalának képe

3. Láthatod-e a Hold túlsó oldalát

Az ókori babiloni papok, az ókori Görögország tudósai, Galileo Galilei a középkorban, és mi mindannyian ugyanazt a holdi «tájat» figyeljük: A Hold mindig ugyanazzal az oldalával néz a földi megfigyelő felé. Miért van ez így? Hiszen a Hold nemcsak a Föld körül forog, hanem a saját tengelye körül is. A válasz igen egyszerű: a Hold Föld körüli keringési ideje és a saját tengelye körüli forgási ideje egybeesik (kb. 27,3 nap). Az űreszközök segítettek meglátni a láthatatlant: ma már bárki láthatja a Hold hátoldalát a műholdfelvételeken (13.3. ábra).

TUDTÁTOK, HOGY...



A 13. § hátterében egy *szuperhold* látható, egy olyan jelenség, amikor bolygónk holdja a legnagyobbnak tűnik. Ezt a holdat évente körülbelül három-négy alkalommal láthatjuk. Nagyobb Holdat akkor látunk, amikor a «telihold» fázisa egybeesik azzal, hogy a Hold pályájának a Földhöz legközelebbi pontján, az úgynevezett *perihéliumban* van.

4. Lehetséges-e utolérni a Földet a Föld körüli pályán?

A Föld keringési sebességének kiszámításához nézzük meg egy szakkönyvben, hogy a Nap és a Föld közötti távolság körülbelül 150 millió km.

A Föld Nap körüli keringési ideje egy év, azaz körülbelül 365 nap. Minden nap 24 órából, egy óra 60 percből és egy perc 60 másodpercből áll. Használjuk a képletet a körön belüli egyenletes mozgás sebességének kiszámításához: $v_F = \frac{2\pi R}{T}$. Tehát:

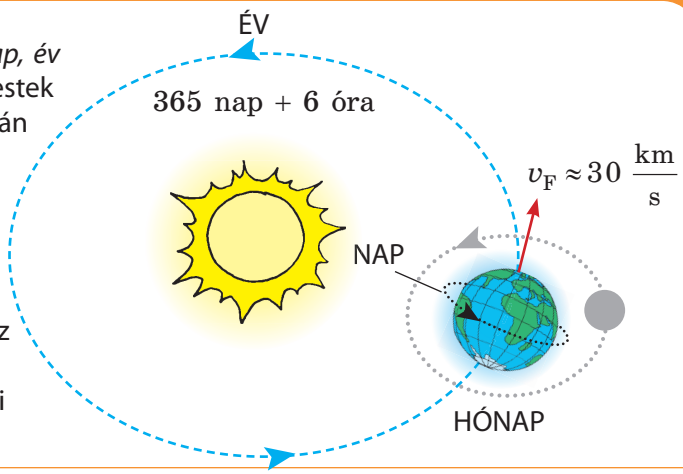
$$v_F = \frac{2 \cdot 3{,}14 \cdot 150\,000\,000}{365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} \approx 30 \left(\frac{\text{km}}{\text{s}} \right).$$



30 km/s — ez őrületes sebesség. Ha az emberiség feltalálná azokat a járműveket, amelyek ilyen sebességgel tudnának haladni, akkor Kijevből Lvivbe körülbelül 20 másodperc alatt lehetne eljutni.

ÖSSZEGZÉS

Időegységek *nap, hónap, év* meghatározása az égitestek forgási periódusai alapján határozzák meg.
Nap — a Föld tengely körüli forgásának időtartama.
Hónap — a Hold Föld körüli keringési idejéhez kapcsolódik.
Év — a Föld Nap körüli forgásának időtartama.





ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Milyen pályán kering a Föld a Nap körül? A Hold pályája a Föld körül? **2.** Milyen természeti jelenségekhez kapcsolódnak a következő időegységek: év, hónap, hét, nap? **3.** Mi a szökőév oka? **4.** Miért nem látjuk soha a Hold sötét oldalát? **5.** Milyen gyorsan kering a Föld a Nap körül?



GYAKORLATOK № 13

1. Határozd meg, hogy a Föld hány fordulatot tesz meg a tengelye körül egy hét alatt.

2. Határozd meg órákban, mennyi idő alatt tesz meg a Föld 2 fordulatot: a) a tengelye körül; b) a Nap körül.

3. Add meg SI-egységben: 1 nap; 1 hét; 1 év.

4. Határozd meg, hogy a Hold megközelítőleg hányszor kerüli meg a Földet az alatt az idő alatt, amíg a Föld 28 fordulatot tesz meg a tengelye körül.

5. Határozd meg a Hold sebességét a Föld körül. Tegyük fel, hogy a Hold 390 000 km sugarú körpályán mozog, és a Hold Föld körüli keringési ideje 27,3 nap.

6. A fúró fordulatszáma fúrás közben 3600 fordulat/perc. Mekkora az a maximális sebesség, amellyel egy 50 mm átmérőjű fúrószár csúcsa mozog? Hasonlítsátok össze ezt a sebességet a Hold Föld körüli keringésének sebességével, valamint a városban közlekedő járművek megengedett sebességévelel.

7. A Jupiter (a Naprendszer legnagyobb bolygója) és a Nap távolsága 5,2-szerese a Föld és a Nap távolságának, valamint 1 év a Jupiteren 11,9-szer hosszabb, mint a Földön. Melyik bolygó mozog gyorsabban a Nap körül? Hányszor gyorsabb?

8. Hasonlítsd össze a Vénusz, a Föld és a Mars bolygók pályáinak átlagos sugarát és a Nap körüli keringési idejüket. Határozzátok meg e bolygók Naphoz viszonyított sebességét. Készítsetek rövid bemutatót.

Kulcsfogalmak

Év • Hold hónap • Календарний місяць • Hét • Nap



rnk.com.ua/
106698

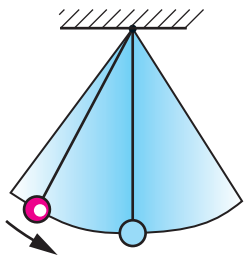
§ 14. REZGŐMOZGÁS. AMPLITÚDÓ, A REZGÉSEK PERIÓDUSA ÉS FREKVENCIÁJA

A természetes időintervallumok, mint például egy nap, egy hónap, egy év, meglehetősen hosszúak, és ezért sajnos nem túl hasznosak a hétköznapi tevékenységek szempontjából. A rezgőmozgás meghatározta a kisebb időintervallumok — másodpercek, percek, órák — mérésének módját.

1. Hogyan készítsünk ingát?

Nehezéket kötünk az egyik végén rögzített cérnára, majd kibillentjük azt *egyensúlyi állapotából*. A nehezék *kileng*, vagyis egyik szélső helyzetből másik szélső helyzetbe lendül, meghatározott időközönként megismételve a mozgást. Tehát a rezgőmozgás és az egyenletes körmozgás fontos közös tulajdonsággal rendelkezik: mindkét mozgás *periodikus*.

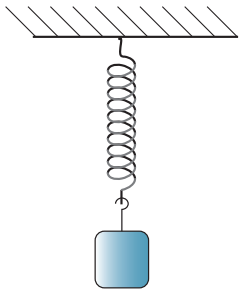
A fonálon vagy rugón rezgő nehezék az *egyszerű inga példája* (14.1. ábra).



14.1. ábra. A rezgőmozgás — periodikus mozgás

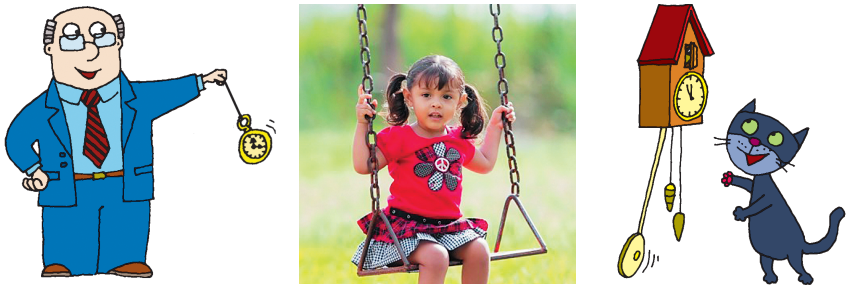
Az **inga** olyan szilárd test, amely a Föld nehézségi erejének vagy rugónak a hatására rezgőmozgást végez.

Azokat az ingákat, amelyeken a test egy rugó hatására rezeg, *rugós ingáknak* nevezzük (14.2. ábra). A rugós ingák rezgése a rugó tulajdonságaitól és a test tömegétől függnek.



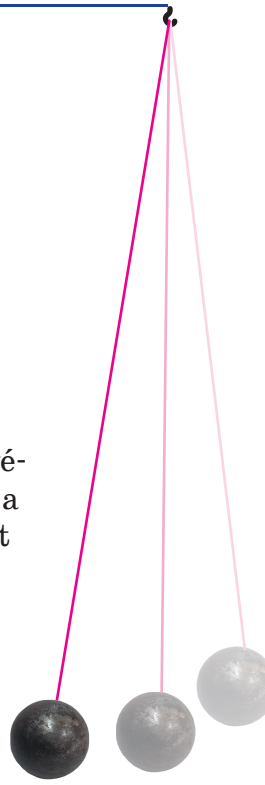
14.2. ábra. Egyszerű rugós inga példája

Azokat az ingákat, amelyek a Föld nehézségi ereje hatására mozognak, *fizikai ingáknak* nevezzük (14.3. ábra). Ezek rezgései meglehetősen összetettek, mert függnek az inga tömegétől, méretétől, alakjától stb.



14.3. ábra. Példák a fizikai ingákra

Hogy a test mérete és alakja ne befolyásolja az inga lengését, olyan hosszú fonalra kell rögzíteni, melynek a mérete a test méreténél jelentősen nagyobb. Ebben az esetben a testet anyagi pontnak tekinthetjük. Eközben a fonálnak vékonynak és könnyűnek, valamint szilárdnak kell lennie, hogy a test változatlan távolságra legyen a rögzítési ponttól. Az ilyen ingát *fonál ingának* nevezzük, és *a fonál hosszát tekintjük az inga hosszának* (14.4. ábra).



14.4. ábra. Egy hosszú, rugalmatlan szálon lévő fémgolyó nagyon alkalmas a rezgések alapvető tulajdonságainak tanulmányozására

TUDTÁTOK, HOGY...



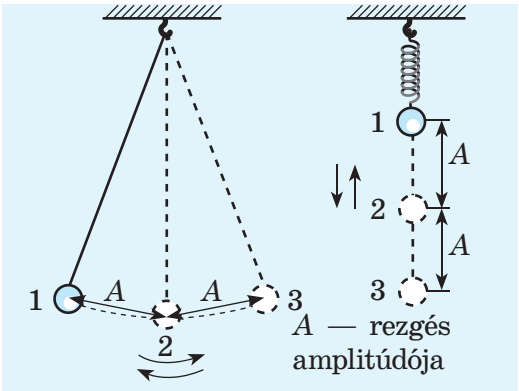
A 14. § képe *Foucault ingáját* mutatja a párizsi Pantheonban. Méretei lenyűgözőek: a réz «súly» tömege közel 30 kg, a «fonál» hossza pedig 67 m.

A Foucault-inga segítségével demonstrálható a Föld saját tengelye körüli forgása. Ha egy ideig megfigyeled ezt az óriást, látni fogod, hogy a Foucault-inga nemcsak leng, hanem lassan körbe is forog. Valójában az ingasík mozdulatlan marad, a megfigyelő pedig a padlóval, a Pantheonnal és a Földdel együtt forog.

2. Mit nevezünk a rezgés amplitúdójának?

Az inga lengéseit figyelve könnyen észrevehetjük, hogy van egy legnagyobb távolság, amelyre elmozdul a rezgőmozgást végző test az egyensúlyi helyzetéhez képest. Ezt a távolságot a *rezgés amplitúdójának* nevezzük (14.5. ábra).

A **rezgés amplitúdója** — fizikai mennyiség, amely megegyezik a rezgő testnek az egyensúlyi helyzetétől mért legnagyobb kitérésével.



14.5. ábra. A golyó mozgása az 1. helyzetből a 3. helyzetbe (a 2. helyzeten át), majd újra az 1. helyzetbe — ez egy rezgés; A — a rezgés amplitúdója

A rezgés amplitúdójának jelölése — A, *mértékegysége a SI rendszerben* — a **méter:** $[A] = \text{m}$.

3. Hogyan számítsuk ki a rezgés periódusát és frekvenciáját?

A rezgőmozgás periodikus mozgás, ezért olyan fizikai mennyiségekkel jellemezhető, mint a *rezgési periódus* és a *rezgési frekvencia*.

A **rezgés periódusa** — olyan fizikai mennyiség, amely egy rezgés idejével egyenlő.

A rezgés periódusát, ahogy az egyenletes körmozgás periódusát, T-vel jelöljük és a következő képlettel határozhatjuk meg:

$$T = \frac{t}{N},$$

ahol t — a megfigyelési idő; N — a megfigyelési idő alatt történt rezgések száma.

A periódus mértékegysége a SI rendszerben — a **másodperc:** $[T] = \text{s}$.

KUTATÁS

Amire szükséged lesz: mobiltelefon; huzódzkodó rúd vagy hasonló eszköz; és egy asszisztens.

Váljatok egy időre «emberi ingává», és mutassátok be a rezgési folyamatot. Tartsd be a biztonsági szabályokat. Próbáljátok meg megváltoztatni a rezgés paramétereit. Készítsetek fényképes vagy videós beszámolót a kutatásotokról. Határozzátok meg a különböző esetekre vonatkozó rezgési periódusokat. Elemezzétek az eredményeket.



A **rezgések frekvenciája** — fizikai mennyiség, amely az egységnyi idő alatt történt rezgések számával egyenlő.

A rezgések frekvenciájának a jele ν (nü) és a következő képlettel határozható meg:

$$\nu = \frac{N}{t}$$

A rezgések frekvenciájának a mértékegysége a SI rendszerben — a **hertz** (Hz) (Heinrich Hertz tiszteletére (14.6. ábra)).

Ha a test egy másodperc alatt egy rezgést végez, akkor rezgésének a frekvenciája egy hertz: $1\ \text{Hz} = \frac{1}{\text{s}}$.

A rezgések ν frekvenciája és T periódusa egymás fordított (reciprok) értékei:

$$\nu = \frac{1}{T}$$



14.6. ábra. Heinrich Rudolf Hertz (1857–1894) — német fizikus, az elektromos rezgéshullámok elméletének egyik megalapítója

Az ingának van egy nagyon fontos tulajdonsága: *ha az inga rezgésének amplitúdója jelentősen kisebb az inga hosszánál, akkor a rezgések periódusa és frekvenciája független az amplitúdótól.*

A kis rezgéseknek ezt a tulajdonságát *Galileo Galilei** fedezte fel, és ez a tulajdonság az alapja a mechanikus órák működésének.

4. Milyen rezgéseket nevezünk csillapítatlanoknak?

Kibillentjük a hintát az egyensúlyi állapotából, majd elengedjük. A hinta lengeni kezd. Az ilyen kilengést **szabad rezgésnek** nevezik.

Ha a hintára nem hatunk, akkor lengésének az amplitúdója bizonyos idő múlva érezhetően lecsökken, majd a lengés teljesen megszűnik.

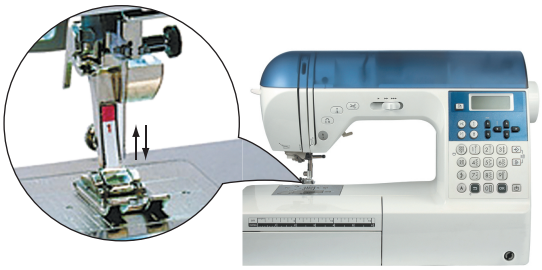
Azokat a rezgéseket, amelyeknek az amplitúdója az idő múlásával csökken, **csillapított rezgéseknek** nevezzük.

A szabad rezgések mindig csillapítottak. Ilyen rezgést végez a harang ütője, a gitár húrja, a fa ágai.

* Ezt a tulajdonságot Galileo Galileinek fedezte fel, amikor a templomban a hosszú láncra felfüggesztett csillárok mozgását figyelte, és összehasonlította azok lengési frekvenciáját saját pulzusának frekvenciájával.

A **csillapítatlan rezgés** amplitúdója az idő múlásával nem változik.

Ilyen rezgés például a varrógép tűjének a mozgása: ameddig működik a gép, addig végzi a rezgéseket (14.7. ábra).



14.7. ábra. A varrógép tűjének mozgása mint a csillapítatlan rezgés példája

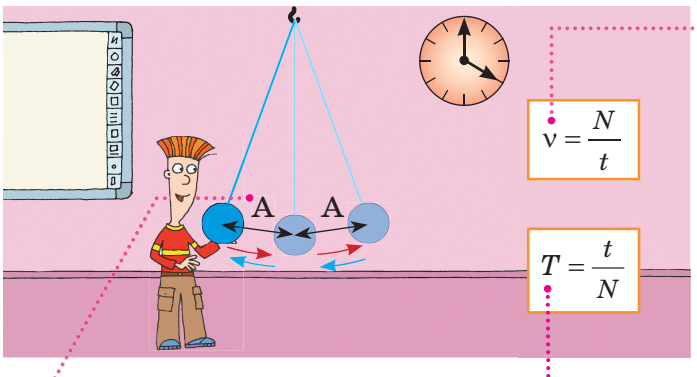
Mit kell tennünk, hogy a hinta lengésének amplitúdója idővel ne csökkenjen, vagyis csillapítatlan legyen?





ÖSSZEGZÉS

A rezgő mozgás *(lengés)* periodikus mozgás. Megkülönböztetnek csillapított és csillapítatlan rezgéseket.



$$\nu = \frac{N}{t}$$

$$T = \frac{t}{N}$$

A rezgések ν frekvenciája — fizikai mennyiség, amely az egységnyi idő alatt történt rezgések számával egyenlő;

$[\nu] = 1/\text{s}$

t — megfigyelés ideje
N — a rezgések száma a t idő alatt

A rezgés A amplitúdója — fizikai mennyiség, amely megegyezik a rezgő testnek az egyensúlyi helyzetétől mért legnagyobb kitérésével;

$[A] = \text{m}$

A rezgés T periódusa — fizikai mennyiség, a mely egy rezgés idejével egyenlő;

$[T] = \text{s}$

A rezgések frekvenciája és periódusa *egymással fordítottan arányos:*

$$\nu = \frac{1}{T}$$

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Miért periodikus a rezgőmozgás? **2.** Mondjatok példákat rezgésekre! **3.** Mondjatok példát ingára! **4.** Mondjátok el az amplitúdó, periódus és frekvencia meghatározását! Mi a mértékegységük? **5.** Milyen kapcsolat van a rezgések frekvenciája és periódusa között? **6.** Milyen rezgést nevezünk csillapítottnak és csillapítatlannak?

GYAKORLATOK № 14

1. Rezgés közben a test a bal szélső helyzetből a jobb szélsőbe megy át. A két helyzet közötti távolság 4 cm. Határozzátok meg a rezgés amplitúdóját!

2. Az inga egy perc alatt 30 lengést (rezgést) végzett. Számítsátok ki az inga lengésének periódusát!

3. A rezgés periódusa 0,5 s. Határozzátok meg a rezgés frekvenciáját!

4. Hány rezgést végez a test 2 perc alatt, ha a rezgés frekvenciája 4 Hz?



5. Soroljatok fel a paragrafusban nem említett rezgőmozgásokat. Tisztázzátok, hogy azok csillapított vagy csillapítatlan rezgések-e!

6. A vízen lebegő úszóka 3 s alatt 2-szor bukik alá, majd emelkedik fel. Mekkora utat tesz meg az úszóka egy perc alatt, ha a szélső helyzetei közötti távolság 5 cm?



7. «Hány óra van?» — ezt a kérdést évszázadok óta felteszik. A felelet megadásához sok eszköz állt és áll ma is a rendelkezésünkre. Az egyik ezek közül az ingás óra. Tudjatok meg többet a létrehozásáról, és készítsetek beszámolót!

Kulcsfogalmak

Rezgés (lengés) • Inga • Rezgés amplitúdója • Rezgés periódusa • Rezgés frekvenciája

LABORATÓRIUMI MUNKA № 3

rnk.com.ua/106643

Téma. A fonálinga rezgésének tanulmányozása.

A munka célja: meghatározni a fonálinga rezgéseinek amplitúdóját és periódusát; kísérleti úton meggyőződni arról, hogy az inga rezgéseinek periódusa független az amplitúdótól és a nehezék tömegétől, viszont függ a fonal hosszától.

Eszközök: két meghatározott, de eltérő tömegű kis vasgolyó; két egyenként 1,05–1,1 m hosszú erős fonal; vonalzó (mérőszalag); szorítóval és gyűrűvel ellátott laboratóriumi állvány; stopperóra.

ÚTMUTATÓ A MUNKÁHOZ

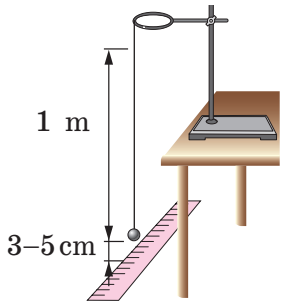
Előkészület a kísérlethez

1. A munka elkezdése előtt győződjetek meg arról, hogy tudjátok a következő kérdésekre a feleletet:
   1) Mit nevezünk a rezgés amplitúdójának?
   2) Milyen képlet segítségével számítható ki a rezgések periódusa?
2. R ögzítsük a golyót a fonálhoz úgy, hogy az így kapott inga hossza 1 m legyen.

Kísérlet. Az eredmények feldolgozása

Szigorún tartsátok be a balesetvédelmi előírásokat!

1. Helyezzétek az állványt az asztal szélére! Rögzítsétek a gyűrűt, majd kössétek rá az egyik fonalat a vasgolyóval úgy, hogy az így kapott inga hossza 1 m legyen! A gyűrűt a rögzítőcsavar segítségével olyan magasságban állítsátok be, hogy a vasgolyó 3–5 cm távolságra legyen a padlón elhelyezett vonalzótól (l. a rajzot)!



2. *Vizsgáljátok meg, hogyan függ a rezgések periódusa az amplitúdótól.*
   1) *(1. Kísérlet)* Lendítsétek ki az ingát az egyensúlyi állapotából 2–3-cm-re, majd engedjétek el és mérjétek le azt az időt, amely alatt az inga 20 lengést végez, határozzátok meg a rezgés periódusát.
   2) *(2. Kísérlet)* Ismételjétek meg a kísérletet, megnövelve a lengések amplitúdóját 5–6 cm-re.
   3) A mérések és számítások eredményeit írjátok be az 1. táblázatba!

1. táblázat

A kísérlet sorszáma	A fonal hossza l, m	A rezgések amplitúdója A, m	A rezgések száma N	A rezgések ideje t, s	A rezgések periódusa T, s
1	1				
2	1				

3. *Vizsgáljátok meg, hogyan függ az inga rezgésének periódusa a tömegétől.*

1) Az 1. kísérlet eredményeit írjátok át az 1. táblázatból a 2. táblázatba.
2) *(3. Kísérlet)* Ismételjétek meg a kísérletet a másik ingával (eltérő tömeggel). Vegyétek figyelembe: a két inga hosszának egyenlőnek kell lenni.
3) A mérések és számítások eredményeit írjátok be a 2. táblázatba!

2. táblázat

A kísérlet sorszáma	A fonal hossza l, m	A golyó tömege m, kg	A rezgések száma N	A rezgések ideje t, s	A rezgések periódusa T, s
1	1				
3	1				

4. *Vizsgáljátok meg, hogyan függ az inga rezgésének periódusa a hosszától!*

1) Az 1. kísérlet eredményeit az 1. táblázatból írjátok át a 3. táblázatba.
2) *(4. Kísérlet)* Ismételjétek meg a kísérletet, lecsökkentve az első inga hosszát 25 cm-re; a rezgések amplitúdójának 2–3 cm-nek kell lennie.
3) A mérések és számítások eredményeit írjátok be a 3. táblázatba!

3. táblázat

A kísérlet sorszáma	A fonal hossza l, m	A rezgések száma N	A rezgések ideje t, s	A rezgések periódusa T, s
1	1			
4	0,25			

A kísérlet és az eredmények elemzése

Fogalmazzátok meg a következtetéseket a következő vázlat szerint: 1) milyen mennyiségeket határoztatok meg; 2) milyen tényezők befolyásolták a mérések pontosságát; 3) függ-e az inga rezgésének periódusa az amplitúdótól, a nehezék tömegétől, az inga hosszától!

Alkotói feladat

Mérések végzése nélkül határozzátok meg a 4 m hosszú inga rezgésének periódusát, ha a rezgések amplitúdója 10 cm, a tömeg 300 g! A válaszotokat indokoljátok meg!

2. FEJEZET ÖSSZEFOGLALÁSA

2. rész «Egyenletes körmozgás. Rezgőmozgás»

Megismerkedtetek a *körmozgás*, a *rezgőmozgás* és ezek jellemzőivel.

A mozgáspálya formája	A periodikus mozgást jellemző fizikai mennyiségek		
	период T $[T]=\text{s}$	frekvencia n vagy ν $[n]=\text{ford/s}$; $[\nu]=\text{Hz}$	a periódus alatt megtett út l $[l]=\text{m}$
Egyenletes körmozgás			
Kör	$T=\frac{t}{N}$, $T=\frac{1}{n}$	$n=\frac{N}{t}$, $n=\frac{1}{T}$	$l=2\pi R$, ahol R — a kör sugara
Rezgőmozgás			
Az egyenes szakasza, körív	$T=\frac{t}{N}$, $T=\frac{1}{n}$	$\nu=\frac{N}{t}$, $\nu=\frac{1}{T}$	$l=4A$, ahol A — a rezgés amplitúdója

REFERÁTUMOK ÉS BESZÁMOLÓK TÉMÁI

1. Modern eszközök az idő mérésére.
2. A Juliánus és a Gergely-naptár története.
3. Forgómozgás a természetben és a technikában.
4. Az inga szerepe a Föld fizikai tulajdonságainak vizsgálatában.
5. Óriáskerék: a rekordok története.
6. Centrifugák a pilóták és űrhajósok kiképzésében.
7. Öt érdekes tény a Holdról.

KÍSÉRLETI KUTATÁSOK TÉMÁI

1. Rugós inga rezgési periódusának tömegtől való függésének a vizsgálata.
2. Különböző típusú mechanikus erőátviteli rendszerek tanulmányozása: fogaskerék, futószalag stb.

PROJEKTFELADATOK TÉMÁI

1. Rezgési folyamatok a technológiában, valamint az élő és élettelen természetben.
2. Háztartási készülékek forgási frekvenciáinak széles spektruma.

2. FEJEZETHEZ TARTOZÓ ELLENŐRZŐ FELADATOK

2. rész «Egyenletes körmozgás. Rezgő mozgás»

rnk.com.ua/106654

Az 1–6. feladatokban válasszatok ki egy helyes választ!

1. *(1 pont)* A rezgés frekvenciája olyan fizikai mennyiség, amely számbelileg egyenlő:
   a) egy fordulat idejével;
   b) az egységnyi időre jutó fordulatszámmal;
   c) a forgások számával a mozgás teljes ideje alatt;
   d) a test 10 fordulat megtételéhez szükséges idejével.

2. *(1 pont)* A fonálinga lengési periódusa:
   a) függ a fonál hosszától;
   b) függ a test tömegétől;
   c) függ a lengések amplitúdójától;
   d) nem függ a földi gravitációtól.

3. *(1 pont)* Hány teljes fordulatot tesz meg az óra másodpercmutatója egy tanóra (45 perc) alatt?
   a) 45; b) 60; c) 2700; d) 4500.

4. *(2 pont)* Egy helikopter légcsavarja 600 fordulatot tesz meg 0,5 perc alatt. Mennyi a légcsavar forgási periódusa?
   a) 0,8 ms; b) 50 ms; c) 5 s; d) 2 perc.

5. *(2 pont)* A fonálinga rezgési frekvenciája 2 Hz. Hány lengést végez ez az inga 1 perc alatt?
   a) 0,5; b) 2; c) 30; d) 120.

6. *(2 pont)* Egy inga 5 perc alatt 150 lengést végez. Mivel egyenlő a lengés periódusa?
   a) 0,03 s; b) 0,5 s; c) 2 s; d) 30 s.

7. *(3 pont)* Amikor egy rugóra felfüggesztett súly függőlegesen leng, az asztal feletti magassága 5 és 15 cm között változik. Egy perc alatt a súly 6 m távolságot tesz meg. Határozzuk meg a rezgések frekvenciáját, feltételezve, hogy a lengések nem csillapodnak.

Hasonlítsa össze a feladatokra adott válaszait a könyv végén található megoldásokkal. A helyesen megoldott feladatok esetében add össze az összpontszámot. Az így kapott szám megfelel az elért eredményednek.

3. FEJEZET

TESTEK KÖLCSÖNHATÁSA. ERŐK A TERMÉSZETBEN

1. rész «A tehetetlenség jelensége. Tömeg és tehetetlenség. Az anyagok sűrűsége»

Tudjuk, hogy egy tekegolyó mozgásba lendül ha meglökjük, de megtudod azt is, hogy milyen körülmények között fog állandó sebességgel mozogni

Tudjuk, hogy nem szabad átrohanni az úton egy mozgó autó előtt, de megtudod azt is, hogy a test milyen tulajdonsága teszi rendkívül veszélyessé

Tudjuk, hogy a testek tömegét mérlegekkel mérik, de vajon tudod-e, hogyan mérheted meg a mérlegre egyáltalán nem tehető testek tömegét.



rnk.com.ua/
106655

§ 15. A TEHETETLENSÉG JELENSÉGE

A gépkocsi suhan az országúton, a levegőben madár repül, a tekegolyó gurul a gurítódeszkán. Vajon minek a hatására jöttek létre ezek a mozgások? Van-e valamilyen oka a keletkezésüknek? Szükség van-e valamire a mozgások fenntartásához? Miért csökken egyes testek mozgásának a sebessége, míg másoké változatlan marad? Megpróbálunk felelni a feltett kérdésekre.

1. A cselekvés mindig kölcsönhatás?

A mindennapi életben folyton találkozunk a testek kölcsönhatásának egyes formáival. Az ajtó kinyitásakor kézzel hatunk rá; a lábunk hatására repül az elrúgott labda; a széken ülve hatást gyakorlunk rá.

Ugyanakkor az ajtók nyitogatásakor kezünkkel megérezzük a ránk irányuló hatást; a labda hatását a lábunkra főleg mezítláb érezhetjük jól; a szék ránk irányuló hatása meggátolja, hogy a földre essünk. **Tehát a hatás egyben kölcsönhatás is:** *ha egy test hat a másikra, akkor a másik test is hat az elsőre* (15.1. ábra).







15.1. ábra. Testek kölcsönhatásának példái

KUTATÁS

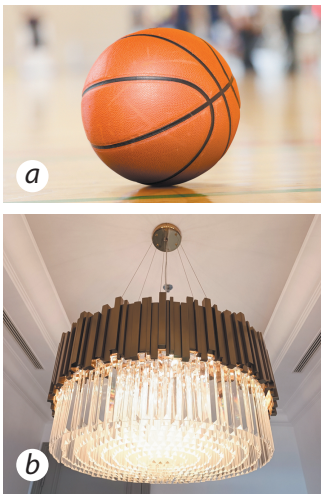
Amire szükséged lesz: két gördeszka; egy kötél.

Egy barátoddal a gördeszkán állva húzd meg a kötelet, amit ő is tart. Ki kezd el mozogni? Kommentáljátok a kísérlet eredményét. *Tartsátok be a biztonsági szabályokat!*



2. Milyen feltételek mellett van a test nyugalmi állapotban?

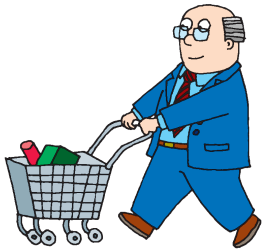
A padlón lévő labda nyugalmi állapotban van. Elég kézzel megtolnunk a labdát, és a nyugalmi állapot megszűnik — a kézzel való kölcsönhatás eredményeként a labdamozgásba lendül. Kölcsönhatásban volt-e valamivel a labda eddig a pillanatig? Természetesen igen. Jól tudjátok, hogy a földfelszín közelében lévő testek kölcsönhatásban vannak a Földdel. Ha «eltüntetnénk» a padlót, akkor a Föld vonzásának hatására a labda rögtön mozogni kezd. Eddig csakis azért volt nyugalmi állapotban, mert a padló kompenzálta (kiegyenlítette) a Föld hatását. *A test akkor van nyugalomban, ha a vele kölcsönhatásban lévő testek hatása kiegyenlítődik* (15.2., 15.3. ábra).



15.2. ábra. A testek nyugalomban vannak: *a* — labda a padlón; *b* — csillár a felfüggesztésen

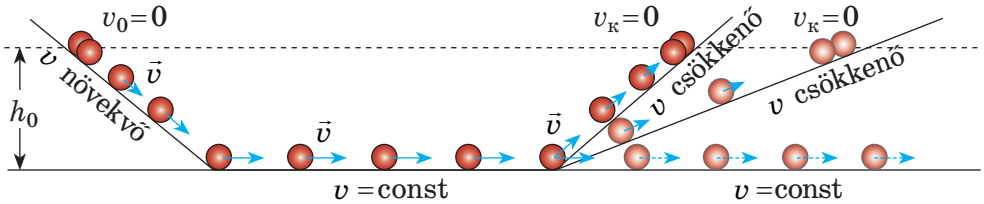
3. Milyen feltételek mellett végez a test egyenes vonalú egyenletes mozgást?

2500 évvel ezelőtt Arisztotelész görög filozófus, miközben a testek mozgásának az okain gondolkodott, arra a mindennapi élet szempontjából talán helyes, de a fizika szemszögéből helytelen következtetésre jutott, hogy a testek mozgásának a fenntartásához másik testek hatására van szükség (15.3. ábra). A XVI. század végén Galileo Galilei olasz tudós, a ferde csatornán leeresztett golyók mozgását vizsgálva és elméleti kísérletet* végezve (15.4. ábra) arra a következtetésre jutott, hogy Arisztotelész elméletével lehetetlen helyesen megmagyarázni a test mozgásának okait.



15.3. ábra. Tapasztalatból tudjuk: ahhoz, hogy a bevásárlókocsi változatlan sebességgel haladjon, valakinek tolnia kell

Galilei elméleti kísérlete. Amikor a golyó lefelé gurul a csatornában, felgyorsul; amikor felfelé gurul, csökken a sebessége. Galileiben felmerült a kérdés: «Miként fog a golyó gurulni a vízszintes, sima padlójú csatornában, amikor semmi nem fogja gátolni?» A válasz váratlan volt: a golyó bármekkora ideig gurulhat változatlan sebességgel.



15.4. ábra. Galilei kísérlete (v_0, $v_к$ — a mozgás kezdeti és végső sebessége)

TUDTÁTOK? HOGY...





Azt a kísérletet, melyet elméletben folytatnak le feltételezések formájában, a fizikában gondolatkísérletnek nevezik. Az elméleti kísérletek lehetőséget adnak a találgatások megindoklására, amit a későbbiekben reális kísérletek segítségével megerősítenek vagy megcáfolnak. Mit gondolsz, Galilei kutatásaiból mennyi volt gondolatkísérlet?

Mi is elvégzünk egy elméleti kísérletet. Képzeljetek el egy hosszú jégpályán sikló gyereket (15.5. ábra). Ha senki nem tolja és nem húzza, akkor a tapasztalatunk azt súgja, hogy egy idő után meg fog állni. A gyerek mozgásának ideje a külső feltételektől függ. Például, ha a jégre ráfagyott a hó, akkor a kisfiú már 1–2 méteren belül megáll; ha a jég teljesen sima, úgy 5 méter megtétele sem lehetetlen; ha a kisfiú korcsolyát húz fel, akkor akár 30 métert is «suhanhat».

Elmélkedjünk tovább. Képzeljük el, hogy egyáltalán nincs «fékezés». Ebben az esetben a képzeletbeli fiú ugyanolyan sebességgel csúszik a képzeletbeli jégpályán, ameddig csak akar. Ebben az esetben a Föld és a jégpálya (támasz) hatása kiegyenlíti (kompenzálja) egymást.



15.5. ábra. Megáll-e a fiú, ha semmi sem akadályozza a mozgását?

Az állandó sebességgel mozgó test állapotát a mechanikában **tehetetlenségi törvényként** ismerik:

Minden test megtartja egyenes vonalú egyenletes mozgását vagy nyugalmi állapotát mindaddig, míg nem hatnak rá más testek, vagy a rá ható testek hatása kiegyenlítődik.

4. Milyen mozgásokat tekinthetünk inerciálisnak?

Azt a fizikai jelenséget, amikor a test igyekszik megtartani nyugalmi állapotát vagy egyenes vonalú egyenletes mozgását, *tehetetlenségnek* nevezzük (a latin *inertia* — mozdulatlanság, tétlenség).

Tehetetlenségnek azt a jelenséget nevezzük, amikor a test más testek hatásának hiányában vagy azok hatásának kiegyenlítődése esetén képes megtartani a sebességét.

A fizikában a test mozgását ideális körülmények között (amikor nem hatnak rá más testek) **tehetetlenségi (inerciális) mozgásnak** nevezik.

A valóságban lehetetlen olyan feltételeket teremteni, hogy a testre más testek ne hassanak. Ezért a mindennapi életben tehetetlenségi mozgásnak azokat az eseteket tekintik, amikor a külső tényezők hatása a testre gyenge, és a test sebességének a megváltozásáig viszonylag hosszú utat tesz meg (15.6. ábra).



15.6. ábra. A korong mozgását a jégen tehetetlenségi mozgásnak tekinthetjük

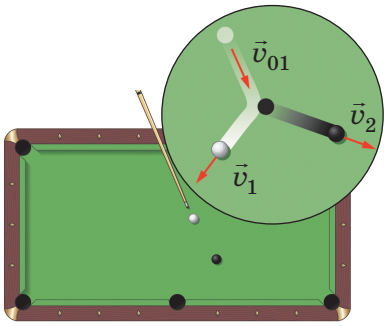
Kerékpározás közben abbahagyod a pedálozást. Miért állsz meg egy idő után? Muszáj megállnod? Ha nem, akkor miért nem?



5. Hogyan mozog a test, ha más testek rá gyakorolt hatása nem kompenzálódik?

Mit gondolsz, hogyan viselkedik a biliárdgolyó, ha nekiütközik egy másik golyó, melynek hatását semmi nem kompenzálja? Hogyan fog mozogni a cérnán függő nehezék, miután elvágtuk a cérnát, és a Föld hatása nem lesz kiegyenlítve? Ezekben és sok más esetben *a testek megváltoztatják sebességüket*: a biliárdgolyó oldalra fog repülni (15.7. ábra); a súly zuhanni kezd.

Tehát levonhatjuk a következtetést: *ha a testre ható más testek hatása nem kompenzálódik, akkor megváltozik a test sebességének az értéke vagy az iránya, vagy egyszerre mindkettő.*



15.7. ábra. A biliárdgolyók az ütközés következtében megváltoztatják a sebességüket és mozgásirányu- kat

HOGY IS VAN VALÓJÁBAN?



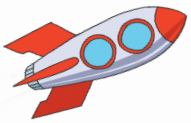
Valószínűleg hallottad már a mondatokat: «A lovas a tehetetlenség miatt átrepült a ló feje felett, amikor az megbotlott»; «Olyan gyorsan gyorsult, hogy nem tudott azonnal megállni, és a tehetetlenség miatt futott még néhány lépést»; «Az autó leállított motorral 10 métert hajtott a tehetetlenség miatt». A leírt mozgások valóban tehetetlenségi mozgások?

ÖSSZEGZÉS



A hatás kiegyenlítődik — a test egyenletesen mozog.

A hatás elmarad — a test egyenletesen mozog.



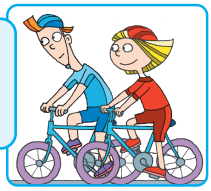


A hatások kiegyenlítik egymást — a test nem mozog.



A tehetetlenség törvénye
Egy test csak akkor végez egyenesvonalú egyenletes mozgást, vagy csak akkor van nyugalomban, ha más testek nem hat-nak rá, vagy ha ezen testek hatási kiegyenlítődnek.

Inercia — az a jelenség, hogy egy test mozgási sebességét más testek hatásának hiányában vagy annak kiegyenlítésével fenntartja.





Ha a testre ható más testek hatása nem kompenzálódik, akkor megváltozik a test sebességének az értéke vagy az iránya, vagy egyszerre mindkettő.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Bizonyítsd be példákkal, hogy a testek mindig kölcsönhatásban vannak, azaz ha van egy hatás, akkor mindíg van egy ellenhatás is. **2.** Milyen feltételek mellett van a test nyugalmi állapotban?Mondj példákat. **3.** Milyen feltételek mellett végez a test egyenesvonalú egyenletes mozgást? **4.** Hogyan mozog egy test, ha más testek nem hatnak rá? **5.** Fogalmazd meg a tehetetlenség törvényét? **6.** Magyarázd meg a tehetetlenség fogalmát. **7.** Hozz fel példákat az inerciális mozgásra.

GYAKORLATOK № 15

1. A széken ülve ti is és a szék is nyugalmi állapotban van a Földhöz viszonyítva. Milyen testek hatnak a székre? Rátok? Mit tudtok mondani ezekről a hatásokról?

2. Hozz fel példákat a mozdulatlan testekre. Milyen test hat minden egyes testre? Milyen irányban? Mit tudsz mondani ezekről a hatásokról?

3. A légbuborék változatlan sebességgel emelkedik a tó vizében. Mi hat a buborékra? Kompenzálva lesznek-e ezek a hatások?

4. Milyen feltételek mellett végez a bevásárlókocsi (15.3. ábra) egyenes vonalú egyenletes mozgást? Növekszik a sebessége? Csökken a sebessége?

5. Tekinthető-e a biliárdgolyó mozgása ütközés után tehetetlenségi mozgásnak? A választ indokoljátok meg!

6. Hozz fel példákat az inerciális mozgásra a való életből.

7. Add meg: 1) kilogrammban: a) 5,3 tonna; b) 0,25 tonna; c) 4700 g; d) 150 g; 2) grammokban: a) 5 kg 230 g; b) 270 g 840 mg; c) 56 g 91 mg.

8. Az űrben nincs mitől elrugaszkodni, de az űrhajók minden gond nélkül repülnek és változtatgatják a sebességüket. Vajon mitől «rugaszkodnak» el, amikor változtatják a sebességüket?

9. Írjatok rövid fogalmazást Tapasztalataim a testek kölcsönhatásáról címmel (lehet akár vers formájában is)! Írjátok le külön lapra, és illesszetek hozzá fényképet!

Kulcsfogalmak

Kölcsönhatás · Tehetetlenség · Kompenzált hatás· Tehetetlenségi mozgás

FIZIKA ÉS TECHNIKA UKRAJNÁBAN



Mikola Bogoljubov (1909–1992) — XX. századi ismert fizikus és matematikus, akadémikus, a nemlineáris mechanika és elméleti fizika tudományos iskolájának megalapítója. Az 1913–1950 közötti években Bogoljubov Kijevben élt és dolgozott. Ő volt az alapítója és igazgatója az Ukrán Tudományos Akadémia kijevi Elméleti Fizikai Intézetének. Az intézet ma az ő nevét viseli. Az Ukrán Tudományos Akadémia megalapította a Bogoljubov nevét viselő díjat



rnk.com.ua/
106686

§ 16. A TEST TEHETETLENSÉGE. TÖMEG

Képzeljétek el, a megállóban beszálltok a buszba. Minden hely foglalt, néhányan állnak. Az ajtók bezáródnak, az autóbusz hirtelen elindul, és nektek nagy erőfeszítésetekbe telik, hogy ne essetek el. A következő megállónál ismét fogódzkodnotok kell, mert a jármű hirtelen lefékez. Miért «lökdös» valami előre hátra benneteket?

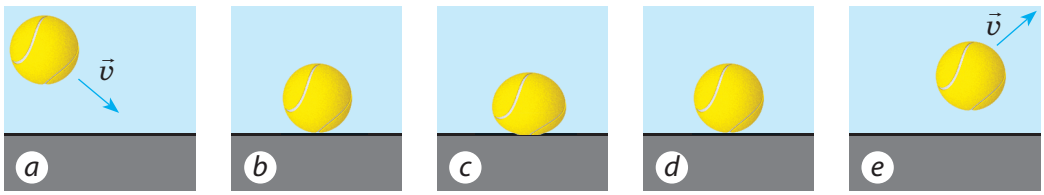
1. Mi a tehetetlenség?

Mindnyájan játszottatok már fogócskát. Voltak olyan helyzetek, amikor hirtelen meg kellett állni, irányt változtatni, felgyorsulni, elfordulni. Sikerült ezeket a mozdulatokat egy pillanat alatt elvégezni? Természetesen nem. Vagy elkaptatok valakit és belekapaszkodtatok, vagy megálltatok és úgy folytattátok a manővert. Időbe telt a felgyorsulás is.

Amikor labdával játszol, úgy tűnik, hogy a labda ugyanabban a pillanatban ér a padlót és pattan el róla. Ez azonban nem igaz: a labda egy pillanatig a padlón van (16.1. ábra).

Egyetlen test sem képes azonnal megváltoztatni a sebességét. Minden testről azt mondják, hogy «ellenáll» a sebesség változásának. A fizikában a testeknek ezt a tulajdonságát *tehetetlenségnek* nevezik. Minél nehezebb a labda, annál tovább tart az ütközés a padlóval.

A **tehetetlenség** a testek azon tulajdonsága, amely azt jelenti, hogy időbe telik, amíg a test mozgási sebessége a kölcsönhatás hatására megváltozik.



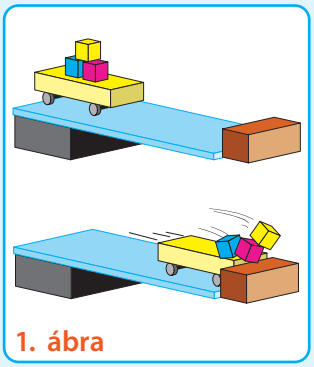
16.1. ábra. A labda padlóra csapódásának vázlata: miután a bizonyos sebességgel mozgó labda *(a)* nekiütközött a padlónak *(b)*, összenyomódik, megáll *(c)*, majd újra felveszi eredeti alakját *(d)* és visszapattan *(e)*

KUTATÁS

Nézzük meg az 1. és 2. ábrát, és végezzük el a kísérleteket.

1. Miért esnek le a kockák a kiskocsiról (1. ábra)? Emlékeztet ez a kísérlet egy hirtelen megálló buszra?

2. Miért van az, hogy ha a fonál alsó szálát lassan húzzuk, a felső szál elszakad, és ha az alsó szálat hirtelen húzzuk, az alsó szál elszakad (2. ábra)?



1. ábra



2. ábra

2. Meghatározzuk a test tömegének fogalmát

Ugyanannak a hatásnak az eredményeként egyes testek gyorsabban változtatják meg sebességüket, míg más testek jóval lassabban. Például, ha evezők segítségével fel akarjuk gyorsítani a könnyű kajakot, akkor sokkal kevesebb időre van szükség, mint a nehéz csónak felgyorsításához. Ebben az esetben azt mondjuk, hogy *a csónak tehetetlenebb a kajaknál*.

A testek tehetetlenségének fizikai oka — a *tömeg*. Minél nagyobb egy test tömege, annál hosszabb időbe telik, mire a test sebessége ugyanannak a hatásnak az eredményeként megváltozik.

A **test tömege** a test tehetetlenségének mértékéül szolgáló fizikai mennyiség.

A test tömegének a jele: m. *A mértékegysége a SI rendszerben* — **kilogramm:**

$$[m] = \text{kg}$$

A kilogrammon kívül egyéb tömegegységeket is használnak, például *tonna* (t), *gramm* (g), *milligramm* (mg):

$$1\ \text{t} = 1000\ \text{kg} = 1 \cdot 10^3\ \text{kg},\ 1\ \text{g} = 0{,}001\ \text{kg}$$
$$1\ \text{mg} = 0{,}000\,001\ \text{kg}.$$



Vannak más tömegegységek is? Mondj példákat ilyen mértékegységekre. Tudd meg, honnan származnak és mely országokban használják őket (használták).

3. Hogyan mérjük a testtömegét?

A tehetetlenségen kívül minden fizikai testnek megvan az a tulajdonsága, hogy a *gravitációs kölcsönhatás* miatt más testek vonzzák.

A tömegvonzás elvén alapul a tömeg meghatározásának legegyszerűbb és a mindennapokban leggyakrabban használt módja, a mérlegelés (16.2. ábra): *minél nagyobb a test tömege, annál nagyobb erővel vonzódik a Földhöz*, és ezért nagyobb nyomást gyakorol a mérleg karjára.



16.2. ábra. A mérlegelés a testsúly mérésének legrégebbi és legelterjedtebb módja

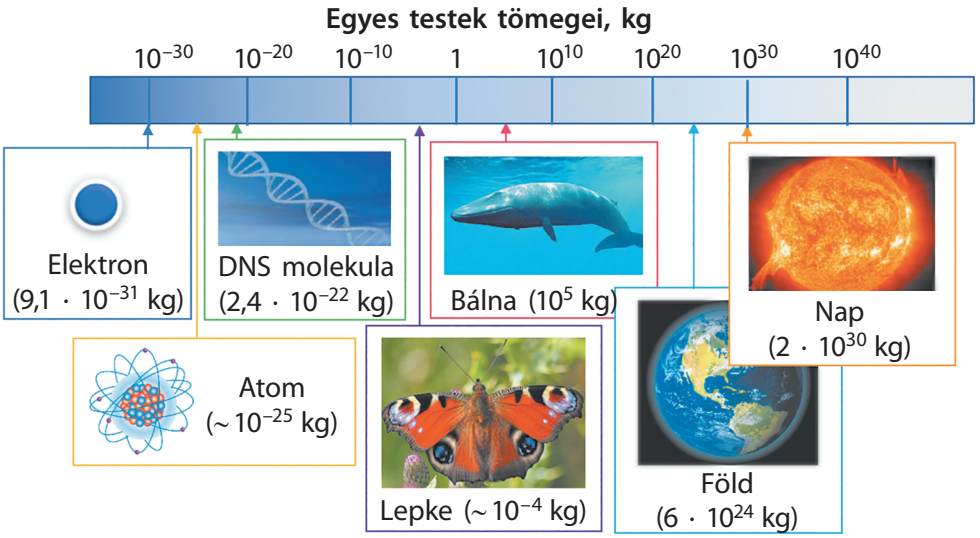
HOGY IS VAN VALÓJÁBAN?



Darya azt állítja, hogy a Földön lévő bármely test tömege mérlegeléssel mérhető, mivel minden test, mérettől függetlenül, vonzódik a Földhöz, és nyomást gyakorolhat a mérlegre. Nyikolaj úgy véli, hogy vannak olyan testek, amelyek tömege mérlegeléssel nem mérhető. Kinek van igaza?

4. A testsúlyt mindig mérlegeléssel határozzuk meg?

Feladat. Tekintsük át 16.3. ábrát. Mekkora a Föld tömege, mekkora a Nap tömege, mekkora egy atom tömege, mekkora egy bálna tömege? Meg lehet-e mérni az egyes testek tömegét mérlegeléssel?



16.3. ábra. Egyes testek tömegei a mikro-, makro- és megavilágban

Nincs kétségünk afelől, hogy helyesen válaszolt a kérdésre. A testek közül csak kettőt lehet mérlegelni, bár ez nem könnyű.

A testek tömege a testek tehetetlensége alapján is mérhető. Helyezzünk két összenyomott rugókkal ellátott kocsit egy vízszintes felületre (16.4. ábra, *a*). Amikor a rugók kiegyenesednek, a kocsiknak bizonyos sebességet adnak. Ha a kocsik *sebessége azonos*, akkor a *tömegük azonos* (16.4. ábra, *b*).

Ha az egyik kocsi, például a 2. kocsi *kisebb sebességet ér el*, akkor *nagyobb a tömege* (16.4. ábra, *c*). Ugyanakkor ahányszor a 2. kocsi sebessége kisebb, mint az 1. kocsi sebessége, annyiszor nagyobb a 2. kocsi tömege, mint az 1. kocsi tömege:

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{v_1}{v_2},$$

ahol m_1 és m_2 — a kocsik tömege; v_1 és v_2 — a kocsik kölcsönhatás utáni sebessége.

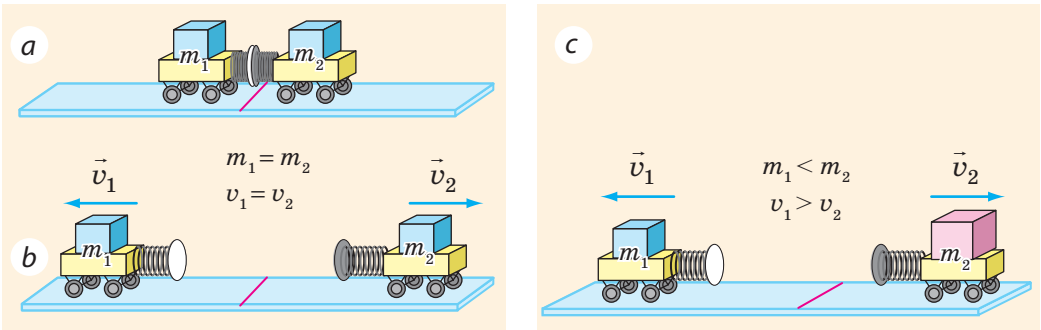
Mekkora a 2. kocsi tömege (lásd a 16.4. ábra, *c*) pontját), ha a 3 kg tömegű 1. kocsi sebessége háromszorosa a 2. kocsinak?



A kapott egyenlőség segítségével meghatározható a kölcsönható testek tömegének aránya a kölcsönhatás eredményeként elért sebesség mérése által. Ha ismert az egyik test tömege (m_1), akkor meghatározható a másik test tömege (m_2):

$$m_2 = m_1 \cdot \frac{v_1}{v_2}$$

Első pillantásra a tömegek mérésének ez a módszere nem kényelmes, de ez az egyetlen lehetőség, ha a testeket nem lehet megmérni. A legtöbb ilyen esetben a képlet nem a testek által elért sebességeken, hanem az egyes testek sebességének a kölcsönhatás következtében bekövetkező változásán alapul.



16.4. ábra. Az azonos tömegű kocsik a rugók hatására azonos sebességet érnek el. A különböző tömegű kocsik különböző sebességet érnek el

HOGY IS VAN VALÓJÁBAN...



A kilogramm a SI egyik fő mértékegysége, tehát van rá szabvány. Kezdetben az 1 liter volt a kilogramm szabványa. Ez egy edény, tiszta vízzel, körülbelül +4 °C-os hőmérsékleten. Ez a szabvány azonban nagyon kényelmetlen volt.



1880-ban létrehozták a kilogramm nemzetközi szabványát. Ez egy 39 mm átmérőjű és magasságú platina- és ródiumhenger volt. Bár ezt a mérőeszközt szinte tökéletes körülmények között tartották, a párolgás miatt fokozatosan veszített a súlyából. Ezért 2019. május 20-tól a tömegegységet fizikai acél felhasználásával képlettel határozzák meg.



ÖSSZEGZÉS

A test tehetetlensége egy tulajdonság, amely azt jelenti, hogy időbe telik, mozgásának sebessége kölcsönhatás hatására megváltozik

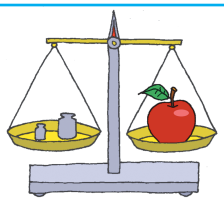
Tehetetlenebb	Kevésbé tehetetlen
Repülő	Kisbusz
Mini cooper	Kerékpár
Kisbusz	Mini cooper

A **test tömege** (*m*) egy fizikai mennyiség, amely egy test tehetetlenségi és gravitációs tulajdonságainak mérőszáma.
A tömeg SI-egysége a **kilogramm (1 kg)**.

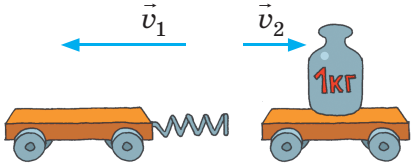


A tömeg mérésének módszerei

Mérlegelés
(a tömeg a gravitáció mértékegysége; az azonos tömegű testeket egyformán vonzza a Föld)



A testek sebességének a kölcsönhatás következtében bekövetkező változásával (a tömeg a tehetetlenség mértékegysége)



ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Mondjatok példákat arra, hogy a test sebességének változásához időre van szükség! **2.** Mi a tehetetlenség? **3.** A test mely tulajdonságait jellemzi a tömeg? **4.** Mi a tömeg mértékegysége a SI rendszerben? **5.** Soroljátok fel a tömeg megállapításának módjait! Milyen tulajdonság az alapja mindegyiknek?

GYAKORLATOK № 16

1. Az autóbusz vezetője, hogy kikerülje az akadályt, hirtelen jobbra rántotta a kormányt. Milyen irányba dőlnek az utasok?

2. Az üveg tömege a benne lévő gyümölcslével 340 g 270 mg. Határozzátok meg az üvegben lévő gyümölcslé tömegét, ha ismeretes, hogy az üres üveg tömege 150 g 530 mg!

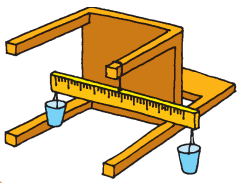
3. A közlekedési balesetek közel fele a gyalogosok hibájából történik. Milyen érvekkel győznéd meg a barátaidat, hogy tartsák be a közlekedési szabályokat?

4. Mint emlékeztek rá, a szőnyeget kétféleképpen tisztíthatjuk: porolással és rázással. A testek milyen tulajdonságán alapulnak ezek a módszerek? Mi a különbség közöttük a fizika szemszögéből?

5. Az állatvilág rendkívül sokszínű. Az osztály tanulói számára válasszatok ki néhány állatcsoportot (madarak, halak, rovarok, emlősök), és különböző forrásanyagok felhasználásával készítsetek beszámolót arról, hogy a kiválasztott csoportokon belül kik viszik a rekordot a tömeget illetően!

KÍSÉRLETI FELADAT

Mérleg saját kezűleg. Készítsetek saját kezűleg szék, vonalzó, két műanyag pohár és cérna felhasználásával mérleget (l. a rajzot)! Súlyok gyanánt különböző érméket használjatok (a tömegüket a táblázatban találjátok)! Az elkészült mérleg segítségével mérjétek meg néhány kis test tömegét.



Az érme értéke	10 k.	50 k.	1 hrn.	2 hrn.	5 hrn.	10 hrn.
Az érme tömege, g	1,7	4,2	3,3	4,0	5,2	6,4

Kulcs fogalmak

Tehetetlenség · A tehetetlenség mértéke · Tömeg · Etalon · Mérlegelés

rnk.com.ua/106656

LABORATÓRIUMI MUNKA № 4

Téma. Testek tömegének meghatározása.

A munka célja: megtanuljuk, hogyan dolgozzanak a karos mérlegekkel, és hogyan határozzák meg a testek tömegét.

Eszközök: karos mérleg; súlykészlet; két ismeretlen tömegű test; két egyforma üvegpohár: az egyik üres, a másikban víz van.

ÚTMUTATÓ A MUNKÁHOZ

Előkészület a kísérlethez

Olvassátok el a **mérlegelés szabályait!**

Kísérlet

Szigorúan tartsátok be a balesetvédelmi előírásokat!

1. Tartsátok be a mérlegelés szabályait, és a következő tárgyak tömegét mérjétek le: a) a két adott testet; b) az üres poharakat; c) a vízzel telt poharat!
2. A kapott eredményeket írjátok a táblázatba!

A kísérlet sorszáma	Mért test	A tányéron lévő súlyok	A test tömege m_0, g

A kísérlet eredményeinek feldolgozása

Határozzátok meg a pohárban lévő víz tömegét a vízzel telt pohár és az üres pohár tömegének a különbségeként!

A kísérlet és az eredmények elemzése

Kielemezve a kísérletet, készítsetek beszámolót a következő vázlat szerint: 1) milyen eszköz segítségével milyen fizikai mennyiséget határoztatok meg; 2) milyen tényező befolyásolta a mérés pontosságát; 3) melyik test tömegét állapítottátok meg a legpontosabban!

A MÉRLEGELÉS SZABÁLYAI

1. Mérlegelés előtt állítsátok be a mérleg egyensúlyát. Ha nincs egyensúlyban, a könnyebb tányérra helyezzetek papírfecniket!
2. A mérendő testet óvatosan tegyétek a bal oldali tányérra!
3. Állítsuk egyensúlyba a mérleget úgy, hogy csipesszel kivesszük a súlyo-kat a tokból, és fokozatosan rá tesszük a másik tányérra.
4. Határozzuk meg a mérlegen lévő súlyok össztömegét; a csipesszel tegyük vissza a súlyokat a tokba.

Emlékeztető! A mérleg tányérjára nem szabad nedves, forró, piszkos tárgyakat helyezni, folyadékot önteni; az ömlesztett anyagokat papírlapra kell szórni, de előtte a papír-lappal egyensúlyba kell hozni a mérleget.

Alkotói feladat

Mérjétek meg egy érme tömegét! Hogyan lehet a legpontosabban elvégezni a mérést?



§ 17. SŰRŰSÉG. A SŰRŰSÉG MÉRÉSE

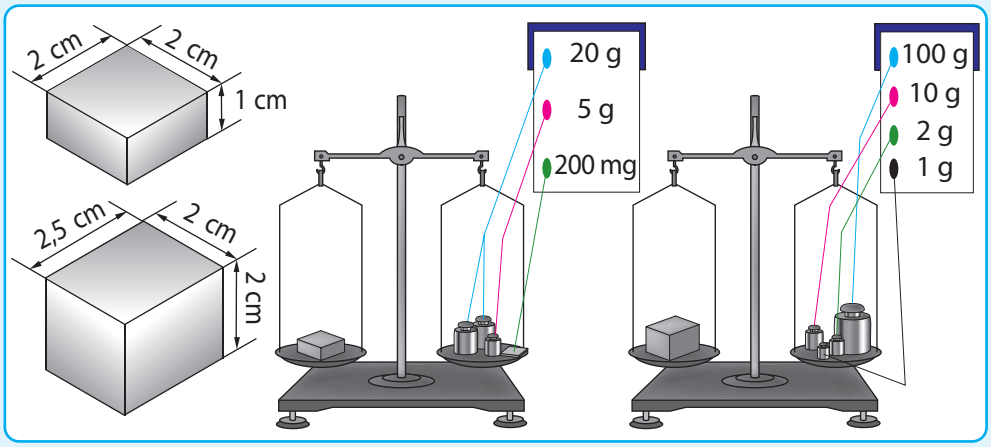
Gyakran használjuk a könnyű, mint a levegő, nehéz, mint az ólom kifejezéseket. De tudjátok-e, hogy a levegő tömege egy bevásárlóközpont belsejében közel 5000 kg? Ekkora tömeget egy erőművész sem emel fel. De egy horgászbot ólomnehezékét a kisgyerek is könnyen felemeli. Akkor helytelenek a fenti állítások? Derítsük ki!

1. Здійснюємо вимірювання та виконуємо розрахунки

KUTATÁS

A ábrán két különböző térfogatú, tömör ólomhasábot láthattok. A tömegük szintén eltérő. A mi feladatunk — *meghatározni mindegyik hasáb tömegének és térfogatának az arányát, vagyis megállapítani* 1 cm^3 *ólom térfogatát*:

1) határozzuk meg a térfogatát (V_1 és V_2) és tömegét (m_1 és m_2) mindkét hasábnak;
2) határozzuk meg az egyes hasábok tömegének és térfogatának arányát $\left(\frac{m_1}{V_1} \text{ és } \frac{m_2}{V_2}\right)$. Ugyanezeket az eredményeket kaptad?



Reméljük, mindenki helyesen számolt, és mindkét esetben azonos eredményeket kaptatok:

$$\frac{m_1}{V_1} = \frac{m_2}{V_2} = 11{,}3\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}.$$

Tehát, kiderítettük, hogy *az* 1 cm^3 *térfogatú ólom tömege* 11,3 g.

Szerintetek megváltozott volna az eredmény, ha a kísérletben kétszer ekkora tömegű egynemű ólomhasábokat használunk? Ha igen, hányszorosára?



2. Hogyan határozható meg egy anyagok sűrűsége?

A méréseket és a számításokat az ólomból készült testek esetében végeztük el. Ha más egynemű anyagból készült tömör testet, mondjuk alumíniumot szeretnénk a kísérletünkhöz felhasználni, akkor szintén azonos de az ólomtól eltérő eredményeket kapnánk. A test tömegének és térfogatának aránya nem a test, hanem a testet alkotó anyag jellemzője. Ezt a mennyiséget az *anyag sűrűségének* nevezzük.

Az **anyag sűrűsége** az anyagot jellemző fizikai mennyiség, amely az adott anyagból készült tömör test tömegének és térfogatának az arányával egyenlő:

$$\rho = \frac{m}{V},$$

ahol ρ (ró) — az anyag sűrűsége; m — a test tömege; V — at est térfogata (az anyag által elfoglalt térfogat).

A SI rendszerben a tömeg mértékegysége a kilogramm, a térfogaté — köbméter, ezért a *sűrűség mértékegysége a SI rendszerben* a **kilogramm per köbméter:**

$$[\rho] = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

Használatos még a *gramm per köbcentiméter* (g/cm^3):

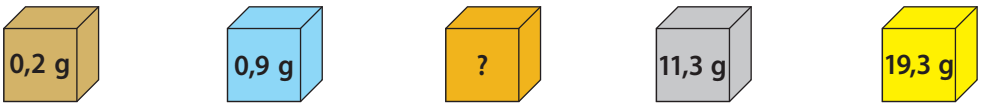
$$1\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{1 \cdot 1000\,\text{g}}{100\,\text{cm} \cdot 100\,\text{cm} \cdot 100\,\text{cm}} = 0{,}001\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}.$$

$$1\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 0{,}001\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$1\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1000\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

3. Összehasonlítjuk különböző anyagok sűrűségét

Az anyagok sűrűsége jelentősen eltérhet egymástól. Ezért van az, hogy az azonos méretű, de különböző anyagokból készült szilárd testek különböző tömegűek lesznek (lásd a 17.1. ábrát).



17.1. ábra. Az anyagok sűrűsége különböző, ezért, függetlenül azonos tégrfaotuktól (1 cm^3), a tömegük jelentősen különbözik egymástól

A 17.1. ábra segítségével határozzátok meg az arany sűrűségét. Az **anyagok sűrűségének táblázata alapján** (a tankönyv 264. oldala) határozzátok meg az 1 cm^3 térfogatú sárgaréz kocka tömegét!



A sűrűségszámítás eredménye alapján megtudhatjuk, hogy egy test milyen anyagból készült. *Ehhez mérd meg a test tömegét és térfogatát, keresd meg a test tömegének és térfogatának arányát, majd használd a sűrűségtáblázatot.*

Például az ábrán látható bagoly készítéséhez használt anyag sűrűsége (17.2. ábra):

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{8,9\ \text{kg}}{0,001\ \text{m}^3} = 8900\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

A sűrűségtáblázat segítségével megállapíthatjuk, hogy a szobor rézből készült.

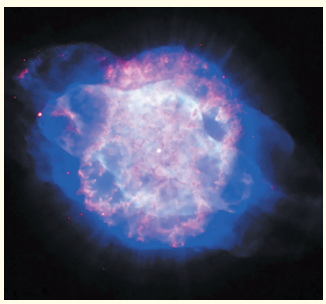


17.2. ábra. Az anyag sűrűsége, amelyből a tömör szobor készült, 8900 kg/m^3. Valószínűleg rézből öntötték

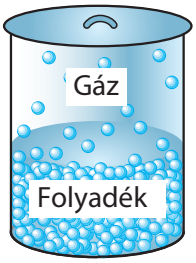
TUDTÁTOK? HOGY...



Az ozmium a legsűrűbb anyag a bolygónkon. Sűrűsége 22,6 g/cm^3. De az egész világon vannak olyan testek, amelyek sűrűsége sokkal nagyobb, mint az ozmiumé. Egy neutroncsillag átlagos sűrűsége 10^{14}–10^{15} g/cm^3. Egy ilyen sűrűségű anyaggal töltött gyufásdoboz több milliárd tonnát nyomna.



4. Tisztázzuk, milyen tényezőktől függ az anyag sűrűsége



17.3. ábra. A folyadék molekulái közötti távolság jóval kisebb, mint a gázmolekulák között távolság

A sűrűség lényegesen függ az anyag halmazállapotától és hőmérsékletétől.

Ha megváltozik az anyag halmazállapota vagy hőmérséklete, a tömege változatlan marad, hiszen az őt alkotó részecskék (molekulák, atomok) száma változatlan marad. De megváltozik az anyag térfogata, mivel megváltozott a részecskék közötti távolság átlagértéke.

Ha például a cseppfolyós halmazállapotú anyag gázneművé alakul, az anyag sűrűsége megváltozik, mert a részecskék közötti távolság növekedésével megnövekszik az anyag térfogata (17.3. ábra).

A *hőmérséklet növekedésével* megnő a részecskék közötti távolság, és ennek megfelelően *növekszik az anyag térfogata*, és *csökken a sűrűsége*. És fordítva, minél alacsonyabb az anyag hőmérséklete, annál kisebb a részecskék közötti távolság, tehát kisebb az anyag térfogata, de nagyobb a sűrűsége*.

TUDTÁTOK? HOGY...



A közönséges víz nem engedelmeskedik a fizika általános törvényeinek: ha 0 °C-ról 4 °C-ra melegítjük, sűrűsége megnő. A víz sűrűségének van egy másik furcsasága is: nagyobb, mint a jégé.



5. Hogyan kell kiszámítani a test tömegét és térfogatát?

Az ebben a fejezetben megadott példákban szilárd homogén (egynemű) testeket vettünk figyelembe, azaz olyan testeket, amelyek nem rendelkeznek üregekkel és egyetlen anyagból állnak. Ha egy test üregekkel rendelkezik vagy különböző anyagokból áll (hajó, futball-labda, ember stb.), akkor a *test átlagos sűrűségéről* beszélünk:

$$\rho_{\text{átlag}} = \frac{m}{V},$$

ahol $\rho_{\text{átlag}}$ — átlagos sűrűsége*; V — a test térfogata; m — a test tömege.

* A következőkben egy anyag sűrűségét és átlagos sűrűségét egyetlen szimbólummal jelöljük — ρ.

Egy test térfogatának és sűrűségének (a testet alkotó anyag sűrűsége vagy a test átlagos sűrűsége) ismeretében mérlegelés nélkül is meghatározható a test tömege. Valóban, ha $\rho = \frac{m}{V}$, akkor $m = \rho V$. Ennek megfelelően, ismerve a test tömegét és sűrűségét, meghatározható a térfogata: $V = \frac{m}{\rho}$.

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V \qquad \rho = \frac{m}{V} \rightarrow V = \frac{m}{\rho}$$

Ha tudod, hogy az emberi test átlagos sűrűsége körülbelül 1000 kg/m^3, akkor állapítsd meg, hogy mennyi a testsúlyod, és becsüld meg a térfogatodat. Gondolj bele, hogy miért kell inkább becsülni, mint biztosan meghatározni.



ÖSSZEGZÉS

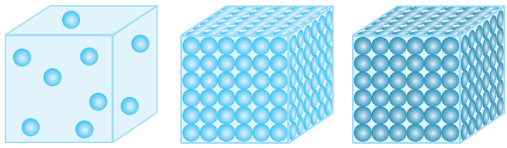
Az **anyag sűrűsége** egy adott anyagot jellemző fizikai mennyiség, amely az adott anyagból készült szilárd test tömegének és térfogatának a hányadosa.

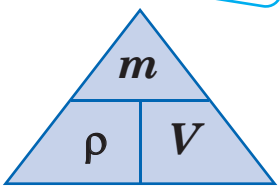




$$\rho = \frac{m}{V};\ \text{Sűrűség} = \frac{\text{Tömeg}}{\text{Térfogat}}$$

$$[\rho] = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3};\ 1\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1000\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$





A sűrűség nagyobb, ha:
- ✓ szorosabban elhelyezkedő atomok (molekulák);
- ✓ az atomok (molekulák) nagyobb tömege.

A sűrűség meghatározásának lépései

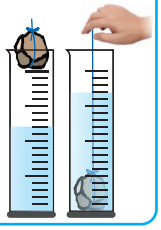
Tömegmérés

$m = 50\ \text{g}$



Térfogatmérés

$V = 10\ \text{cm}^3$



Számítás

$$\rho = \frac{m}{V}$$

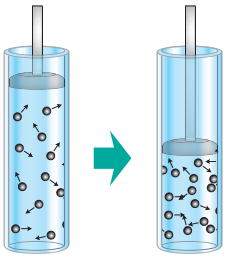
$$\rho = \frac{50\ \text{g}}{10\ \text{cm}^3} = 5\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Mit nevezünk az anyag sűrűségének? **2.** Milyen méréseket kell elvégeznünk az anyag sűrűségének meghatározásához? **3.** A sűrűség milyen mértékegységeit ismeritek? **4.** Hogyan adható meg a sűrűség gramm per köbcentiméterben (g/cm^3), ha ismeretes a kilogramm per köbméterben (kg/m^3) kifejezett értéke? **5.** Milyen tényezőktől és hogyan függ az anyag sűrűsége? **6.** Miként határozható meg a test tömege sűrűsége és térfogata alapján? **7.** Ismerve a test sűrűségét és tömegét, hogyan határozható meg a térfogata?

GYAKORLATOK № 17

1. A hengerben a dugattyú alatt oxigén van. A dugattyú süllyedni kezd (l. a rajzot). Hogyan változik eközben: a) a gáz tömege? b) a gáz térfogata? c) a gáz sűrűsége?



2. A platina sűrűsége 21 500 kg/m^3. Mekkora az 1 m^3 térfogatú platina sűrűsége? Az 1 cm^3 térfogatú platináé?

3. Valójában melyik mértékegységet hasonlítjuk össze, amikor azt mondjuk: «könnyű, mint a levegő», «nehéz, mint az ólom»?

4. Milyen esetekben egyenlő az azonos térfogatú testek tömege?

5. Két egyforma edény egyikében folyékony méz, a másikban olaj van.Melyik folyadék tömege nagyobb, és hányszor?

6. Két kockának azonos a tömege. Az egyik kocka plexiből, a másik tölgyfából készült. Melyik kocka térfogata a kisebb, és mennyivel?

Kulcsfogalmak

Anyag sűrűsége • Átlagsűrűség

LABORATÓRIUMI MUNKA № 5

rnk.com.ua/106657

Téma. Szilárd test és folyadék sűrűségének meghatározása.

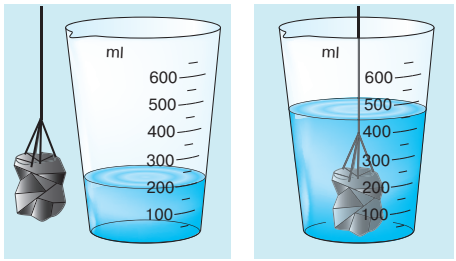
A munka célja: az adott szilárd testek és folyadékok űrűségének meghatározása.

Eszközök: mérleg súlykészlettel; vonalzó; vizsgálandó szilárd testek (fahasáb, cérnához rögzített fém test); vízzel teli mérőpohár; pohár a mérendő folyadékkal; üres pohár; papírszalvéták.

ÚTMUTATÓ A MUNKÁHOZ

Szigorúan tartsátok be a balesetvédelmi előírásokat!

A mérések és számítások eredményeit írjátok a táblázatba!



1. Karos mérleggel mérjétek meg a hasáb tömegét!
2. Mérőpohár segítségével határozzátok meg a hasáb térfogatát (l. a ábrán)!
3. Határozzátok meg a vizsgálandó folyadék tömegét és térfogatát:
   - mérjétek meg a pohár tömegét a vizsgálandó folyadékkal;
   - öntsétek a folyadékot a mérőpohárba, és határozzátok meg a térfogatát;
   - mérjétek meg az üres pohár tömegét;
   - számítsátok ki a folyadék tömegét!

A vizsgált test vagy folyadék	Tömeg m, g	Térfogat V, cm^3	Sűrűség ρ		Az anyag megnevezése
			g/cm^3	kg/m^3	

A kapott eredmények feldolgozása

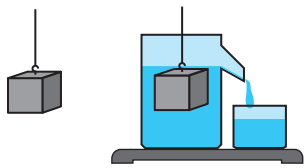
1. Határozzátok meg a vizsgált szilárd anyag és folyadék sűrűségét.
2. A sűrűségi táblázat segítségével (249. oldal) határozzátok meg a vizsgált anyagok és a folyadék megnevezését!

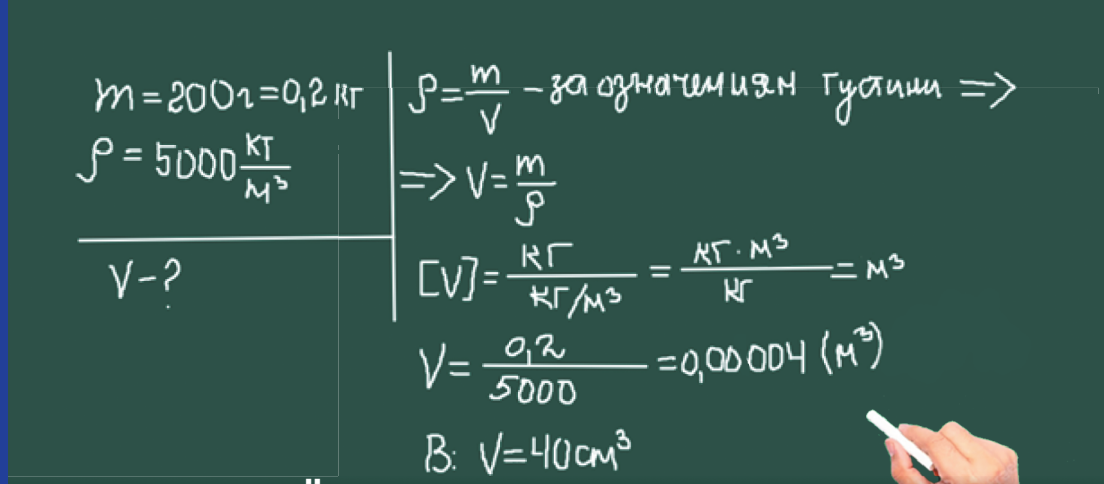
A kísérlet és az eredmények elemzése

Készítsetek elemzést, amelyben leírjátok: 1) milyen fizikai mennyiséget, és milyen eszközök segítségével mértetek meg; 2) milyen tényezők gyakorolhattak hatást az eredmények pontosságára!

Alkotói feladat

Ajánljatok olyan elméleti és gyakorlati módszereket, amelyek segítségével meghatározható a vízbe süllyesztett, alumínium kocka által kiszorított víz tömege.





§ 18. ISMERJÜK MEG A FELADATOK MEGOLDÁSÁNAK MENETÉT

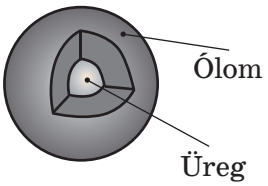
emlékeztetünk rá, mielőtt a fizikai feladat megoldásához kezdenétek, figyelmesen olvassátok el néhányszor annak szövegét, hogy megérthessétek, milyen folyamatot ír le, milyen testet vizsgál, és csak azután kezdjetek a megoldásba. Tehát figyelmesen olvassatok, gondolkodjatok, majd próbáljatok meg önállóan dolgozni, és mindenképp ellenőrizzétek, helyesen jártatok-e el.

■ **1. Feladat** A 60 cm^3 térfogatú ólomgolyó tömege 0,565 kg. Határozzátok meg, hogy a golyó tömör vagy üreges! ■

A fizikai probléma elemzése. Magyarázó rajzot készítünk. Ha az ólom ($V_ó$) térfogata kisebb a golyó (V_g) térfogatánál, akkor a golyó üreges, és az üreg tér-fogata: $V_ü = V_g - V_ó$.

Megkeressük az ólom térfogatát a táblázatban (249. oldal).

Ebben a feladatban a tömeget grammokban, a térfogatot köbcentiméterekben, a sűrűséget gramm per köbcentiméterekben kelt megadni.



Adva van:

$m_g = m_{ólom} = 0{,}565$ kg $= 565$ g

$V_g = 60$ cm^3

$\rho_{ólom} = 11{,}3 \frac{g}{cm^3}$

Meghatározni:

$V_{üreg}$ — ?

A matematikai modell felállítása, megoldás.

1. Meghatározzuk az ólom térfogatát:

$$\rho_{ól} = \frac{m_{ól}}{V_{ól}} \Rightarrow V_{ól} = \frac{m_{ól}}{\rho_{ól}};$$

$$[V_{ól}] = \frac{g}{\frac{g}{cm^3}} = cm^3; \quad V_{ól} = \frac{565}{11{,}3} = 50\ cm^3.$$

Az eredmények elemzése: $V_g > V_ó$, tehát a golyó üreges.

2. Meghatározzuk az üreg térfogatát:

$V_ü = V_g - V_ó = 60\ cm^3 - 50\ cm^3 = 10\ cm^3$.

Felelet: $V_{üreg} = 10\ cm^3$.

■ **2. Feladat** Hány 25 m^3 térfogatú vasúti tartálykocsira van szükség 1080 t olaj szállításához? ■

A fizikai probléma elemzése. A tartálykocsik számát kiszámíthatjuk, ha az olaj (V) térfogatát osztjuk egy tartálykocsi (V_0) térfogatával. Az olaj teljes térfogatát a tömege és sűrűsége alapján határozzuk meg. Az olaj sűrűségét a táblázatban találjátok (249. oldal).

A feladatot SI egységekben oldjuk meg.

Adva van:
$m = 1080\ \text{t} = 1\,080\,000\ \text{kg}$
$\rho = 800\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
$V_0 = 25\ \text{m}^3$

Meghatározni:
N — ?

A matematikai modell felállítása, megoldás. A sűrűség meghatározása alapján kiszámolhatjuk az olaj teljes térfogatát: $\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho}$.

Meghatározzuk a tartálykocsik számát:

$$N = \frac{V}{V_0} = \frac{m}{\rho} : V_0 = \frac{m}{\rho V_0}.$$

Ellenőrizzük a mértékegységet, és meghatározzuk a keresett mennyiséget:

$$[N] = \frac{\text{kg}}{\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \text{m}^3} = 1; \quad N = \frac{1\,080\,000}{800 \cdot 25} = 54.$$

Az eredmények elemzése. A számítások eredményeként kapott tartálykocsik száma reális.

Felelet: $N = 54$.

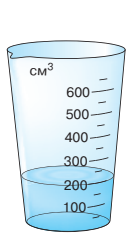
GYAKORLATOK № 18

1. Milyen anyagból készült a kocka, melynek térfogata 250 cm^3, tömege 110 g?

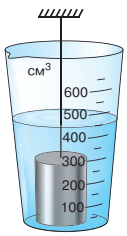
2. Az ezüst szobrocska tömege 707 g, a térfogata 0,7 dm^3. Állapítsátok meg, a szobrocska üreges vagy tömör! A választ indokoljátok meg!

3. Mi a nagyobb, a tornatanár tömege vagy a tornaterem levegőjének tömege, ha a tanár tömege 80 kg, a tornaterem méretei pedig 20×10×5 m? A teremben lévő sportszerek térfogatát ne vegyétek figyelembe.

4. A mérőpohárban lévő vízbe (1. ábra) 675 g tömegű fémhengert süllyesztettek (2. ábra). Milyen anyagból készülhetett a henger?



1. ábra

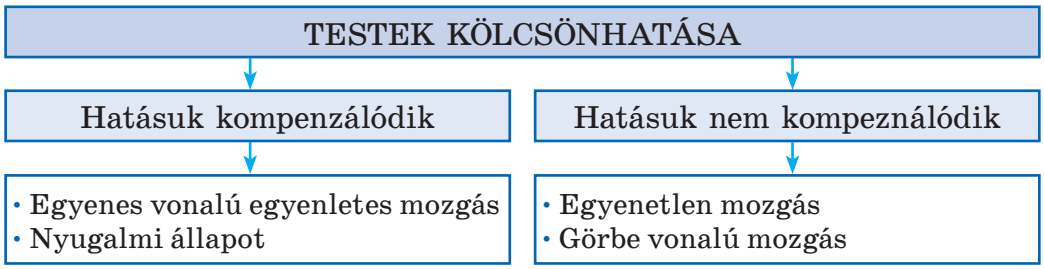


2. ábra

3. FEJEZET ÖSSZEFOGLALÁSA

1. rész «A tehetetlenség jelensége. Tömeg és tehetetlenség. Az anyagok sűrűsége»

1. Megtanultad, hogy a testek kölcsönhatásba lépnek egymással, és hogy ezen *kölcsönhatás okozza a test sebességének változását.*



2. Megtanultad, hogy *azt a jelenséget, hogy egy test sebességének fenntartása más testek rá gyakorolt hatásának hiányában vagy annak kompenzálásával a tehetetlenség jelenségének nevezzük*, és hogy egy test egyenes vonalú egyenletes mozgását ilyen feltételek mellett a *tehetetlenség általi mozgásnak* nevezzük.

3. Láttátok, hogy bármely testnek időbe telik, amíg a sebessége megváltozik, és megtanultátok, hogy a testek ezen tulajdonságát *tehetetlenségnek* nevezzük.

4. Folytattad a fizikai testek és anyagok tanulmányozását, és megismertél néhány fizikai mennyiséget, amelyek a testeket és anyagokat jellemzik.

Fizikai mennyiség						
Megnevezés	Mit jellemez	Jelölése	Mértékegysége a SIben	Képlet	Mérési módszerek	Tulajdonság
Tömeg	Test (a tehetetlenség mértéke)	m	Kilogramm (kg)	$\frac{m_1}{m_2} = \frac{v_2}{v_1}$	• Mérlegeléssel • A testek mozgási sebességének változása a kölcsönhatásukból adódóan	A test gravitációs tulajdonságának mértéke
Sűrűség	Anyag	ρ (ró)	Kilogramm per köbméter (kg/m^3)	$\rho = \frac{m}{V}$	A mért tömeg és térfogat szerint	Az anyag hőmérsékletétől és halmazállapotától függ

3. FEJEZETHEZ TARTOZÓ ELLENŐRZŐ FELADATOK

1. rész «A tehetetlenség jelensége. Tömeg és tehetetlenség. Az anyagok sűrűsége»

rnk.com.ua/106658

Az 1–4. kérdésre válasszon ki egy helyes választ.

1. *(2 pont)* Ha a testre nem hatnak más testek, akkor a test következőképpen mozog:
a) egyenesen, csökkenő sebességgel;
b) egyenes vonalban, növekvő sebességgel;
c) egyenletesen egy görbe pályán;
d) egyenesvonalú egyenletesen.

2. *(2 pont)* Egy vasúti kocsi asztalán nyugvó labda hirtelen hátrafelé gurult (a vonat mozgásával ellentétesen). Milyen változások történtek a vonat mozgása közben?
a) a vonat felgyorsította a mozgását;
b) a vonat lassulni kezdett;
c) a vonat jobbra fordult;
d) a vonat balra fordult.

3. *(2 pont)* Egy fiú kiugrott a mozdulatlan csónak hátsó részéből. Hányszor különbözik a fiú tömege a csónak tömegétől, ha a fiú sebessége 1,5 m/s, a csónaké pedig 3 m/s?
a) A fiú tömege kétszer akkora, mint a csónak tömege;
b) A fiú tömege megegyezik a csónak tömegével;
c) a fiú tömege másfélszer kisebb, mint a csónak tömege;
d) a fiú tömege a csónak tömegének fele.

4. *(2 pont)* Az aranyból készült 1 cm^3 térfogatú test tömege nagyobb az azonos térfogatú ólomból készült test tömegénél:
a) 8,0 g-mal; b) 11,3 g-mal; c) 8 kg-mal; d) 11,3 kg-mal.

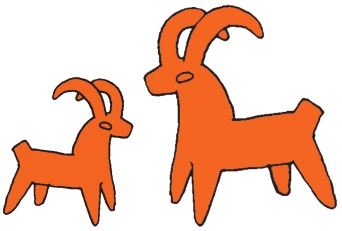
5. *(3 pont)* Két kocsit egy összenyomott rugó kötött össze, és nyugalomban voltak. A rugó elengedése után az 1. kocsi sebessége 5 cm/s, a 2.kocsi sebessége pedig 65 cm/s. Mekkora a 2. kocsi tömege, ha az 1. kocsi tömege 1,3 kg?

6. *(3 pont)* Egy alumíniumból készült szilárd test tömege 5,4 kg. Határozzuk meg ennek a testnek a térfogatát.

7. *(3 pont)* Egy 5 literes, 0,5 kg tömegű edényt egyharmad részben mézzel töltöttek meg. Mekkora a mézzel töltött edény tömege?

8. *(3 pont)* Hogy sárgarezet kapjanak, felolvasztottak 0,2 m^3 térfogatnyi rezet és 50 dm^3 cinket. Mekkora a kapott sárgaréz sűrűsége? Az ötvözet térfogata a két összetevő térfogatának az összegével egyenlő.

9. *(4 pont)* Egy kisfiú 10 g gyurmából készített egy figurát. A nővére ugyanilyen alakot készített, de kétszer akkorát (lásd az ábrát). Mennyi gyurmát használt fel a kislány?



A feleleteket a könyv végén találjátok. Jelöljétek meg a helyes válaszokat, és számoljátok össze az elért pontszámot, majd az összeget osszátok el kettővel! A kapott szám jelenti a tudásszinteteket.

REFERÁTUMOK ÉS BESZÁMOLÓK TÉMÁI

1. Tehetetlenség a technológiában és a mindennapi életben.
2. A karos mérlegek fejlődése.
3. Galileo Galilei és Newton. A mechanika törvényeinek felfedezése.
4. Hogyan változott a tömeg etalonja.

KÍSÉRLETI KUTATÁSOK TÉMÁI

1. Különböző anyagok sűrűségének mérése.
2. Vízanomáliák vizsgálata (jégsűrűség és vízsűrűség mérése).

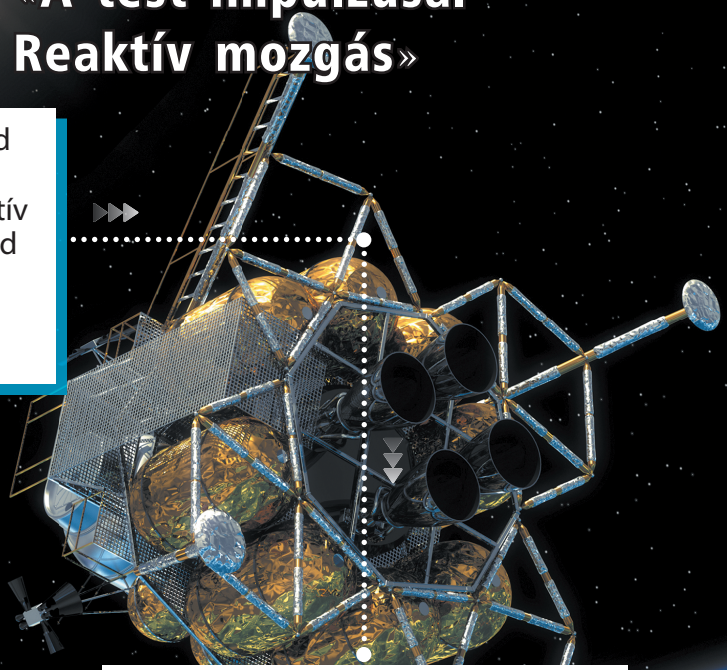
PROJEKTFELADATOK TÉMÁI

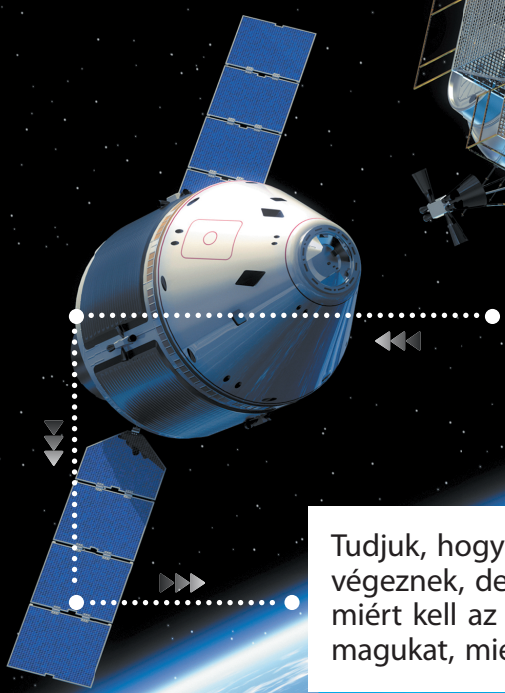
1. A tehetetlenség mint a közlekedési szabálysértések oka.
2. Érdekes kísérletek a testek tehetetlenségének bemutatására.
3. A tehetetlenség alkalmazása a technikában, a mindennapi életben, a sportban stb.

3. FEJEZET
TESTEK KÖLCSÖN-HATÁSA. ERŐK A TERMÉSZETBEN

2. rész
«A test impulzusa. Reaktív mozgás»

Bizonyára már megfigyelted a kezedből véletlenül kiszabaduló, léggömb reaktív «táncát», és most megtudod azt is, hogyan használják ki a reaktív mozgást az űrrepülésben





Láttál már biliárd- vagy curling versenyt, most megtudod, milyen fizikai törvényeket alkalmaznak a bajnokok ezekben a sportágakban

Tudjuk, hogy az űrhajósok űrsétákat végeznek, de azt tudod-e, hogy miért kell az űrállomáshoz rögzíteniük magukat, mielőtt elindulnak



rnk.com.ua/
106659

§ 19. A TEST IMPULZUSA. AZ IMPULZUSMEGMARADÁS TÖRVÉNYE

René Descartes (1596–1650) francia tudós írta: «Elfogadom, hogy a világegyetemben... van egy bizonyos mozgásmennyiség, amely soha nem növekszik vagy csökken, és ennek megfelelően, ha egy test mozgásba hoz egy másikat, akkor az elveszít annyit a mozgásából, amennyit ad neki.» Mi az a mozgásmennyiség, és milyen törvényt fogalmazott meg Descartes? Derítsük ki!

1. Mi az impulzus (lendület) a fizikában

Valószínűleg mindannyian hallottátok már a «impulzus» szót. Például: «az idegrendszer impulzusokat küld», «impulzusokat kapott, hogy gyorsan befejezze az ügyet». Általánosságban az impulzus egy filozófiai fogalom, amely lökést, belső vagy külső késztetést jelent valaminek a megtételére.

A fizikában az *impulzus*, vagy *lendület* egy fizikai mennyiség, amely egy mozgó testet jellemez. Minél A test impulzusa nagyobb egy test tömege és minél gyorsabban mozog, annál nagyobb a lendülete (19.1. ábra).

A test **impulzusa** egy olyan fizikai vektormennyiség, amely a test tömegének és sebességének a szorzatával egyenlő:

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

A test impulzusa

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

$\vec{p}$ — a test impulzusa;
m — a test tömege;
$\vec{v}$ — a test mozgásának sebessége.

Az impulzus iránya mindig egybeesik a test sebességének irányával.

Az impulzus mértékegysége az SI rendszerben a **kilogrammméter per másodperc:** $[p] = 1\ \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$.



19.1. ábra. Minél nagyobb sebességet ad a sportoló a súlynak, és minél nagyobb a tömege, annál nagyobb impulzus éri

TUDTÁTOK, HOGY...



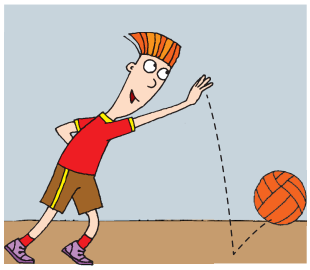
A fizikában a «lendület» fogalmát először Jean Buridan (1300–1358) francia filozófus és mechanikus használta. Ő írta: «...íjászat közben az íjhúr egy ideig együtt mozog a nyíllal, tolva azt... Amíg az íjhúr érintkezik a nyíllal, a nyíl folyamatosan lendületet kap, így mozgása gyorsabbá válik... Az elszakadás után a nyíl csak a lendületnek köszönhetően mozog, amelyet a közeg ellenállása gyengít, és a nyíl sebessége csökken».



2. Mikor változik meg a test lendülete?

Minden mozgó testnek van lendülete. Amikor egy test kölcsönhatásba lép más testekkel, a test lendülete megváltozik, mivel a test sebessége is megváltozik.

Például játék során eldobod a labdát a kezedből (19.2. ábra). Amíg a kezedben tartottad, a labda lendülete nulla volt, mert nem mozgott $(\vec{p}=0)$.



19.2. ábra A labda mozgása során a labda lendülete vagy értékben vagy irányban, vagy értékben és irányban egyszerre változik

Ezután a Földdel való gravitációs kölcsönhatás miatt a labda esni kezd. A labda sebessége, és így a lendületének értéke is nőni fog, ahogy a padló felé halad. A lendület iránya azonban változatlan marad.

Miután a labda a padlóhoz ér, a labda nem veszítheti el a sebességét, de a mozgásiránya megváltozik — felfelé kezd mozogni. A lendület iránya tehát a padlóval való kölcsönhatás következtében megváltozik.

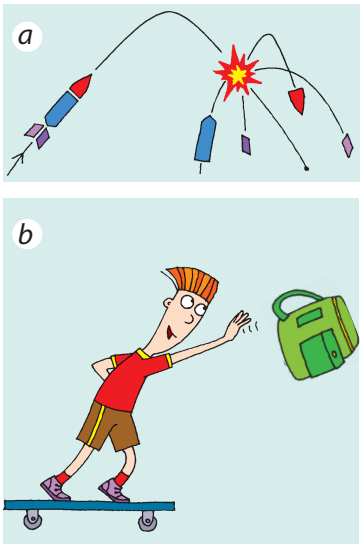
Ha a padló vagy a labda nem elég rugalmas, akkor a labda lendülete az ütközés következtében mind irányában, mind értékében megváltozik.

Magyarázd meg, hogyan és miért változik a labda lendülete a pingpong-játék során. Hogyan és miért változik egy autó lendülete, amikor egy városon keresztül halad? Mondj egy saját példát. Gondolkodjatok el azon, hogy mi határozza meg a lendület változását.



Tehát, arra a következtetésre juthatunk, hogy *minél erősebb a kölcsönhatás, annál jobban változik a test lendülete*.

3. Milyen feltételek mellett tekinthető egy rendszer zártnak?



19.3. ábra. Ha a külső hatások kiegyenlítődnek vagy sokkal gyengébbek, mint a rendszer testeinek kölcsönhatása, akkor egy ilyen rendszer zártnak tekinthető

Több, egymással kölcsönhatásban lévő test és egymással testek rendszerét alkotják.

Ha a rendszer testei csak egymással lépnek kölcsönhatásba, akkor ezt a testrendszert zártnak nevezzük.

Valójában lehetetlen a Földön zárt testrendszert találni: minden testet vonz a Föld, és a testek bármilyen mozgása súrlódással jár. A gyakorlatban *egy testrendszer akkor tekinthető zártnak, ha a külső hatások kiegyenlítődnek, vagy a rendszer testei sokkal erősebben hatnak egymásra, mint a kívülről ható testek*.

Például a tűzijáték felrobbanásakor (19.3. ábra, *a*) a lőpor hatása, amely a darabokra szakítja, sokkal erősebb, mint a Föld vonzása és a levegő ellenállása, így a robbanás során a testek «darabjainak» rendszere zártnak tekinthető. A robbanás után azonban a Föld gravitációja és a levegő ellenállása nem elhanyagolható. Ezért a testek «törmelékek» rendszere nyitott lesz.

Ha például egy gördeszkán álló gyerek egy hátizsákot dob vízszintes irányba (19.3. ábra, *b*), akkor a «gördeszkás gyerek-hátizsák» testrendszer zártnak tekinthető, mivel a Föld és a támasz (gördeszka) hatása egyensúlyban van, és a súrlódás elhanyagolható.

Viszont ha a gyerek a földön állva dobja a hátizsákot, a «gyerek — hátizsák» testrendszer nem zárt, mert ebben az esetben a súrlódás jelentős lesz.

Nézzük meg az ábrákat .Miért tekinthetők zártnak az ábrán látható testek rendszerei? Indokolja a válaszát.







4. Az impulzusmegmaradás törvénye

Emlékezzünk vissza a 16. §-ban leírt kocsikísérletre. A kölcsönhatás eredményeként a nagyobb tömegű kocsi kisebb sebességet ér el, és fordítva (19.4. ábra). Ebben az esetben az egyenlőség igaz:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{v_2}{v_1}.$$

A keresztbe szorzást alkalmazva a következő egyenlőséget kapjuk:

$$m_1 v_1 = m_2 v_2.$$

Az egyenlet mindkét részében a test sebességének és tömegének szorzatát, azaz a test lendületének értékét kapjuk. Tehát leírhatjuk:

$$p_1 = p_2.$$

De a lendület egy vektormennyiség. Láthatjuk, hogy a kocsik ellentétes impulzusokat kaptak. Ezért a következő egyenlőség helyes:

$$\vec{p}_1 = -\vec{p}_2, \text{ vagy } \vec{p}_1 + \vec{p}_2 = 0.$$

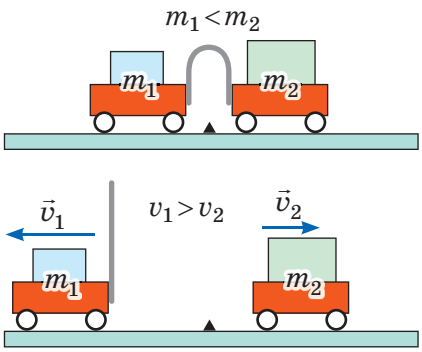
Gondoljuk tovább: a kocsik nyugalomban voltak mielőtt az őket összekötő rugalmas fonál visszahatott volna, azaz a teljes lendületük nulla volt:

$$\vec{p}_{01} + \vec{p}_{02} = 0.$$

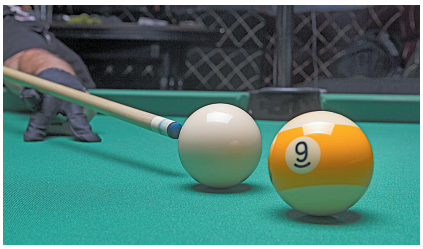
Tehát, bár a kölcsönhatás után az egyes kocsik lendülete megváltozott, a rendszer teljes lendülete nem változott:

$$\vec{p}_{01} + \vec{p}_{02} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2.$$

A kísérletek azt mutatják, hogy a rendszer teljes impulzusmomentuma változatlan marad, de csak akkor, ha a rendszer zárt (19.5. ábra). Ha a rendszer nem zárt, akkor az összimpulzusa megváltozik (19.6. ábra).



19.4. ábra. A különböző súlyú, de azonos méretű kocsik különböző sebességet érnek el



19.5. ábra. A két biliárdgolyó rendszere zártnak tekinthető, így a golyók ütközés előtti össznyomatéka megegyezik a golyók ütközés utáni össznyomatékával



19.6. ábra. A «tűzoltó — fecskendő» testek rendszere nem tekinthető zártnak, így a fecskendőből érkező vízsugár nem dobja vissza a tűzoltót

Meghatározhatjuk a törvényt, amelyet *R. Descartes* egykor megfogalmazott — **az impulzus megmaradásának törvényét:**

Zárt rendszerében a testek impulzusainak vektoriális összege megegyezik a testek kölcsönhatás utáni impulzusainak vektoriális összegével:

$$\vec{p}_{01} + \vec{p}_{02} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2, \text{ vagy } m_1\vec{v}_{01} + m_2\vec{v}_{02} = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$$

Az impulzusmegmaradás törvénye tetszőleges számú testet tartalmazó zárt rendszerre igaz — ez *a fizika egyik alap törvénye*.

HOGY IS VAN VALÓJÁBAN



— «Nem értek egyet!» — Yarynka felháborodott. — «Hogy beszélhetünk a lendület megtartásáról, amikor azt látom, hogy az folyamatosan eltűnik? Tegnap a tornaórán erősen gyorsítottam, és hatalmas lendületet vettem, hogy minél nagyobbat ugorjak...»
— «És nem sikerült?» — Peter elmosolyodott.
— «De igen, sikerült! Tizenkét pont! Én valami másról beszélek... Honnan jött a lendületem, és hová tűnt? Ott kellett volna lennie, nem?»
És mit gondolsz, igaza van Yarynkának, amikor azt mondja, hogy a lendületmegmaradás törvénye nem mindig teljesül?

ÖSSZEGZÉS



A **test impulzusa** egy olyan fizikai vektormennyiség, amely a test tömegének és sebességének a szorzata $\vec{p} = m\vec{v}$



- ✓ Az impulzus képlete $p = mv$.
- ✓ Az impulzus iránya egybeesik a test sebességének irányával.
- ✓ Az impulzus a kölcsönhatás során átadható egy másik testnek.

Az impulzusmegmaradás törvénye:
Zárt rendszerben a testek kölcsönhatás előtti impulzusainak összege megegyezik a testek kölcsönhatás utáni impulzusainak összegével:

$$m_1\vec{v}_{01} + m_2\vec{v}_{02} = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$$



ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Milyen testek rendszere tekinthető zártnak? Mondjunk néhány példát. 2. Határozd meg a test impulzusát. Mi az impulzus mértékegysége az SI-ben? 3. Fogalmazd meg az impulzusmegmaradás törvényét.

GYAKORLATOK № 19

1. A focista egy 450 g tömegű labdát rúg, amely a Föld felszínéhez képest 4 m/s sebességgel mozog. Határozzuk meg a labda lendületét a) a Föld felszínéhez, b) a futballistához képest.

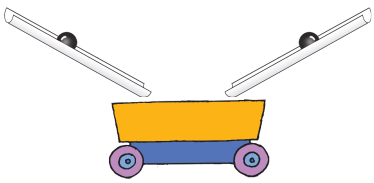
2. Miért tartják a tűzoltók általában ketten, néha hárman a tűzoltófecskendőt (lásd a 19. § dobozát)?

3. 3. Egy 4,5 t tömegű, megrakott teherautó 20 m/s sebességgel halad. Mennyit változik a teherautó impulzusa, ha a 2 tonnás rakomány eltávolítása után 90 km/h sebességgel tér vissza a garázsba?

4. A meteor belépve a Föld légkörébe elég. Hová tűnik az impulzusa?

5. Egy 100 g tömegű golyó 2 m/s sebességgel mozog. Megelőzi egy 200 g tömegű, 3 m/s sebességgel mozgó golyó. Határozzuk meg a golyók összimpulzusának értékét és irányát. Mekkora lesz a golyók teljes impulzusa, ha egymás felé mozognak?

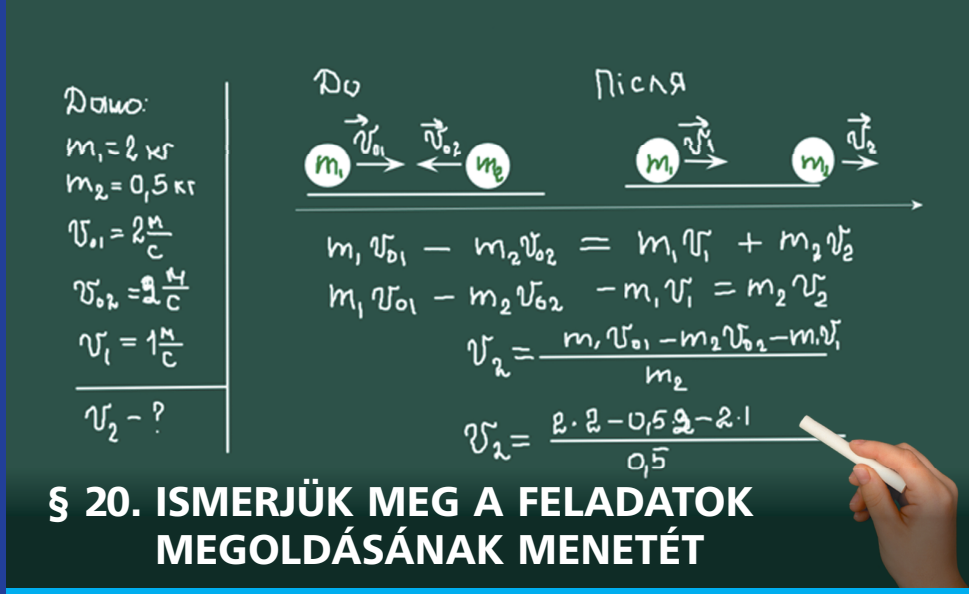
6. Az álló kocsi felett két csúszda van, amelyeken két golyó gurulhat a kocsira (lásd az ábrát). Ha csak a bal oldali golyó gurul le, a kocsi elindul; ha csak a jobb oldali golyó gurul le, a kocsi elindul. Ha azonban mindkét golyó egyszerre gurul, a kocsi mozdulatlan marad. Miért történik ez?



7. Hasonlítsd össze a 100 méteres futás során a lendületedet a sólyom lendületével, amikor lecsap. Az adatokat önállóan külső forrás segítségével add meg.

Kulcsfogalmak

A test impulzusa • A testek zárt rendszere • Impulzusmegmaradás törvénye



§ 20. ISMERJÜK MEG A FELADATOK MEGOLDÁSÁNAK MENETÉT

Az impulzusmegmaradási törvényben vektoros mennyiségeket adunk össze, tehát figyelembe kell vennünk az irányt. Hogyan szabadulunk meg a vektoroktól? Ez egyszerű, ha a testek egyenes vonal mentén mozognak. Az irányt (tengelyt) ezen az egyenes mentén kell megadni. Ezután írjuk le a lendületmegmaradási törvényt vektorok nélkül, de előjelekkel: ha a test a tengely irányába mozog, akkor a lendületet «+» előjellel vesszük, ha ellenkező irányba, akkor «–» előjellel. Kezdjünk hozzá!

Algoritmus az impulzusmegmaradás törvénye alkalmazásával kapcsolatos feladatok megoldására

1. Figyelmesen olvassuk a feladat adatait, tisztázzuk, milyen fizikai szituációt vizsgálunk, milyen fizikai mennyiségekről van szó.

2. Felírjuk a feladat adatait. Rendszerint a testek tömegét és sebességét SI-egységben (kg, m/s) adjuk meg.

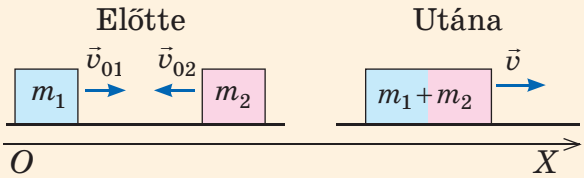
■ **1. Feladat.** A 2 kg tömegű, vízszintesen 1,3 m/s sebességgel mozgó 1. kocsi összeütközik a feléje 40 cm/s sebességgel haladó, 3 kg tömegű 2. kocsival, és nekiütközik. Mekkora lesz a kocsik sebessége az ütközés után? ■

A fizikai probléma elemzése. A fizikai probléma elemzése. A «kocsi 1 — kocsi 2» rendszer zártnak tekinthető, mivel a Föld vonzását a támasz hatása ellensúlyozza, és a súrlódás elhanyagolható. A kocsik ütköznek, így a kölcsönhatás után azonos sebességgel fognak haladni.

Adva:
$m_1 = 2$ kg
$v_{01} = 1{,}3$ m/s
$m_2 = 3$ kg
$v_{02} = 40$ cm/s $= 0{,}4$ m/s
$v_1 = v_2 = v$

Meghatározni: v — ?

Az ütközés előtt az 1. kocsi lendülete nagyobb, mint a 2. kocsié, ezért az ütközés után a kocsik az 1. kocsi irányába mozognak.



$$m_1v_{01} - m_2v_{02} = (m_1 + m_2)v \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v = \frac{m_1v_{01} - m_2v_{02}}{m_1 + m_2}.$$

Ellenőrizzük a mértékegységeket, és számítsuk ki az eredményt:

$$[v] = \frac{\text{kg}\cdot\frac{\text{m}}{\text{s}} - \text{kg}\cdot\frac{\text{m}}{\text{s}}}{\text{kg}+\text{kg}} = \frac{\text{m}}{\text{s}};$$

$$v = \frac{2\cdot 1{,}3 - 3\cdot 0{,}4}{2+3} = \frac{2{,}6 - 1{,}2}{5} = 0{,}28\ \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right).$$

Az eredmények elemzése. A kiskocsik sebessége csökkent — amely fizikailag reális eredmény.

Felelet: $v = 0{,}28$ m/s.

3. Készítsünk ábrát, amelyen sematikusan ábrázoljuk a testeket és a sebességük irányát, először a kölcsönhatás előtt, majd utána.

4. Írjuk fel az impulzusmegmaradás törvényét, figyelembe véve a testek mozgásirányát. Ehhez válasszuk ki az irányt (OX tengely): az OX tengely irányában mozgó testek impulzusait «+» előjellel, az OX tengellyel ellentétes irányban pedig «–» előjellel vesszük.

5. Oldjuk meg a kapott egyenletet az ismeretlen mennyiségre vonatkozóan, majd végezzük el a számításokat.

6. Elemezzük az eredményeket. Írja le a feleletet.

HOGY IS VAN VALÓJÁBAN?



Egy fiú, aki nem igazán szereti a matematikát, de szereti a fizikát, azt állítja, hogy sokkal könnyebb megtalálni a választ az 1. feladatban szereplő kérdésre. Azt javasolja, hogy ne általánosságban oldjuk meg a feladatot, hanem azonnal helyettesítsük be a számadatokat a lendületmegmaradási törvénybe. Íme a fiú megoldása:

$$m_1v_{01} - m_2v_{02} = (m_1 + m_2)v \Rightarrow 2\cdot 1{,}3 - 3\cdot 0{,}4 = (2+3)v,$$

vagy $1{,}4 = 5v$, tehát $v = 0{,}28$ m/s.

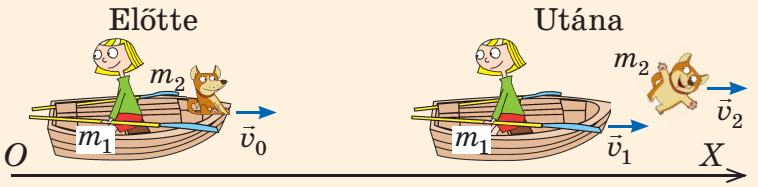
Чи згодні ви з тим, що можна так розв'язувати фізичні задачі?

2. Feladat. A csónak orrából, melynek tömege a halásszal együtt 160 kg, a csónak haladási irányának megfelelően kiugrott egy 40 kg tömegű kutya. Határozzuk meg a csónak sebességét a kutya kiugrása után, ha a kutya sebessége a vízszinteshez viszonyítva 5 m/s, a csónak kezdeti sebessége 1 m/s.

A fizikai probléma elemzése. A «csónak — kutya» rendszer zártnak tekinthető, mivel a Föld vonzását a víz taszítóereje kiegyenlíti, és a mozgási ellenállás elhanyagolható. A megfigyelés kezdetén a kutya a csónakkal együtt mozgott, így a csónak és a kutya kezdeti sebességei azonosak.

Adva:
$m_1 = 160$ kg
$m_2 = 40$ kg
$v_2 = 5\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$
$v_{01} = v_{02} = v_0 = 1\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Meghatározni:
v_1 — ?



Írjuk le az impulzusmegmaradási törvényt, figyelembe véve a testek mozgásirányát:

$$(m_1 + m_2)v_0 = m_1v_1 + m_2v_2.$$

Vigyük át az ismert kifejezéseket az egyenlet bal oldalára:

$$(m_1 + m_2)v_0 - m_2v_2 = m_1v_1 \Rightarrow v_1 = \frac{(m_1 + m_2)v_0 - m_2v_2}{m_1}.$$

Ellenőrizzük a keresett mértékegységet, és számítsuk ki az eredményt:

$$[v_1] = \frac{\text{kg}\cdot\frac{\text{m}}{\text{s}} - \text{kg}\cdot\frac{\text{m}}{\text{s}}}{\text{kg}} = \frac{\text{m}}{\text{s}};\quad v_1 = \frac{(160+40)\cdot 1 - 40\cdot 5}{160} = 0.$$

Az eredmények elemzése. A hajó sebessége nullára csökkent. A hajó tehát megállt.

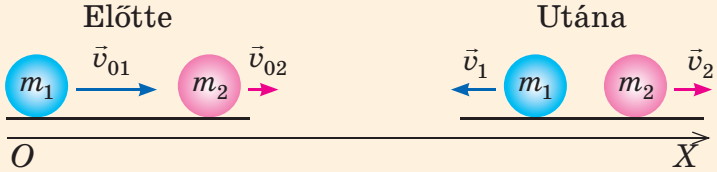
Felelet: $v_1 = 0$ — a csónak megállt.

3. Feladat. Az 1. golyó melynek tömege 200 g, sebessége 10 m/s utolér egy vele azonos méretű és irányba haladó 2. golyót melynek sebessége 1 m/s. Mekkora a 2. golyó tömege, ha az ütközés után 1,5 m/s-ra növekedett a sebessége, az 1. golyó pedig 5 m/s sebességgel az ellentétes irányba kezdett haladni?

Az eredmények elemzése. A «1. golyó — 2. golyó» rendszer zártnak tekinthető. Gondoljuk át, hogy miért.

Adva:
$m_1 = 0{,}2$ kg
$v_{01} = 10\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$
$v_{02} = 1\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$
$v_2 = 1{,}5\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$
$v_1 = 5\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Meghatározni:
m_2 — ?



Írjuk le az impulzusmegmaradási törvényt, figyelembe véve a testek mozgásirányát:

$$m_1 v_{01} + m_2 v_{02} = -m_1 v_1 + m_2 v_2 .$$

Az m_1-et tartalmazó kifejezéseket átvisszük az egyenlet bal oldalára, az m_2-t tartalmazó kifejezéseket pedig a jobb oldalra:

$$m_1 v_{01} + m_1 v_1 = m_2 v_2 - m_2 v_{02} .$$

A közös tényezőket vigyük ki zárójel elé:

$$m_1 (v_{01} + v_1) = m_2 (v_2 - v_{02}) \Rightarrow m_2 = \frac{m_1 (v_{01} + v_1)}{v_2 - v_{02}}.$$

Ellenőrizzük a keresett mértékegységet, és számítsuk ki az eredményt:

$$[m_2] = \frac{\text{kg} \cdot \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} + \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)}{\frac{\text{m}}{\text{s}} - \frac{\text{m}}{\text{s}}} = \frac{\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}}{\frac{\text{m}}{\text{s}}} = \text{kg}; \quad m_2 = \frac{0{,}2 \cdot (10 + 5)}{1{,}5 - 1} = \frac{3}{0{,}5} = 6 \text{ (kg)}.$$

Az eredmények elemzése. A 2. golyó tömege sokkal nagyobb, mint az 1. golyó tömege. Ez egy nagyon is valós eredmény, mert ha a 2. golyó tömege kisebb lenne, akkor az 1. golyó nem pattanna le a 2. golyóról, hanem ugyanabban az irányban mozogna tovább.

Felelet: $m_2 = 6$ kg.

KUTATÁS



Amire szükséged lesz: három azonos méretű műanyag kupak; gyurma.

Töltsd meg az egyik kupakot gyurmával. Vizsgáljátok meg a kupakpárok közötti ütközéseket: 1) a nehéz kupak áll, és a másik két kupak felváltva ütközik vele; 2) a kupakok egymás felé mozognak; 3) az egyik kupak utoléri a másikat. Magyarázzátok meg az ütközések eredményét. Írd fel az impulzusmegmaradási törvényt minden egyes esetre.

GYAKORLATOK № 20

1. Egy 600 g tömegű labdát 5 m/s sebességgel függőlegesen felfelé dobunk. Határozzuk meg a labda lendületét a mozgás kezdetén és a röppálya csúcsán.

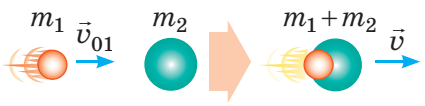
2. Egy macska üldöz egy egeret. Vajon a macska utoléri az egeret, ha a macsk a impulzusa megegyezik az egér impulzusával?

3. Két test egyenes vonal mentén mozog. Az első test tömege kétszer akkora, mint a másodiké, és a második test sebessége háromszor kisebb, mint az elsőé:

1) Határozzuk meg az arányát ezen testek modulusainak.

2) Határozzuk meg a testek összimpulzusát, ha az első test tömege 200 g, illetve sebessége 6 m/s. Tekintsünk két esetet: a) a testek azonos irányban mozognak; b) a testek ellentétes irányban mozognak.

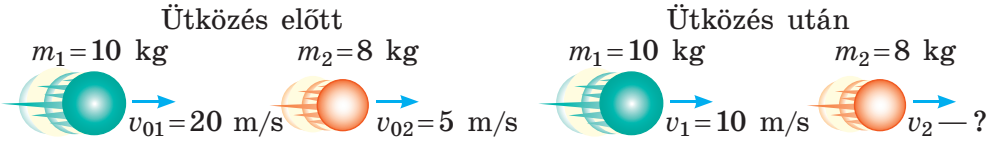
4. Egy 100 g tömegű golyó egy 150 g tömegű álló golyónak ütközik, és hozzá tapad (1. ábra). Határozzuk meg a golyó sebességét az ütközés előtt, ha az ütközés után a rendszer 10 m/s sebességgel mozgott.



1. ábra

5. Egy 400 m/s sebességű ágyúgolyót vízszintesen kilőnek egy régi ágyúból, amely egy sík vízszintes felületre van szerelve. Mekkora sebességet fog elérni az ágyú a lövés után, ha az ágyúgolyó tömege 20 kg, az ágyú tömege pedig 2 tonna?

6. Vizsgáljuk és oldjuk meg a 2. ábrán látható feladatot, a megadott adatok alapján



2. ábra

7. A 200 kg tömegű csónakból melynek, sebessége 2 m/s kiugrott egy 50 kg tömegű fiú, akinek a talajhoz viszonyított sebessége 6 m/s. Határozzuk meg a csónak sebességét az ugrás után, ha a fiú: a) a csónak farából vízszintesen a csónak mozgásával ellentétes irányba ugrik; b) a csónak orrából vízszintesen a csónak mozgásának irányába ugrik. Mekkora legyen a fiú sebessége, hogy a csónak orrából való kiugrás után megálljon?



rnk.com.ua/
106660

§ 21. REAKTÍV MOZGÁS

Mi mozgatja az embereket, az autókat és az állatokat? Miért repülnek a vitorlázórepülők és a madarak? Miért úsznak a halak és a tengeralattjárók? A válasz egyszerű: mindezeket a testeket taszítja valami — a Föld felszíne, a levegő, a víz. De hogyan magyarázzuk meg egy űrhajó mozgását, amelynek nincs semmi, ami ellene taszítana? Az űrhajók mégis repülnek a világűrben, manővereket hajtanak végre, és visszatérnek a Földre. Mi a meghajtásuk forrása? Derítsük ki!

1. Mit nevezünk reaktív mozgásnak?

KÍSÉRLET

Amire szükséged lesz: egy léggömb.

Fújd fel a lufit, és engedd el anélkül, hogy a végét egy zsinórral megkötnéd. Mit látsz? Miért mozog a lufi? Miért áll meg a léggömb idővel?

Versenyt is rendezhettek, hogy kinek a lufija megy tovább, kinek a lufija mozog gyorsabban, kinek a lufija marad tovább fent. Meg tudjátok jósolni a verseny néhány eredményét?



Talán már kitaláltad, hogy a léggömböt a végéből kiszabaduló levegő hajtja. Amint a levegő nem szökik tovább, a léggömb mozgása lelassul, és a léggömb gyorsan megáll. Ez a kísérlet a reaktív mozgást mutatja be.

A **reaktív mozgás** olyan mozgás, amely akkor jön létre, amikor a test egy része bizonyos sebességgel elhagyja a testet.



21.1. ábra. A léggömb mozgása a nyílásán kiáramló levegő hatására egy reaktív mozgás.

A reaktív mozgás alapja az impulzusmegmaradás törvénye. Térjünk vissza a léggömb kísérlethez (21.1. ábra).

Ha a léggömb vége zárva van, akkor a léggömb nyugalomban van, és a «léggömb-levegő» rendszer impulzusa nulla.

Amint kinyitjuk a nyílást, a levegő meglehetősen nagy sebességgel kezd el távozni, azaz bizonyos impulzusra tesz szert:

$$\vec{p}_{\text{lev}} = m_{\text{lev}}\vec{v}_{\text{lev}}.$$

Maga a léggömb is a levegővel ellentétes irányú impulzust kap:

$$\vec{p}_{\text{lég}} = m_{\text{lég}}\vec{v}_{\text{lég}}.$$

Képzeljük el, hogy a léggömb-levegő rendszer zárt. Ekkor az impulzusmegmaradás törvénye szerint a léggömb-levegő rendszer teljes impulzusa változatlan marad, tehát nulla. Ezért a sebességek irányait figyelembe véve a következőket kapjuk:

$$m_{\text{lég}}v_{\text{lég}} - m_{\text{lev}}v_{\text{lev}} = 0.$$

Tehát a léggömb sebessége:

$$v_{\text{lég}} = \frac{m_{\text{lev}}v_{\text{lev}}}{m_{\text{lég}}}.$$

Hasonlóképpen, a rakéták vagy sugárhajtású repülőgépek hajtóereje akkor keletkezik, amikor a fúvókákból gáz áramlik ki.



Miközben a gördeszkádon állsz, eldobtál magadtól egy nehéz zsákot. Melyik irányba indultál el? Ez a mozgás tekinthető reaktív mozgásnak?



TUDTÁTOK, HOGY...



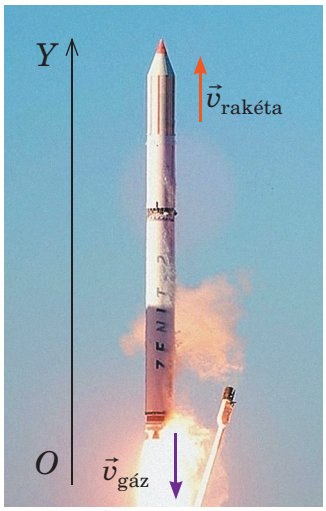
A modern sugárhajtóművek prototípusának tekinthető a *«Heron-gömb»* vagy «aeolipile». Ezt a szerkezetet az első században alkotta meg a kiemelkedő ókori görög matematikus és mechanikus, az alekszandriai Hérón. A gömbhöz rögzített ívelt csövekből (fúvókákból) kiáramló gőz a gömböt forgásba hozza.



2. Miért van egy rakétának több fokozata?

A **rakéta*** — *olyan repülő eszköz, amely a térben a saját tömege egy részének leválása során keletkezett reaktív (visszaható) erő segítségével végez mozgást.*

A forró gázsugár, amely a rakéta elválaszthatatlan része, a hajtóanyag elégetése során keletkezik. Amikor a gázsugár nagy sebességgel kilövell a rakéta fúvókájából, a sugár sebességével ellentétes irányú, erőteljes impulzust kap (21.2. ábra).



21.2. ábra. A Zenit rakéta indítása (Ukrajnában készült)

Képzeljük el, hogy a kilövés pillanatában a rakéta összes üzemanyaga azonnal elég. Mivel a rakéta a kilövés előtt nyugalomban van, az üzemanyag elégetése után a sebességek irányait figyelembe véve az impulzusmegmaradás törvénye így nézne ki:

$$0 = m_{\text{rakéta}} v_{\text{rakéta}} - m_{\text{gáz}} v_{\text{gáz}}, \qquad (1)$$

ahol $m_{\text{rakéta}}$ és $v_{\text{rakéta}}$ — a rakéta tömege és sebessége; $m_{\text{gáz}}$ és $v_{\text{gáz}}$ — a kiáramló gázsugár tömege és sebessége.

Az (1) egyenletből megkapjuk a rakéta sebességét:

$$v_{\text{rakéta}} = \frac{m_{\text{gáz}} v_{\text{gáz}}}{m_{\text{rakéta}}}. \qquad (2)$$

Ha feltételezzük, hogy az üzemanyag tömege 4-szerese a rakéta tömegének, és a gázsugár sebessége 2 km/s, akkor a rakéta sebességét 8 km/s-ra kapjuk.

A 2. egyenlet segítségével önállóan bizonyítsd be a következő állítást. 8 km/s az első kozmikus sebesség. Ez az a sebesség, amellyel egy testnek rendelkeznie kell ahhoz, hogy mesterséges műholddá váljon.



Ha tehát a *rakéta mozgását nem akadályozná semmi*, akkor a rakéta által elért sebesség elegendő lenne ahhoz, hogy pályára álljon. A valóságban azonban a *rakéta mozgását jelentősen lelassítja a légellenállás és más tényezők*.

* Ebben a paragrafusban csak az űrrepülésre szánt, úgynevezett hordozó rakétákat vesszük figyelembe. Csak néhány országnak, köztük Ukrajnának van tapasztalata ezek létrehozásában és sikeres indításában. Ezeket az országokat nevezzük űrhajózó nemzeteknek.



21.3. ábra. A fokozatok leválása az űrhajóról



21.4. ábra. Neil Armstrong 1969. július 21-én elsőként lépett a Hold felszínére.

A számítások azt mutatják, hogy ahhoz, hogy egy rakéta elérje az első űrsebességet, az üzemanyag tömegének több mint négyszeresen kell meghaladnia a héj tömegét, ami technikailag nagyon nehezen megvalósítható.

Ezért minden rakéta többfokozatú, és az üres üzemanyagtartályokkal rendelkező fokozataikat repülés közben kidobják (21.3. ábra). Ez csökkenti a rakéta tömegét és növeli a sebességét.

A többfokozatú rakétáknak köszönhető, hogy az emberiség megtette első lépéseit az űrbe: 1957. október 4-én indították Föld körüli pályára az első mesterséges földi műholdat; 1961. április 12-én került sor az első emberes űrrepülésre; 1969. július 21-én szálltak le először kutatók a Holdra (21.4. ábra).

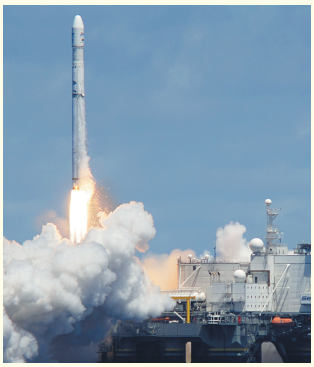
Az űrkutatás folytatódik.

TUDTÁTOK? HOGY...



2025. április 13-án lesz az ukrán Zenit hordozórakéta első indításának 40. évfordulója.

A korszerű, háromfokozatú Zenit-3SL hordozórakéta a mai napig az egyik legerősebb gép a maga kategóriájában. A környezetbarát és megbízható Zenit bármilyen meteorológiai körülmények között indítható. A rakéta akár 13 tonna tömegű műholdak Föld körüli pályára állítására is alkalmas.



3. Reaktív mozgás a természetben

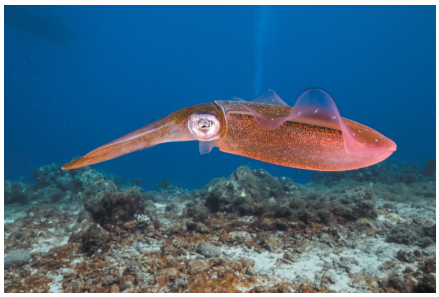
A tengerek és óceánok számos lakója a mozgáshoz sugárhajtást használ (21.5. ábra).

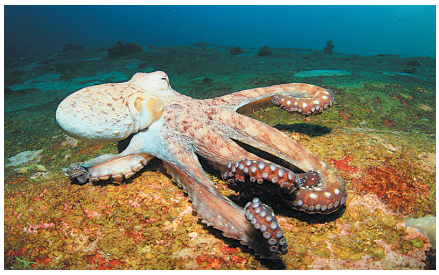
Nézzük meg, hogyan mozog egy tintahal. A tintahal köpenye alatt van egy üreg és két tölcsér: az egyik a víz beszívására, a másik a víz kibocsátására szolgál. Izmai segítségével a tintahal kitágítja a köpenyét, és a víz kitölti a köpenyüregét. Amint megtelik, a beömlőnyílás bezárul, az erőteljes izmok összehúzódnak, és a víz hatalmas sebességgel kiáramlik a kivezetőnyíláson, erőteljes lökést adva a tintahal testének.

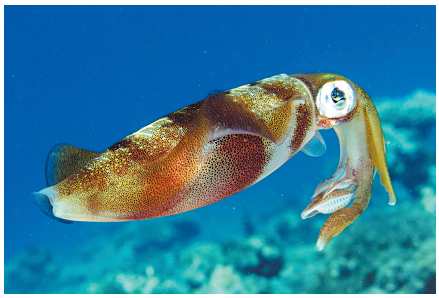
A tintahalak akár 40 km/h sebességet is elérhetnek. A kilépő tölcsér iránya változhat, így a tintahal képes szabályozni mozgásának irányát: előre és hátra mozogni, fordulni, megállni.

Magyarázd meg, hogy a turbóhajtóművek fejlesztésekor a tudósok miért a tintahalak mozgását tanulmányozták.





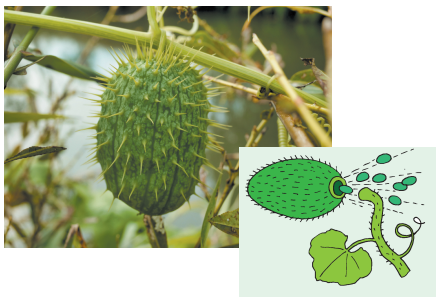




21.5. ábra. Kalmárok, polipok, tintahalak a sugárhajtásnak köszönhetően mozognak

A növények sem hanyagolják el a sugárhajtást. A Földközi-tenger és a Fekete-tenger partjainál gyakori «gesztenye» uborka (Ecballium elaterium) sugárhajtással szórja szét magvait (21.6. ábra).

Amikor a gyümölcs megérik, a gyümölcs belsejében erjedés indul be, és a folyadék nyomása megnő. Ezért enyhe ütés esetén (különösen állati vagy emberi érintés által



21.6. ábra. Reaktív mozgásának köszönhetően a «gesztenye» uborka akár 12 m-es távolságot is képes megtenni, és útközben magokat szór szé

okozott) a gyümölcs leválik a kocsányról. Az uborka tartalma kiszökik a lyukon keresztül, és az uborka az ellenkező irányba mozog az impulzusmegmaradás törvénye szerint.

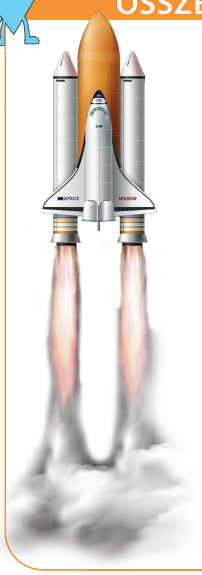
HOGY IS VAN VALÓJÁBAN



Mozgása közben a medúza egy összecsukódó és kinyíló esernyőhöz hasonlít. A medúzákat tanulmányozó biológusok szerint ezek a tengeri állatok reaktív mozgás révén mozognak, mivel amikor a medúza összenyomja az esernyőt, a víz kiszorul alóla, ami visszahatással löki a medúzát. Erősítsd meg vagy cáfold a biológusok véleményét!



ÖSSZEGZÉS



A reaktív mozgás az a mozgás, amely egy testrésznek a testtől való bizonyos sebességű leválása következtében jön létre.

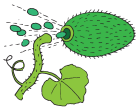


A reaktív mozgás alapja az **impulzusmegmaradás törvénye:**

$$m_1 v_1 - m_2 v_2 = 0.$$

A rakéta olyan repülő eszköz, amely a rakéta által kibocsátott gázsugár kilövelléséből eredő sugárhajtás révén mozog az űrben.





A sugárhajtás a természetben is megfigyelhető: egyes állatok a mozgáshoz, a növények a magok szétszórásához használják.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Definiálja a sugárhajtás fogalmát. Írja le a reaktív mozgás megfigyelésére szolgáló kísérleteket. **2.** Írja fel a lendületmegmaradás törvényét egy rakétaindításhoz, feltételezve, hogy a rakéta teljes üzemanyaga elég a kilövés során. **3.** Miért használnak többfokozatú rakétákat az űrrepüléshez? **4.** Milyen más műszaki eszközökben használják a sugárhajtást? **5.** Hol figyelhető meg a természetben a sugárhajtás?

GYAKORLATOK № 21

1. Mi a közös a tintahalakban, a sugárhajtású repülőgépekben és a vízágyúmotoros hajókban?

2. Mi a különbség egy autó és egy rakéta mozgása között?

3. Miért kell a vadászpuskával való lövéskor a vállhoz szorítani a puskatust?

4. A «Segner-kerék», a *Segner János András* (1704–1777) fizikus, matemati-kus és mérnök által feltalált eszköz, amelyet ma a kertek öntözésére használnak. Nézd meg az ábrát, és magyarázd el, hogyan működik ez a szerkezet. Tekinthetjük-e sugárhajtóműnek?



5. Egy 600 g össztömegű modellrakéta indítása során 500 g víz repül ki a fúvókából. Becsüld meg a kifolyó víz sebességét, ha a rakéta sebessége 12 m/s. Miért lehet inkább megbecsülni, mint meghatározni a víz kifolyásának sebességét?

6. Készíts rövid beszámolót az ukrán űrhajósokról.

KÍSÉRLETI FELADAT

Egy műanyag palack és szívószálak segítségével készítsen «segner-kereket». Próbáljátok ki, hogyan működik ez az eszköz.

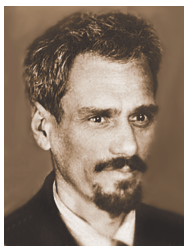


Kulcsfogalmak

Reaktív mozgás • Rakéta • Többfokozatú rakéta

FIZIKA ÉS TECHNIKA UKRAJNÁBAN

Jurij Kondratiuk (*Oleksandr Hnatovych Shargai*) (1897–1942) Poltavában született. Azoknak, akik azért olvasnak, hogy építhessenek című könyvében (1919) Kondratyuk lerajzolta a négyfokozatú, oxigén-hidrogén üzemanyaggal működő rakéta tervét, leírta a hajtómű égésterének belsejét. A Bolygóközi terek meghódítása c. könyvében (1929) a Holdra szállás lehetőségéről ír, az űrhajó meghajtásához a napenergiát javasolja. A Hold körüli pályára állás — leszállás a Hold felszínére — visszatérés a Hold körüli pályára — visszatérés a Földre. Az amerikai szakemberek javaslatára a Hold felszínére irányuló útvonalat Kondratyuk útvonalnak nevezték el. A tudósról nevezték el a «Jurij Kondratyuk Poltava Poltava Politechnikai Egyetemet».



A 3. FEJEZET ÖSSZEFOGLALÁSA

2. rész «A test impulzusa. Reaktív mozgás»

1. Megtanultad, hogy egy mozgó testet egy fizikai mennyiség, a *test lendülete* jellemez.

A **test impulzusa** $\vec{p}$ olyan fizikai vektormennyiség, amely a test tömegének és sebességének a szorzatával egyenlő: $\vec{p} = m\vec{v}$.

A test impulzusának iránya egybeesik a test mozgásának irányával:

$$\vec{p} \uparrow\uparrow \vec{v}$$

A test impulzusának mértékegysége az SI-ben a kilogramm méter/másodperc:

$$[p] = 1\ \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

2. Megtanultad a fizika egyik alapvető törvényét, a *impulzusmegmaradás törvényét*, és megismerkedtél a *sugárhajtással*.

Zárt rendszerében a testek kölcsönhatás előtti impulzusainak vektorösszege megegyezik a testek kölcsönhatás utáni impulzusainak vektorösszegével:

$$\vec{p}_{01} + \vec{p}_{02} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2\,, \quad \text{vagy} \quad m_1\vec{v}_{01} + m_2\vec{v}_{02} = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2\,.$$

REFERÁTUMOK ÉS BESZÁMOLÓK TÉMÁI

1. Reaktív mozgás a természetben.
2. Az űrhajózás története. Ukrajna űrállam.
3. Sz. P. Koroljov élete és tudományos munkássága.
4. Többször felhasználható űrhajók (SpaceX).
5. Rugalmas és rugalmatlan ütközések.

KÍSÉRLETI KUTATÁSOK TÉMÁI

1. Sugármeghajtás létrehozása és megfigyelése.
2. A rugalmas és rugalmatlan ütközések tanulmányozása.

PROJEKTFELADATOK TÉMÁI

1. Az impulzusmegmaradási törvény alkalmazása a technológiában és a vonatkozó eszközök gyártásában.
2. Egy rakéta működő modelljének elkészítése és mozgásának tanulmányozása.

3. FEJEZETHEZ TARTOZÓ ELLENŐRZŐ FELADATOK

2. rész «A test impulzusa. Reaktív mozgás»

rnk.com.ua/106661

Az 1–9. feladatokban egy helyes választ jelöljetek meg!

1. *(1 pont)* Hogyan jelöljük a test impulzusát?
a) $\vec{p}$; b) $\vec{s}$; c) $\vec{F}$; d) $\vec{v}$.

2. *(1 pont)* Merre irányul a függőlegesen felfelé haladó rakéta fúvókájából kilépő sugár impulzusa?
a) függőlegesen felfelé;
b) függőlegesen lefelé;
c) a gázok lendülete nulla;
d) a Föld forgásának irányába

3. *(2 pont)* Mekkora egy 55 kg-os fiú lendülete, amikor 5 m/s sebességgel mozog egy verseny során?
a) 11 kg·m/s; b) 275 kg·m/s; c) 50 kg·m/s; d) 135 kg·m/s.

4. *(2 pont)* Egy 3 kg-os macska ugyanolyan sebességgel mozog, mint egy 30 g-os egér. Melyik állatnak nagyobb a impulzusa és hányszorosával?
a) az egér lendülete 10-szer nagyobb;
b) a macska lendülete 10-szer nagyobb;
c) az állatok lendülete azonos;
d) a macska lendülete 100-szor nagyobb.

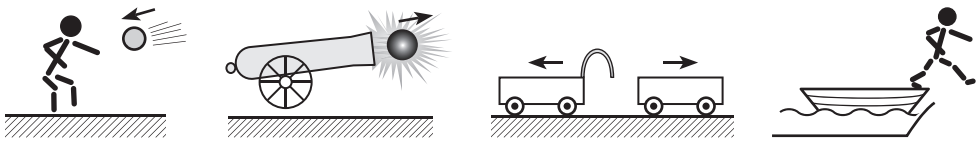
5. *(1 pont)* A lift padlóján egy 20 kg-os bőrönd találh ató. A lift 5 m/s sebességgel halad. Mekkora a bőrönd impulzusa a lifthez képest?
a) 4 kg·m/s; b) 25 kg·m/s; c) 100 kg·m/s; d) 0.

6. *(1 pont)* Milyen gyorsan mozog egy 2 tonnás autó, ha impulzusa 30 000 kg·m/s?
a) 15 000 m/s; b) 15 m/s; c) 6000 m/s; d) 60 m/s.

7. *(1 pont)* Mekkora a 72 km/h sebességgel futó gepárd tömege, ha a lendülete 720 kg·m/s?
a) 10 kg; b) 20 kg; c) 36 kg; d) 72 kg.

8. *(2 pont)* Két egyenként 2 kg és 5 kg tömegű kocsi halad egymás felé 2,5 m/s, illetve 1 m/s sebességgel. Mekkora ezeknek a kocsiknak az impulzusa az ütközés pillanatában?
a) 10 k g·m/s; b) 5 k g·m/s; c) 2,5 k g·m/s; d) 0.

9. *(2 pont)* Az 1. ábra két test kölcsönhatásának négy helyzetét mutatja be. Az a-d esetek közül melyik esetben nem tekinthető a testek rendszere zártnak?

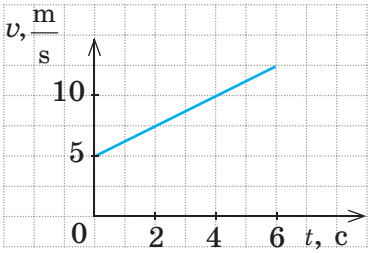


1. ábra

10. *(2 pont)* Egy 100 g-os, szorosan lezárt palack, amelyben még maradt egy kis víz, a napon feküdt. Egy idő után az 5 g súlyú dugó 18 m/s sebességgel kirepült a palackból. Mekkora sebességet érne el a palack, ha a palack-víz rendszer zártnak tekintenénk?

11. *(2 pont)* A 200 g tömegű golyó sebesség grafikonja (2. ábra) segítségével határozzuk meg a golyó impulzusát a 2s időpontban.

12. *(3 pont)* Egy gördeszkán 5 m/s sebességgel, fékezés nélkül közlekedő fiú megragadta 8 kg súlyú hátizsákját. Milyen gyorsan indult el a fiú, ha a tömege a gördeszkával együtt 72 kg?



2. ábra

13 *(3 pont)* Egy 40 kg-os lány utolér egy 1 m/s sebességgel mozgó 30 kg-os talicskát, és felugrik rá. Milyen gyorsan mozgott a lány az ugrás előtt, ha a kocsi 3 m/s sebességgel indult el?

14. *(3 pont)* Egy 1,8 m/s sebességgel mozgó golyó ütközött egy kétszer akkora tömegű, 3,6 m/s sebességgel feléje mozgó golyóval. Mekkora volt az első golyó sebessége az ütközés után, ha a második golyó ugyanabban az irányban 2,1 m/s sebességgel mozog tovább?

Hasonlítsa össze a feladatokra adott válaszait a könyv végén található válaszokkal. A helyesen megoldott feladatok esetében add össze az összes pontot, és oszd el 2-vel. Az így kapott szám megfelel a teljesítményszintednek.

3. FEJEZET
TESTEK KÖLCSÖNHATÁSA. ERŐK A TERMÉSZETBEN

3. rész
«Erők a természetben»

Azt tudod, hogyan kell mérni a testek tömegét, de meg fogod tanulni, hogyan kell mérni a testek súlyát

Érthető, hogy a súrlódás akadályozza a test mozgását, de azt tudod-e, hogy a súrlódás miért a mozgás oka

Tudod, hogy az űrhajósok súlytalanok a repülés során, de megtanulhatod, hogyan válhatsz súlytalanná anélkül, hogy elhagynád a szobádat.





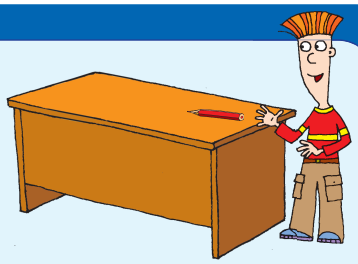
rnk.com.ua/
106662

§ 22. AZ ERŐ – A KÖLCSÖNHATÁS MÉRTÉKE. AZ ERŐK GRAFIKUS ÁBRÁZOLÁSA. ERŐK ÖSSZEADÁSA

Az erő fogalmával nap mint nap találkozunk. A mindennapi életben az erő szóból alkotott erős, erőművész szavak az ember, élőlények, mechanizmusok vagy természeti jelenségek lehetőségeire utalnak. Mondjuk még, hogy legerősebb ember, erős érzelmek, erős fagy, erős hajtómű, akaraterő. Milyen értelmet kap vajon az erő szó a fizikában?

1. 1.Mit jelent az erő fogalma a fizikában?

KUTATÁS



Amire szükséged lesz: egy ceruza; egy szabad asztal felülete.

Helyezd a ceruzát az asztal szélére, és óvatosan pöccinsd végig az asztallapon. Mi történt a ceruzával? Elérte az asztal túlsó végét? Miért állt meg? Mi történik, ha erősebben pöccinted meg a ceruzát? Érezted a ceruza hatását az ujjadon?

Most próbálj válaszolni ezekre a kérdésekre a «hatás», «kölcsönhatás», «sebességváltozás» fogalmak segítségével.

A vizsgálat elvégzése után ismét láthattad, hogy *egy test sebességének változását a más testekkel való kölcsönhatás okozza*. Ahhoz, hogy a ceruzát mozgásra bírd, meglököd, de ugyanakkor a ceruza hat a kezedre. Az asztal felülete hat a ceruzára, megállítva azt, és a ceruza is hat az asztal felületére.

Egy másik példával élve: egy kerékpár megállításához lenyomod a fékmarkolatot, és ugyanakkor érzed, hogy a markolat a tenyeredhez nyomódik.

Vegyük figyelembe, hogy mindkét eset esetében az eredmény attól függ, hogy *mennyire «erős» a kölcsönhatás*: minél erősebben pöccintsük a ceruzát, annál gyorsabban megy; minél erősebben nyomja a féket, annál gyorsabban áll meg a kerékpár.

Az egyik test másikra való hatásának a mértéke az *erő*.

Az **erő** — az egyik test másikra való hatásáte kjeifző fizikai mennyiség (a tes-tek kölcsönhatásának mértéke).

Az erőt általában az F szimbólummal jelölik (a latin *fortis* szóból, ami azt jelenti, hogy «erős»).

Az erő mértékegysége a SI rendszerben — a newton (*Isaac Newton* tiszteletére):

$$[F] = \text{N}.$$

1 N *azzal az erővel egyenlő, amely* 1 kg *tömegű test sebességét* 1 s *alatt* 1 *méter per szekundummal változtatja meg*.

Minél nagyobb az erő és minél hosszabb ideig hat egy testre, annál érezhetőbb a test sebességének változása (22.1. ábra).

Ahhoz, hogy a különböző tömegű testek azonos idő alatt egyformán változtassák meg sebességüket, különböző erőhatásoknak kell hatniuk rájuk (22.2. ábra).



22.1. ábra. Egy felnőtt teniszező képes arra, hogy a labda egy sportautó sebességével repüljön viszont egy kislány nem tudja olyan «keményen» megütni a labdát, ezért meglehetősen lassú sebességet ad neki

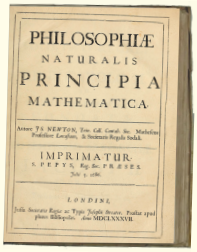


22.1. ábra. Ahhoz, hogy egy nehéz autó olyan gyorsan tudjon gyorsulni, mint egy könnyű motorkerékpár, erősebb motort kell beépíteni az autóba

TUDTÁTOK HOGY...



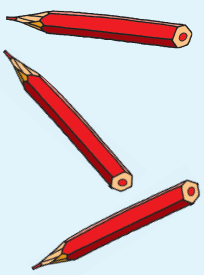
Az «erő» kifejezést abban az értelemben, ahogyan ma értelmezzük, először *Isaac Newton* használta. «A természetfilozófia matematikai alapelvei» című művében («Philosophiae Naturalis Principia Mathematica»), című, 1687-ben 300 példányban megjelent művében Newton meghatározta a gyorsító erőt, vagyis azt az erőt, amely egy test sebességének változásáért «felelős».



2. Miért vektor mennyiség az erő?

KUTATÁS

Tegyél egy ceruzát az asztalra. Próbáljuk meg ugyanazt az erőt kifejteni, és az ujjunkkal először az egyik irányba, majd az ellenkező irányba ütögessük a ceruza végét; most próbáljuk meg a ceruzára merőlegesen ütögetni, először a ceruza közepére, majd a végére hatva. Ugyanazzal az erővel ugyanaz lesz az eredmény?

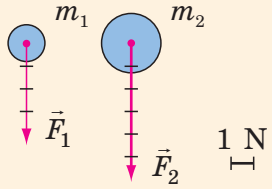


A kutatásod során láttad, hogy egy erő eredménye (a cselekvésed eredménye) nem csak az erő értékétől függ, hanem annak irányától és attól is, hogy melyik pontra milyen erő hat.

$\vec{F}$
- számérték
- irány
- támadáspont

Ne feledd: azok a fizikai mennyiségek, amelyek értékkel és iránnyal rendelkeznek, vektor mennyiségeknek nevezzük. Tehát az erő — egy *vektoriális mennyiség*.

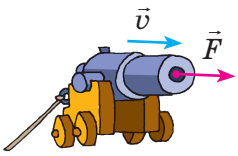
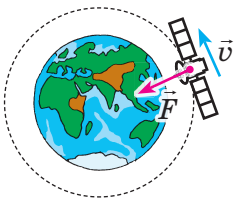
Az ábrákon az erővektor az erő hatásának pontjából indul (ezt a pontot nevezzük — *az erő támadási pontjának*) és az erő irányába mutat. A vektor nagyságát néha úgy választjuk meg, hogy az megfeleljen az erő egy bizonyos skálán vett értékének (22.3. ábra).



22.3. ábra. Az $m_1 = 400$ g tömegű test $F_1 = 4$ N erővel hat a Földre, és egy $m_2 = 600$ g tömegű test $F_2 = 6$ N erővel hat a Földre. Az erőket jelképező nyilak léptéke megegyezik az erők mértékével

Nézd meg a táblázatot, és derítsd ki, hogy az erő iránya hogyan befolyásolja egy test sebességének változását. Hozz fel saját példát a táblázat minden egyes oszlopára.

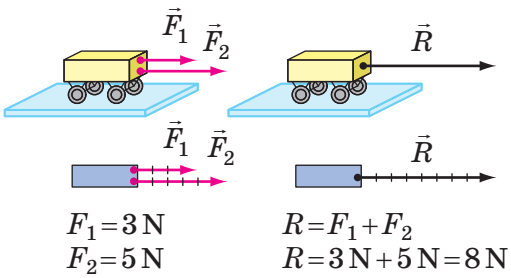


Az erő iránya megegyezik a test mozgásának irányával	Az erő iránya ellentétes a test mozgásának irányával	Az erő iránya merőleges a test mozgásának irányával	Az erő szöget zár be a test mozgási irányával
			
Növekszik a test sebessége	Csökken a test sebessége	Megváltozik a sebesség iránya	Megváltozik a sebesség nagysága és iránya

3. Mit értünk egyenértékű erő alatt, és hogyan határozható meg?

Egy testre általában nem csak egy erő hat, hanem kettő, három vagy több.

Vegyünk egy olyan példát, amikor egy testre két erő hat ugyanabban az irányban. Tegyünk egy kocsit egy asztalra, és kössünk hozzá két zsinórt. Az egyik személy az egyik zsinórral 3 N erővel húzza a kocsit, egy másik személy pedig a másik zsinórral 5 N erővel húzza a kocsit ugyanabba az irányba (lásd a 22.4. ábrát). A kocsi elkezd mozogni, és a sebessége megnő. A sebességnövekedés olyan lesz, mintha csak egy 8 N erő hatna a kocsira ebben az irányban. A 8 N erőt, amely a két 3 és 5 N erő helyettesíthető, két erő *eredőjének* nevezzük, és a következővel jelöljük $\vec{R}$ (vagy $\vec{F}$).



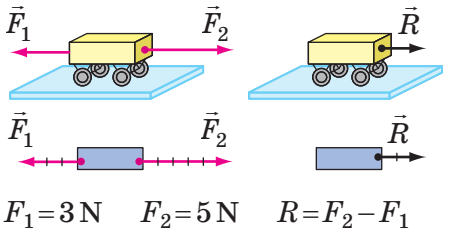
22.4. ábra. Amikor az $\vec{F}_1$ és $\vec{F}_2$, erők egyirányuak, akkor az $\vec{R}$ eredő iránya egybeesik a hatóerők irányával

Az olyan erőt, amely ugyanolyan hatással van egy testre, mint több, egyidejűleg ható erő, ezen erők **eredőjének** tekintjük.

Ha a kocsit ellentétes irányba húzzuk, az erők nem «segítik» egymást a kocsi gyorsulásában, hanem inkább — «akadályozzák» azt (22.5. ábra).

Az ábrán látható esetben a kocsi úgy fog mozogni, mintha 2 N erő hatna rá, amely az 5 N erő irányába irányul:

$$R = 5\,\text{H} - 3\,\text{H} = 2\,\text{H}.$$



22.5. ábra. Amikor az $\vec{F}_1$ i $\vec{F}_2$, erők ellentétes irányúak, akkor az $\vec{R}$ eredő iránya megegyezik a nagyobbik erő irányával

4. Як рухається тіло, коли сили скомпенсовані?

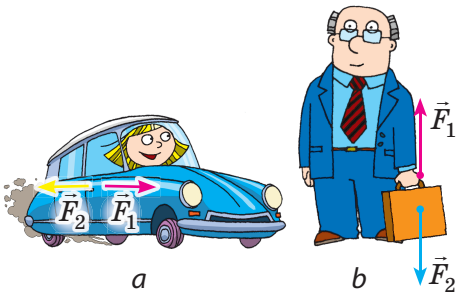
Mekkora lenne az eredő erő, ha a kiskocsihoz ellentétes oldalról csatlakozó fonalakat azonos erővel, pl. 5 N-nel húznánk? Változna-e a kiskocsi sebessége?



Reméljük, hogy helyesen válaszoltál a kérdésekre, és arra a következtetésre jutottál, hogy *ha két erő egyenlő értékű, ellentétes irányú, és ugyanarra a testre hat, akkor ezeknek az erőknek az eredője nulla*. Ebben az esetben az erők kioltják egymást, így *a test sebessége nem változik: a test nem mozog, vagy egyenesvonalú egyenletes mozgást végez*.

Például egy autó simán halad egy vízszintes, egyenes autópálya szakaszon, ha a motor F_1 tolóereje kompenzálja a légellenállási erőt (22.6. ábra, *a*). (A légellenállási erő elég gyorsan megállítaná az autót, ha a motor nem forgatná a kereket.)

A kézben tartott aktatáska nyugalomban van, ha az aktatáskára ható földi gravitációs erőt kompenzálja a személy által az aktatáskára kifejtett erő (22.6. ábra, *b*).



22.6. ábra. Ha a testre ható erő nagysága egyenlő, iránya ellentétes, akkor a test egyenes vonalú egyenletes mozgást végez (*a*), vagy nyugalomban van (*b*)

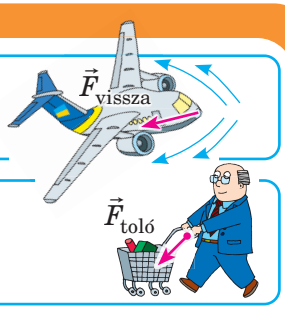
HOGY IS VAN VALÓJÁBAN?



Szofia azt állítja, hogy ha egy testre csak két azonos modulusú erő hat, például 20 N, akkor ezeknek az erőknek az eredője lehet nulla vagy 40 N. Nikita tiltakozik, és rámutat, hogy az egyenérték 0 és 40 N között bármilyen értéket felvehet. Kinek van igaza?

ÖSSZEGZÉS

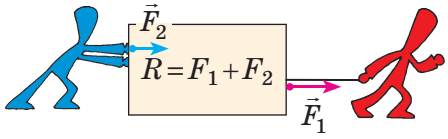
Erő ($\vec{F}$) — az egyik test másikra való hatását kifejező fizikai mennyiség (a testek kölcsönhatásának mértéke).



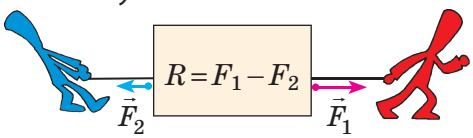
Az *erő mértékegysége a SI rendszerben* — a **newton** (N). 1 N azzal az erővel egyenlő, amely 1 kg tömegű test sebességét 1 s alatt 1 m/s — al változtatja meg.

Ha a testre több erő hat, akkor azok hatását egy erőnek a hatásával — **az eredővel** ($\vec{R}$) — helyettesíthetjük.

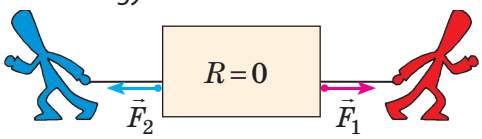
Az erők iránya ellentétes:



Az erők iránya ellentétes:

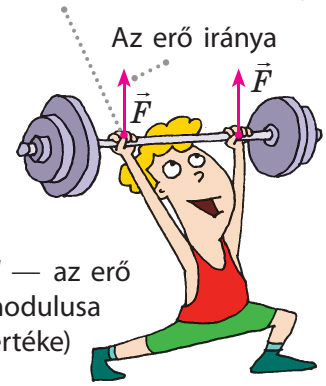


Az erők kiegyenlítődnek:



Az erő «támadás» pontja

Az erő iránya



F — az erő modulusa (értéke)

- ✓ ellentétes irányú
- ✓ azonos modulusu
- ✓ ugyanahhoz a testhez kapcsolódnak

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Az erő meghatározása. **2.** Mi az erő mértékegysége az SI-ben? **3.** Miért vektormennyiség az erő? **4.** Hogyan ábrázoljuk az erőt az ábrákon? **5.** Hogyan találjuk meg két, ugyanazon egyenes mentén azonos irányban ható erő egyenértékét? ellentétes irányban ható erő egyenértékét? **6.** Hogyan határozzuk meg a két erő egyenértékét? Milyen feltételek mellett egyensúlyozza ki egymást két erő?

GYAKORLATOK № 22

1. Válasszatok léptéket, és rajzoljátok be a füzetbe a következő erőket: 3,2 N; 5,6 N; 8 N! Rajzotokat hasonlítsátok össze a többiekével! Megegyeznek? Miért?

2. A két ember által ellenkező irányban húzott kötél egyensúlyban van. Az egyik ember 300 N erővel húzza a kötelet. Mekkora erővel húzza a másik? Mivel egyenlő az erők eredője?

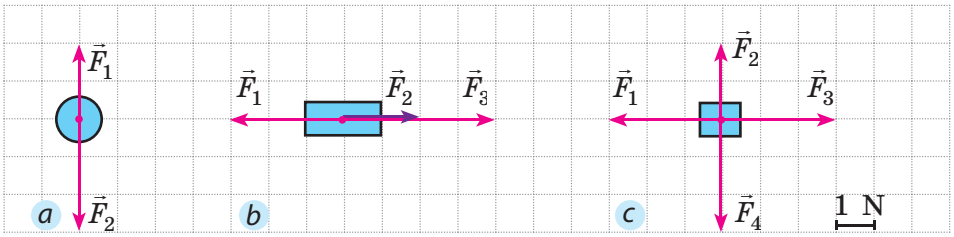
3. Két fiú vízszintesen, egyenes mentén ható 50 N és 70 N erővel húzza a szánkót. Mekkora lehet az erők eredője?

4. Az ábrákon testek és rájuk ható erők vannak ábrázolva (1 kocka=1 N). Rajzoljátok át a füzetbe az ábrát, és határozzátok meg, majd rajzoljátok le az eredőket!

5. Az ember 800 N erővel hat a padlóra. Mekkora erővel fog hatni a padlóra, ha a kezében olyan tárgyat tart, amelyik 200 N erővel hat rá? A feleletet rajzzal egészítsétek ki!

6. Tud-e haladni a gépkocsi, ha a rá ható erők eredője ellentétes haladásának irányával? Ha igen, mondjatok rá példát!

7. A testre három, egyenes mentén ható erő hat. Két erő nagysága 30 és 50 N. Mekkora lehet a harmadik erő, ha az eredő 100 N? A feladatnak hány megoldása létezhet? Készítsetek a füzetbe sematikus rajzot!



Kulcsfogalmak

Kölcsönhatás • Erő • Erő értéke (modulusa) • Erő iránya • Erő támadási pontja • Newton • Erők összeadása • Egyensúly



rnk.com.ua/
106663

§ 23. A TEST DEFORMÁCIÓJA. RUGALMASSÁGI ERŐ

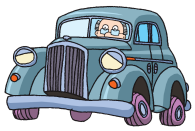
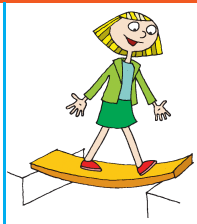
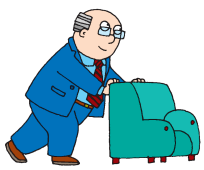
Ivan Kotljarevszkij Natalka Poltavka című regénye kezdő soraiban a következőt olvashatjuk: «Süvítenek a szelek, a buja szelek, még a fák is hajladoznak…» A fizikusok azt mondják, hogy a fák deformálódnak. A deformációról és a deformáció fajtáiról lesz szó ebben a fejezetben.

1. Mit nevezünk deformációnak? Megismerkedünk a fajtáival

Már említettük, hogy a testre ható erő hatásának eredményeként megváltozhat a test sebessége, esetleg deformálódhat. Például, ha elrúgjuk a labdát, az mozogni kezd, egyes pontjai viszont a rúgás hatására elmozdulhatnak egymáshoz viszonyítva – a labda *deformálódik*.

A **deformáció** a test alak- és (vagy) méretváltozása.

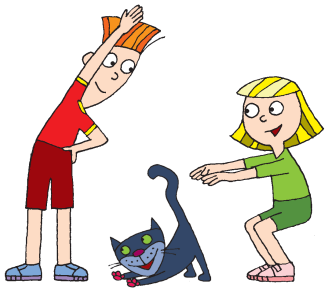
Annak alapján, hogy a test mely részei mozdulnak el egymáshoz képest, a deformáció következő fajtáit különböztetjük meg: *nyúlás, összenyomódás, hajlítás, tekerés, tolás* (l. a táblázatot).

A deformáció fajtái				
Nyúlás	Összenyomódás	Hajlás	Tekerés	Tolás
				
Hangoljuk a gitárt – *megnyújtjuk* a húrt	Beülünk a gépkocsiba – *összenyomódik* a lengéscsillapító rugója	Ráállunk a deszkára – *behajlik*	Behúzzuk a csavart – *tekerjük* a csavarhúzót	Mozgatjuk a bútort – *tolási* deformáció történik

A fenti táblázat minden oszlopához hozz fel három-három példát a deformációdra (a technológiában, a mindennapi életben, a természetben).



Feladat. Állj fel a székedből, és végezz néhány gyakorlatot: guggolásokat, testcsavarásokat, hajlításokat stb. Milyen típusú deformációkat tapasztal a gerinced ezek során? Magyarázd meg a válaszát.



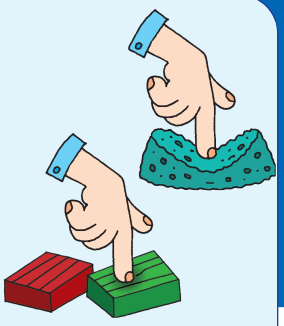
2. Megkülönböztetünk rugalmas és plasztikus deformációt?

KUTATÁS

Amire szükséged lesz: egy mosogatószivacs; egy darab gyurma.

Először fogd a szivacsot, és nyomd össze, majd csavard, hajlítsd, nyújtsd stb. Most tedd ugyanezt a gyurma darabkával. Melyik test nyeri vissza az alakját?

Tudtok-e még egy hasonló tulajdonságokkal rendelkező anyagpárt mondani?



A vizsgálat során *rugalmas és rugalmatlan (plasztikus)* alakváltozást figyeltél meg. Az alakváltozás ezen típusait az különbözteti meg, hogy a testek képesek visszanyerni alakjukat az erőhatás megszűnése után vagy sem.

Egy szivacs, ha abbahagyod a csavarást, szorítást, nyújtást stb. teljesen visszanyeri alakját — a szivacs deformációja eltűnik. Ezt a deformációt nevezzük *rugalmasnak*.

A gyurma nem «emlékszik» az alakjára, és nem állítja vissza azt. A plasztelinről azt mondják, hogy *plasztikus deformáción* megy keresztül.

A **rugalmas deformáció** olyan deformáció, amely teljesen eltűnik, miután a testre ható külső erők megszűnnek.

A **rugalmatlan (plasztikus)** alakváltozás olyan alakváltozás, amely azután is fennmarad, hogy a külső erők már nem hatnak a testre.

Tekintsük meg a 23.1. ábrát. Milyen alakváltozás (rugalmas vagy plasztikus) jellemzi az ábrázolt testeket? Indokold a válaszod. Hozz fel saját példákat a rugalmas és a plasztikus deformáció alkalmazására vagy megfigyelésére.



23.1. ábra. Rugalmas és plasztikus deformációk

TUDTÁTOK HOGY...

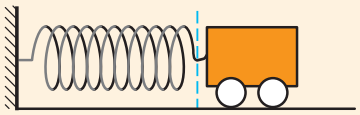


A körülményektől függően számos anyag rugalmas és képlékeny tulajdonságokkal is rendelkezhet. Az *ólom* például általában képlékeny: ha meghajlítunk egy ólomlemezt, az deformált marad. Ha azonban az ólom –100 °C-os hőmérsékletre hűl rugalmas lesz, és hajlítás után az ólomlemez visszatér eredeti állapotába.

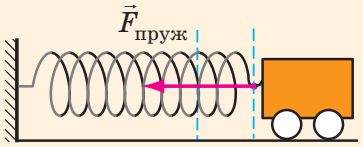
A *gumit* meglehetősen rugalmas anyagnak tartják, ezért használják például tömítések készítésére, de alacsony hőmérsékleten a gumi megváltoztatja tulajdonságait. Ha egy gumilabdát folyékony nitrogénben hűtünk le (lásd az ábrát), majd kalapáccsal megütjük, a golyó több darabra szakad.



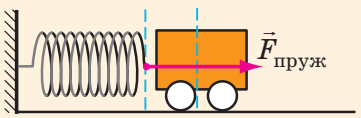
1986-ban az amerikai *Challenger* űrrepülőgép 73 másodperccel az indítás után felrobbant. A katasztrófa kivizsgálása során *Richard Phillips Feynman* amerikai fizikus egy kísérletet mutatott be: gumit mártott egy pohár jeges vízbe, és kimutatta, hogy a gumi rugalmassága jelentősen csökkent. Feynman szerint a baleset egyik oka az lehetett, hogy az erős lehűlés miatt megváltozott a hajón lévő gumitömítés rugalmas tulajdonsága.



A rugó *nincs deformálva* – nem hat rá rugalmassági erő



A rugó *meg van nyúlva* – a rugalmassági erő a rugó összenyomására törekszik



A rugó *össze van nyomva* – a rugalmassági erő meg akarja nyújtani a rugót

23.2. ábra. A rugalmassági erő iránya nyúlás és összenyomás esetén

3. CRugalmassági erő

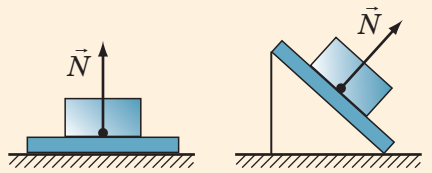
Deformáció közben minden alkalommal létrejön egy olyan erő, amelyik a testet vissza akarja állítani a deformáció előtti állapotába. Ezt az erőt *rugalmassági erőnek* nevezzük (23.2. ábra).

A **rugalmassági erő** az az erő, amely a test deformációja következtében jön létre, és iránya ellentétes a test részecskéinek az elmozdulás irányával.

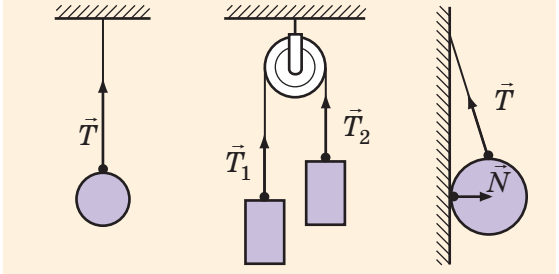
A rugalmassági erő jelölése általában $\vec{F}_{\text{rug}}$ de néha használnak más jelölést is (δ, σ).

Ha a test nyomást gyakorol a támasztékra, akkor a támaszték deformálódik (elhajlik). A támaszték deformációja eredményeként rugalmassági erő jön létre, amely *a támaszték felszínére merőleges* irányban hat a testre. Ezt az erőt **a támaszték normál reakciójának** nevezzük és $\vec{N}$-nel jelöljük (23.3 ábra).

Ha a test a felfüggesztést (cérnát, fonalat, gumit) nyújtja meg, akkor *a felfüggesztés mentén* ható rugalmassági erő jön létre. Ezt az erőt **a felfüggesztés nyújtóerejének nevezzük** és $\vec{T}$ — vel jelöljük (23.4 ábra).



23.3. ábra. A támaszték normál reakciójának ereje ($\vec{N}$) mindig merőleges a támaszték felületére

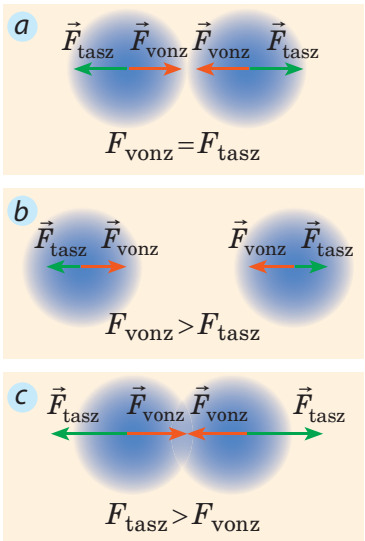


23.4. ábra. A felfüggesztés nyújtóereje ($\vec{T}$) mindig a felfüggesztés mentén hat

4. Miért keletkezik a rugalmas erő

Már tudjátok, hogy a testek részecskékből (atomokból, molekulákból, ionokból) állnak. A szilárd testekben a részecskék az egyensúlyi állapot körül mozognak és vonzási, valamint taszító *intermolekuláris erőkkel kölcsönhatnak egymással*. Egyensúlyi állapotban ezek az erők kiegyenlítik egymást (23.5 ábra).

Deformáció esetén a test részecskéinek elhelyezkedésében változások történnek. Ha a részecskék közötti távolság megnő, akkor a közöttük fellépő intermolekuláris vonzási erők nagyobbak lesznek a taszító erőknél. Ha a részecskék közelednek egymáshoz, akkor ellenkezőleg, az intermolekuláris taszító erők erősödnek fel (23.5 ábra).



23.5. ábra. Molekulák közötti vonzó $\vec{F}_{\text{vonz}}$ és taszító $\vec{F}_{\text{tasz}}$ erők a részecskék különböző elrendeződése esetén

Más szavakkal: deformáció esetén *a részecskék az egyensúlyi állapot visszaállítására «törekszenek»*.

Az egy részecske helyzetének megváltozásakor létrejövő erők nagysága jelentéktelen. Viszont ha a test deformálódik, akkor óriási mennyiségű részecske kölcsönös helyzete változik meg. Az erők összeadása eredményeként jelentős mértékű eredő erő jön létre, amely ellenáll a test deformációjának. Ez a rugalmassági erő. Tehát, *a rugalmassági erő létrejötte az intermolekuláris erők hatásának eredménye*.

ÖSSZEGZÉS

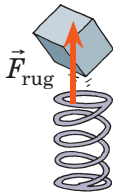
Deformáció — a test alak- és (vagy) méretváltozása.

Rugalmatlan deformáció — külső erők hatásának megszűntével a deformáció is megszűnik

Plasztikus deformáció — amikor a deformáció megmarad.



Rugalmassági erő — az az erő, amely a test deformációja következtében jön létre, és iránya ellentétes a test részecskéinek az elmozdulási irányával.



- ✓ a molekulák közötti erők megnyilvánulása
- ✓ a test részecskéinek elmozdulás irányával ellentétes irányúak a deformáció során.



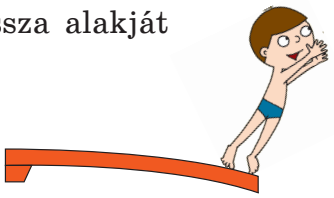
ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Mi a deformáció? Mi okozza a létrejöttét? **2.** A deformáció milyen fajtáit ismeritek? Mondjatok példákat! **3.** Milyen deformációt nevezünk rugalmasnak? Plasztikusnak? Mondjatok példákat! Mit nevezünk rugalmassági erőnek? Miért jön létre rugalmassági erő?



GYAKORLATOK № 23

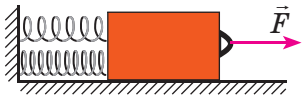
1. Egy fiú megpróbál leugrani egy ugródeszkáról (1. ábra). Milyen alakváltozáson megy keresztül az ugródeszka? Milyen erő hatására nyeri vissza alakját a deszka?



1. ábra

2. Milyen alakváltozáson megy keresztül a lánc, amikor egy vödör vizet húznak föl a kútból? Hová irányul a vödörre ható rugalmas erő? Hogyan jelölik?

3. Az asztalra nehéz hasábot helyeztek. Mi történik az asztallappal? Hova irányul az asztallap rugalmassági ereje? Készítsetek rajzot, és tüntessétek fel a hasábra ható rugalmassági erőt!



2. ábra

4. A testet sima vízszintes felületre helyezték, és két rugóval a falhoz rögzítették (2. ábra). 6,7 N erőt alkalmaztunk a testre, ami megfeszítette a rugókat. A test akkor állt meg, amikor az egyik rugóban lévő rugóerő elérte a 2,9 N-t. Határozzuk meg a második rugóban lévő rugóerőt. Készítsen rajzot a rúdra ható erők ábrázolására egy bizonyos méretarányban.

Kulcsfogalmak

Deformáció • Húzás • Összenyomás • Hajlítás • Nyírás • Csavarás • Rugalmatlan deformáció • Plasztikus deformáció • Rugalmassági erő



§ 24. HOOKE TÖRVÉNYE. DINAMOMÉTER

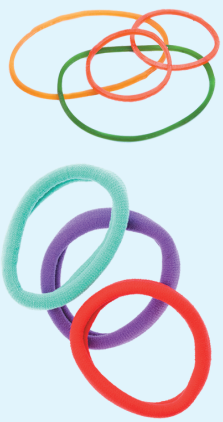
Gyerekek és felnőttek egyaránt kedvelik a trambulint. Felszállsz, leszállsz egy rugalmas vászonra, majd újra felszállsz a gumiszalagoknak köszönhetően, amelyek megnyúlnak és rugalmasan hatnak rád. Lássuk, hogyan lehet kiszámítani ezt az erőt.

1. Mitől függ a rugalmassági erő?

KUTATÁS

Amire szükséged lesz: két különböző gumiszalag (gumiszalagok szövéshez, rögzítéshez, hajhoz stb.).

Először is fogd az egyik gumiszalagot, és nyújtsd meg egy kicsit. Érezni fogod, hogy a rugalmas erő a kezedre hat a gumikarika oldaláról, amely megpróbálja visszahozni a gumit a deformálatlan (nem nyújtott) állapotába. Minél jobban nyújtod a gumiszalagot, annál nagyobb lesz a rugalmas erő. Most tedd ugyanezt a másik gumiszalaggal. Hűha! A rugalmassági erő jelentősen megváltozott!

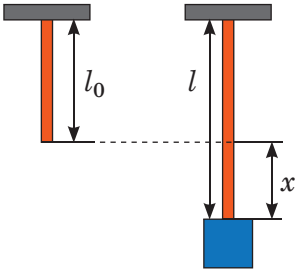


A kutatásodnak köszönhetően megtudtad.

1) A rugalmasság a gumiszalag megnyúlásával együtt nő;

2) Ugyanazon megnyúlás esetén a különböző szalagok rugalmassága eltérő.

A **megnyúlás** egy fizikai mennyiség, amely a húzó és nyomó alakváltozásokat jellemzi, és egyenlő a test hosszának az alakváltozás következtében bekövetkező változásával.



24.1. ábra. Ha súlyt csatlakoztat a gumikötélhez, a kötél hossza megnő

A megnyúlás az x vagy Δl szimbólummal jelöljük, és a következő képlettel határozzuk meg:

$$x = l - l_0,$$

ahol l — a deformált test hossza; l_0 — a deformálatlan test hossza (24.1. ábra).

Nyújtsd ki a gumiszalagot. Állapítsd meg, hogy mekkora nyúláson ment keresztül a szalag. Milyen eszközre van szükséged ehhez? Milyen mértékegységet fogsz használni a nyúlás méréséhez?



2. Hooke törvénye

A testek nyúlásának és összenyomódásának a folyamatait tudományosan *Robert Hooke* kezdte tanulmányozni a XVII. században (19.6. ábra). Az ő tu- dományos kutatásainak az eredményeként fogalmazódott meg a róla elnevezett **Hooke törvénye:**

A húzó- vagy nyomó elasztikus alakváltozások* esetén a rugalmas erő egyenesen arányos a test megnyúlásával, és mindig arra törekszik, hogy a testet visszaállítsa a deformálatlan állapotba:



24.2. ábra. Robert Hooke (1635–1703), neves angol természettudós, a kísérleti fizika egyik megalapítója

$$F_{\text{rugal}} = k|x|,$$

ahol F_{rug} — rugalmassági erő; x — a test megnyúlása; k — a rányossági tényező, a melyet a **test merevségének** nevezünk.

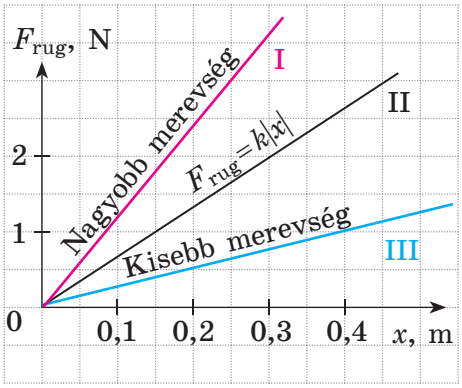
Egy test merevsége a Hooke-törvény segítségével határozható meg:

$$F_{\text{rugal}} = k|x| \Rightarrow k = \frac{F_{\text{rugal}}}{|x|}$$

A *merevség mértékegysége a SI* rendszerben **newton per méter:** $[k] = \text{N/m}$.

A merevség a test jellemzője, tehát nem függ a rugalmasságtól vagy a megnyúlástól.

* R. Hooke valójában a «kis rugalmas deformációk» kifejezést használta, mert a fémrudak deformációját tanulmányozta. Erről többet fogsz tanulni a felső tagozatban.



24.3. ábra. $F_{rugal}(|x|)$ — a rugalmasság függése a test megnyúlásától

A merevség a test alakjától és méretétől, valamint a test anyagától függ.

Mivel a rugalmassági erő egyenesen arányos a test nyúlásával, a rugalmassági erő és a test nyúlásának grafikonja egyenes (24.3. ábra). *Minél nagyobb a test merevsége, annál magasabb a grafikon.*

Bizonyítsuk be az utolsó állítást. A 24.3. ábra alapján határozzuk meg az I-III. testek merevségét.



TUDTÁTOK, HOGY...



Robert Hooke nemcsak híres fizikus, hanem feltaláló és építész is volt. Íme néhány tény a tudós találmányairól.

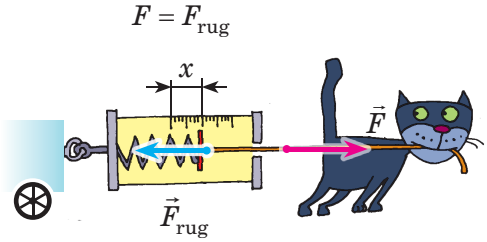
- ✓ Tükrös távcsövet tervezett és továbbfejlesztette a mikroszkópot.
- ✓ Feltalálta a tengeri barométert.
- ✓ Megalkotta azokat a terveket, amelyek a greenwichi csillagvizsgáló megépítéséhez vezettek.
- ✓ Légszivattyút és a szélenergia mérésére szolgáló eszközt fejlesztett ki.
- ✓ Az elsők között tanulmányozta a növények szerkezetét, és ő alkotta meg a «sejt» kifejezést.

3. Hogyan működik az erőmérő?

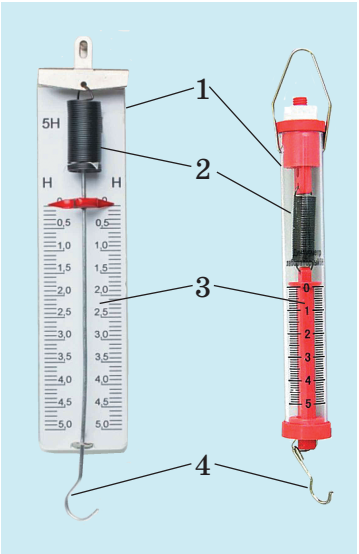
Az erő — fizikai mennyiség, ezért mérhető.

Az erő mérésére szolgáló eszközt **dinamométernek** nevezzük.

A legegyszerűbb dinamométerek fő alkotóeleme a *rugó*. Ahhoz, hogy egy ismert k *merevségű* rugóval megmérjük azt az F erőt, amellyel például egy macska húz egy kocsit (24.4. ábra), a következőket kell tennünk:



24.4. ábra. Az erő, amellyel a macska húzza a szekeret, rugó segítségével meg-mérhető



24.5. ábra. Iskolai rugós laboratóriumi dinamométerek: 1 — panel; műanyag tok; 2 — rugó; 3 — skála; 4 — póráz kampóval

1) megmérni a rugó x meghosszabbodását;

2) Hooke törvénye alapján meghatározni a macskára a rugó felől ható rugalmassági erőt ($F_{rug} = k|x|$), amely egyenlő a macska F húzóerejével: $F = F_{rug}$.

Érthető, hogy célszerűtlen minden alkalommal újból megmérni a meghosszabbodást, majd kiszámítani az erőt. Ezért az erő mérésére a rugót skálával ellátott panelhez rögzítik. Pontosan ilyen a legegyszerűbb iskolai laboratóriumi dinamométerek felépítése (24.5. ábra). Léteznek más szerkezetű dinamométerek is (24.6. ábrát).



24.6. ábra. Nagy erők, pl. traktorok vonóerejének mérésére tervezett vontatási dinamométer

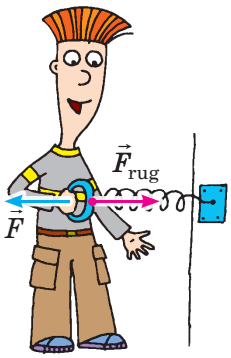
HOGY IS VAN VALÓJÁBAN



Natalka szerint a dinamométereket csak a fizikaórákon és néha a technika órákon használják. Nyikolaj nem ért egyet: szerinte az emberek az élet minden területén használják a dinamométereket, még szórakozásra is. Ti mit gondoltok?

4. Gyakoroljuk a feladatok megoldását

■ **1. Feladat** A tanuló a rugót 40 N erővel 8 cm nyire nyújtotta meg. Határozzátok meg a rugó merevségét! Mekkora erőt kell kifejtenie a tanulónak, hogy a rugót még 6 cm-nyire megnyújtsa? A deformációt rugalmasnak tekintjük. ■



A fizikai probléma elemzése. A tanuló által kifejtett erő egyenlő a rugó széthúzásakor létrejövő rugalmassági erővel: $F = F_{rug}$. Mivel a deformáció rugalmas, és feltételezve, hogy a rugó merevsége nem változik, felhasználjuk Hooke törvényét. A feladatot SI egységekben oldjuk meg.

Adva:
$F_1 = 40\,\text{N}$
$x_1 = 8\,\text{cm} = 0{,}08\,\text{m}$
$x_2 - x_1 = 6\,\text{cm} = 0{,}06\,\text{m}$
Meghatározni:
k — ?
F_2 — ?

A matematikai modell felállítása, megoldás.
1. Meghatározzuk arugó merevségét:

$$F_{\text{rug1}} = kx_1, \text{ ezért } k = \frac{F_{\text{rug1}}}{x_1} = \frac{F_1}{x_1};$$

$$k = \frac{40\,\text{N}}{0{,}08\,\text{m}} = 500\,\frac{\text{N}}{\text{m}}.$$

2. Meghatározzuk azt az erőt, amelyre szüksége van a gyereknek a rugó további széthúzásához:

$$F_2 = F_{\text{rug2}} = kx_2.$$

A feltétel szerint $x_2 - x_1 = 0{,}06$ m, ezért:

$$x_2 = x_1 + 0{,}06\,\text{m} = 0{,}08\,\text{m} + 0{,}06\,\text{m} = 0{,}14\,\text{m}.$$

Отже: $F_2 = 500\,\frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot 0{,}14\,\text{m} = 70\,\text{N}$.

Az eredmények elemzése. A tanuló a rugó 8 cm-es megnyújtásához 40 N-os erőt fejt ki; további 6 cm-nyi megnyújtáshoz a kifejtett erőt 30 Nnal kell megnövelni. Ez reális eredmény.

Felelet: $k = 500\,\frac{\text{N}}{\text{m}}$; $F_2 = 70$ N.

■ **2. Feladat** A laboratóriumi munka végzésekor a lány növelte a gumizsinór terhelését, és közben mérte a zsinórra ható erőt, valamint a zsinór meghosszabbodását. A lány által kapott táblázsaet gítségével rajzoljátok meg a rugalmassági erő és a zsinór meghosszabbodása közötti $F_{\text{rug}}(x)$ függvény grafikonját! A grafikon segítségével határozzátok meg:

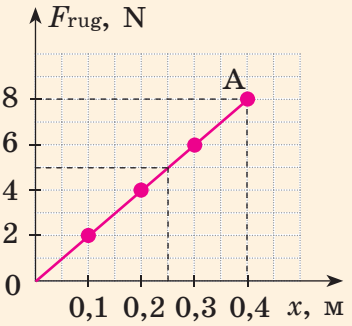
1) a gumizsinór merevségét;
2) a gumizsinórnak az 5 N erő által kiváltott meghosszabbodását;
3) a gumizsinór 6 cm-nyi megnyújtásához szükséges erőt! ■

Erő F, N	2	4	6	8
Megnyúlás x, m	0,1	0,2	0,3	0,4

A fizikai probléma elemzése. A zsinór nyújtásakor rugalmassági erő keletkezik, amely nagyságát tekintve megegyezik a zsinórra ható erővel: $F_{\text{rug}} = F$.

Az $F_{\text{rug}}(x)$ összefüggés grafikonjának a megszerkesztéséhez rajzolunk két egymásra merőleges tengelyt. A vízszintes tengelyre a zsinór x meghosszabbodását, a függőleges tengelyre pedig az F_{rug} rugalmassági erő megfelelő értékeit tüntetjük fel.

Megoldás. Feltüntetve az adott pontokat (l. a rajzot) láthatjuk, hogy minden pont egy egyenesen fekszik, tehát a grafikon bármely pontja esetében: $F_{\text{rug}} = kx$.



1) Kiválasztva a grafikon A pontját meghatározzuk a zsinór merevségét:

$$k = \frac{F_{\text{rug}}}{x} = \frac{8\ \text{N}}{0{,}4\ \text{m}} = 20\ \frac{\text{N}}{\text{m}}.$$

2) A zsinórnak az 5 N erő hatására történt meghosszabbodását megtaláljuk a grafikon alapján: ha $F_{\text{rug}} = 5\,\text{N}$, akkor $x = 0{,}25\,\text{m}$.

3) A zsinór 0,6 m-nyi megnyújtásához szükséges erőt Hooke törvénye alapján határozzuk meg:

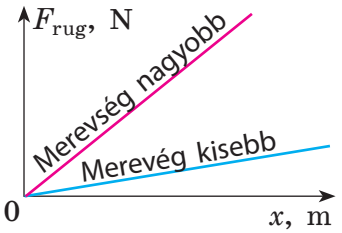
$$F = F_{\text{rug}} = kx = 20\ \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot 0{,}06\,\text{m} = 1{,}2\ \text{N}.$$

Felelet: $k = 20\ \frac{\text{N}}{\text{m}}$; $x = 0{,}25\,\text{m}$; $F = 1{,}2\ \text{N}$.



ÖSSZEGZÉS

Hooke törvénye: Húzó vagy nyomó rugalmas alakváltozások esetén a rugalmas erő egyenesen arányos a test megnyúlásával, és mindig arra törekszik, hogy a testet visszaállítsa a deformálatlan állapotba:



$$F_{\text{rug}} = k|x|$$

- ✓ a törvényt Robert Hooke angol fizikus 1660-ban kísérletileg *állapította* meg
- ✓ *kialakulása:* rugalmas alakváltozás feszültség vagy összenyomás hatására

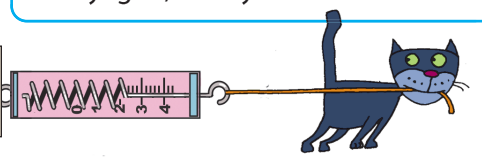
Megnyúlás x — egy fizikai mennyiség, amely egyenlő a test hosszának deformáció miatti változásával:

$$x = l - l_0,\ [x] = \text{м}$$

Merevség k — egy fizikai mennyiség, amely egy test (rúd, zsinór, rugó) rugalmas tulajdonságait jellemzi; $[k] = \text{N/m}$.

- ✓ *függ* a test alakjától és méretétől, az anyagtól, amelyből a test készült

Dinamométer — az erő mérésére szolgáló eszköz



ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Definiálja a nyúlást. **2.** Fogalmazza meg a Hooke-törvényt. Mik az alkalmazási területei? **3.** Írja le a test merevségét mint fizikai mennyiséget. **4.** Mi határozza meg egy test merevségét? **5.** Függ-e a test merevsége a megnyúlástól? **6.** Milyen műszert használnak az erő mérésére, és hogyan működik?

GYAKORLATOK № 24

1. A rugó hossza széthúzott állapotban 12 cm. Mennyi a nem deformált rugó hossza, ha a meghosszabbodás 20 mm?

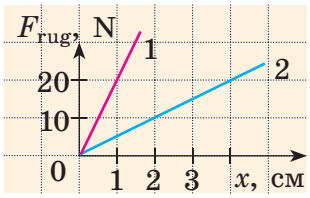
2. A rugó merevsége 20 N/m. Mekkora erő szükséges a rugón 0,1 m-nyi széthúzásához?

3. Minden esetben határozzátok meg a rugó merevségét: a) $F_{rug}=10$ N, $x=0{,}2$ m; b) $F_{rug}=3$ kN, $x=0{,}15$ m; c) $F_{rug}=2{,}1$ N, $x=3{,}5$ mm.

4. Hooke törvénye alapján határozzátok meg a fizikai mennyiségeket (F_{rug}, k vagy x): a) $x=2$ cm, $F_{rug}=13$ N; b) $k=2$ N/cm, $x=4$ mm; c) $F_{rug}=1{,}8$ kN, $k=1200$ N/m.

5. A rugó 7 cm-nyi összenyomásakor 2,8 kN rugalmassági erő jön létre. Mekkora erő jön létre e rugó 4,2 mm-nyi összenyomásakor?

6. Számos gyártó grafikon segítségével adja meg a legyártott rugók jellemzőit. Az 1. ábrán két rugó esetében van megadva az $F_{rug}(x)$ összefüggés grafikonja. Határozzátok meg mindegyik rugó merevségét! Számítsátok ki mindkét rugó meghosszabbodását, ha 25 N erő hat rájuk!



7. Sorban összekötöttek két, egyenként 40 N/m és 50 N/m merevségű rugót. Mekkora lesz a rugók meghosszabbodása, ha $F=10$ N erő hat rájuk?

Help Vegyétek figyelembe: rugók soros összekötése esetén a rugalmassági erő a rendszer bármely pontjában azonos: $F_{rug}=F_{rug1}=F_{rug2}$.

Kulcsfogalmak

Megnyulás · Hooke törvénye · A test merevsége (zsinór, rugó, rúd) · Alkalmazási terület· Dinamométer

rnk.com.ua/106664

LABORATÓRIUMI MUNKA № 6

Téma. Testek rugalmasságának vizsgálata.

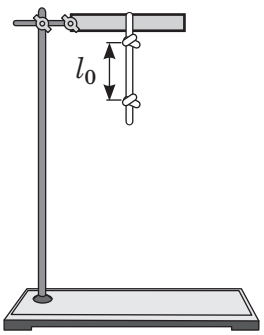
A munka célja: gumizsinórok rugalmassági tulajdonságainak a vizsgálata nyúlási deformáció esetén.

Eszközök: laboratóriumi állvány szorítóval; három egyforma, 15–20 cm hosszú gumizsinór; 4 darab 100 g-os súly; vonalzó.

ÚTMUTATÓ A MUNKÁHOZ

Előkészület a kísérlethez

1. A munka elkezdése előtt győződjetek meg róla, tudjátok-e a válaszokat az alábbi kérdésekre.
   1) Mi a deformáció? Milyen fajtái léteznek?
   2) Milyen deformációt nevezünk rugalmasnak? Plasztikusnak?
   3) Milyen képlet segítségével határozható meg a rugalmassági erő?
2. Határozzátok meg a vonalzó beosztásértékét!
3. Állítsátok össze a kísérlethez szükséges eszközt!
   1) Kössünk hurkokat a gumizsinórra úgy, hogy a csomók közötti távolság körülbelül 8 cm legyen.
   2) Akaszd fel a zsinór egyik hurkát az álvány szárára (1. ábra).



1. ábra

Kísérlet

Szigorúan tartsátok be a balesetvédelmi előírásokat!

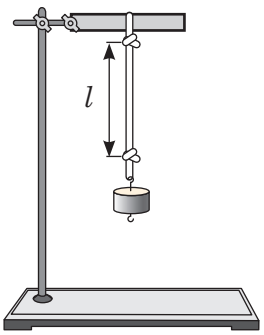
A mérések és számítások eredményeit írjátok a táblázatba!

1. I gazítsd a zsinórt anélkül, hogy megnyújtaná. Mérje meg a csomók közötti l_0 távolságot — a nem deformált zsinór hosszát (lásd az 1. ábrát).
2. A kassz fel egy 100 g-os súlyt a zsinórra. Mérjük meg a csomók közötti l távolságot — a deformált zsinór hosszát (2. ábra).

Help

A zsinórra függesztett 100 g súly körülbelül 1 N erővel húzza a zsinórt.

3. Vegye le a súlyt. Ellenőrizze, hogy az alsó csomó visszatért-e eredeti helyzetébe, azaz a zsinór nem deformálódott-e rugalmasan.



2. ábra

4. A zsinórra fokozatosan akasszatok 2, 3, 4 vsúlyt. Minden esetben mérjétek meg a deformált zsinór hosszát!

Vegyétek figyelembe: minden egyes kísérlet után vegyétek le a súlyokat, és állapítsátok meg, visszatért-e a zsinóron lévő hurok az eredeti helyzetébe! Amennyiben a zsinór deformációja nem rugalmas (a súlyok levétele után is deformált marad), szakítsátok félbe a kísérletet!

A kapott eredmények feldolgozása

Minden kísérlet alkalmával:

1) határozd meg a zsinór meghosszabbodását: $x = l - l_0$; adjuk meg az eredményeket méterben.

2) határozzuk meg az összefüggést: $\frac{F_{\text{rug}}}{x}$.

A kísérlet sorszáma	A súly tömege m, g	Rugalmassági erő F_{rug}, N	Hossz		Megnyúlás x, m	Összefüggés $\frac{F_{\text{rug}}}{x}$, $\frac{\text{N}}{\text{m}}$
			l_0, см	l, см		
1	100	1				
2	200	2				
3	300	3				
4	400	4				

A kísérlet és az eredmények elemzése

Hasonlítsátok össze minden kísérlet alkalmával az $\frac{F_{\text{rug}}}{x}$, hányadost! Készítsetek hányadost! Készítsetek összefoglalót, amelyben leírjátok: 1) hatással van-e a deformáció fajtájára (rugalmas vagy plasztikus) a terhelés; 2) rugalmas deformáció esetén függ-e a zsinór merevsége $\left(k = \frac{F_{\text{rug}}}{x}\right)$ a meghosszabbodástól.

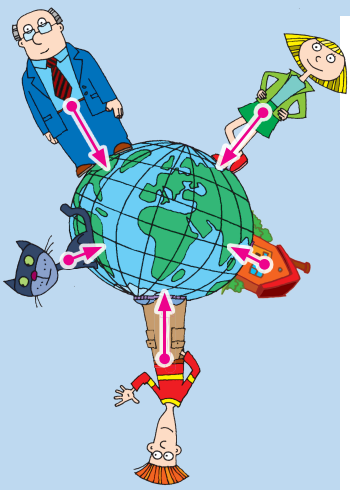
Alkotói feladat

Megváltozik-e a munka során kapott $\frac{F_{\text{rug}}}{x}$ hányados, ha a zsinórt kétszer akkora hosszúságúra cseréljük ki? Elméleti feltevéseitek eredményét ellenőrizzétek kísérlettel!



§ 25. NEHÉZSÉGI ERŐ. A TEST SÚLYA

Fogj egy labdát, vedd fel és engedd el — a labda biztosan le fog esni. Tegyél egy hátizsákot egy padra — a pad meghajlik (bár észrevétlenül). Ha egy nehéz zsákot akasztunk fel egy gumikötélre, a zsinór feltűnően megnyúlik. Miért történik mindez? Derítsük ki!



25.1. ábra. A Föld vonzza a testeket

1. Hogyan mutatkozik meg a gravitációs kölcsönhatás

Miért esik minden tárgy, a kezünkből kiengedett ceruza, az esőcsepp, a falevél lefelé? Miért nem repül a kilőtt nyílvessző folyamatosan egyenesen, hanem végül a földre esik? Miért kering a Hold a Föld körül? A jelenségek oka az, hogy *a Föld minden tárgyat magához vonz* (25.1. ábra).

Minden tárgy is vonzza a Földet. Például a Hold vonzása okozza a Földön az apály és dagály jelenségét (20.2. ábra). A Nap vonzása következtében a Földünk és a Naprendszer összes bolygója meghatározott pályákon kering a Nap körül.



25.2. ábra. Az árapály jelenség a Föld és a Hold közötti vonzódás eredménye





1687-ben I*saac Newton* fogalmazta meg azt a törvényt, amely szerint *a Világmindenség minden teste kölcsönösen vonzza egymást*. Ezt a kölcsönös vonzást *gravitációs kölcsönhatásnak vagy általános tömegvonzásnak* nevezik.

Kutatásokra és matematikai számításokra alapozva Newton bebizonyította, hogy a *kölcsönható testek tömegének növekedésével a gravitációs kölcsönhatás intenzitása is növekszik*.

HOGY IS VAN VALÓJÁBAN?



— «Most már világos, hogy miért érezzük a Föld gravitációját, a szomszédét pedig egyáltalán nem» — mondta Petro.
— «Ez igaz. De akkor miért nem érzem a Jupiter vonzását, amelynek tömege sokkal nagyobb, mint a Föld tömege? Itt ellentmondás van!» — hangsúlyozta Yarynka.
És milyen is ez valójában?

2. Hogyan határozzuk meg a gravitációs erőt?

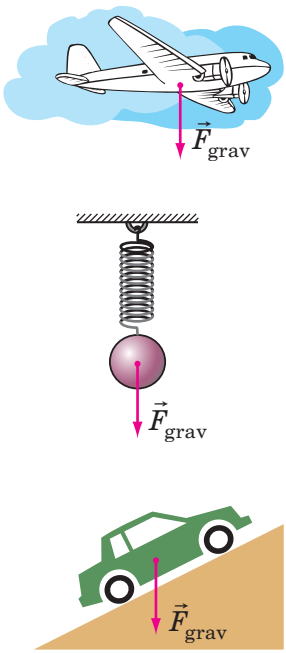
A fizikában a Földnek a felszín közelében* lévő testekre ható gravitációs vonzását *nehézségi erőnek* nevezzük.

Az $\vec{F}_{\text{grav}}$ **nehézségi erő** az az erő, amellyel a Föld a felszínén vagy annak közelében lévő testeket vonzza.

A testre ható nehézségi erő a Föld középpontja felé irányul (25.3 ábra).

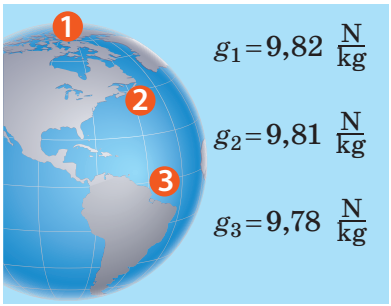
$$F_{\text{grav}} = mg,$$

ahol F_{grav} – a nehézségi erő; m – a test tömege; g – egy arányossági tényező, a **szabadesés gyorsulása**, amely *minden test esetében azonos*.



25.3. ábra. A gravitációs erő mindig a testre hat, és függőlegesen lefelé irányul

* Amikor azt mondjuk, hogy «a Föld felszínének közelében», akkor azt feltételezzük, hogy a távolság nem haladja meg a néhány tíz kilométert.



25.4. ábra. A szabadesés gyorsulása az egyenlítőnél (g_3) valamivel kisebb, mint a pólusnál (g_1)

A Föld felszínének a közelében a szabadesés gyorsulása megközelítőleg 9,8 newton per kilogramm:

$$g \approx 9{,}8\ \frac{\text{N}}{\text{kg}}\ .^{*}$$

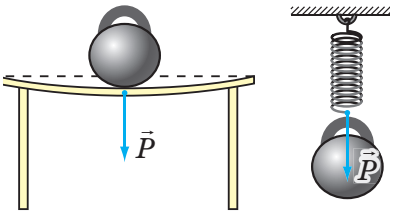
A szabadesés gyorsulásának értéke csekély mértékben változik az egyenlítő és a sarkok közelében (25.4. ábra) emelkedés, és a Föld belsejébe történő ereszkedés alkalmával.

Az 25.4. ábra alapján állapítsd meg, hogy mennyivel kisebb a rád ható gravitációs erő az egyenlítőn, mint a póluson.



3. Mit neveznek a fizikusok a test súlyának?

Minden test összenyomja vagy meghajlítja a támasztékot, illetve megnyújtja a felfüggesztést a Földhöz való vonzódásuk miatt. Azt az erőt, amely a testek e hatását jellemzi, *a testek súlyának* nevezzük (25.5. ábra).



25.5. ábra. A támaszra vagy felfüggesztésre a testek a *testsúlynak* nevezett erőt fejtik ki

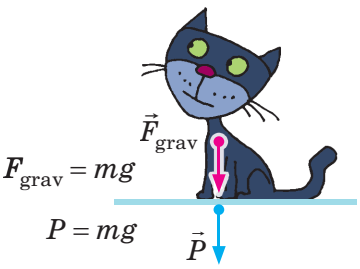
A test súlya $\vec{P}$ az az erő, amellyel a Föld vonzása következtében a test nyomja a vízszintes támasztékot vagy húzza a felfüggesztést.

A súly mértékegysége a SI rendszerben, mint ahogyan egyéb erőé is — a **newton** (1 N): $[P] = \text{N}$.

Ha a test *nyugalmi állapotban van vagy egyenes vonalú egyenletes mozgást végez*, akkor a súlya megegyezik a nehézségi erő irányával, és megegyezik annak számbeli értékével:

$$P = mg$$

A gravitációval ellentétben, amely a testre hat, a *súlyt egy támaszra vagy felfüggesztésre értve alkalmazzuk* (25.6. ábra).



25.6. ábra. A tömegvonzás hat a testre, a test súlya hat a támaszra

* A számítások egyszerűsítése érdekében, hacsak nincs szükség nagy pontosságra, feltételezzük, hogy $g = 10$ N/kg.

TUDTÁTOK HOGY...



A gravitáción kívül számos más típusú kölcsönhatás is létezik. Az egyik ilyen az elektromágneses. *A gravitációs erő a gravitációs kölcsönhatásnak, a rugalmassági erő pedig a részecskék elektromágneses kölcsönhatásának köszönhető.* Egy test súlya általában a rugalmas erő oka (leggyakrabban deformáció okozta), tehát *a test súlya elektromágneses erő.*

4. Érzitek-e a súlytalanság állapotát?

Egyesek úgy vélik, hogy a súlytalanság olyan állapot, amelyet csak az űrben lehet megfigyelni, ahol nincs levegő, vagy ahol nincs gravitáció. Ez azonban nem igaz! A levegő hiánya önmagában nem okoz súlytalanságot, és a gravitáció elől sem lehet elbújni — az Univerzumnak nincs egyetlen olyan szeglete sem, ahol a gravitációs erők ne hatnának*.

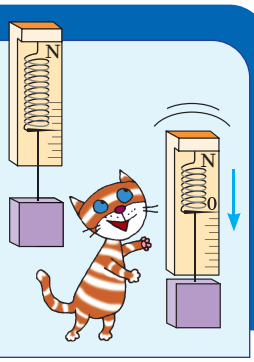
A **súlytalanság** a test azon állapota, amikor a test nem hat a támasztékra vagy a felfüggesztésre.

A Föld felszínének a közelében lévő test súlytalansági állapotban van, ha csak egyetlen erő, a nehézségi erő hat rá.

KÍSÉRLET

Amire szükséged lesz: egy dinamométer; egy súly.

A súlyt függeszd fel a dinamométer rugójára — a rugó megnyúlik. Most a súlyt a kezedben tartva engedd le a dinamométert rövid időre, és figyeld figyelmesen a dinamométert. Magyarázzátok meg a súly állapotát, ahogyan az leesik.



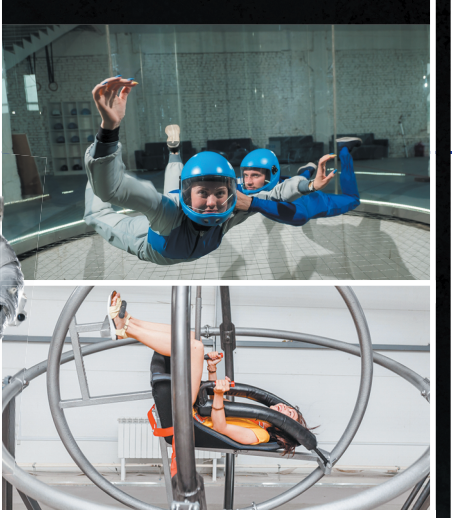
A súlytalanság állapotába kerülhetsz például úgy, hogy fel-le ugrálsz: miközben «zuhansz», a levegő ellenállása elhanyagolható, és feltételezheted, hogy csak a gravitáció hat rád.

Az űrállomások és minden, ami bennük van, a súlytalanság állapotában vannak (25.7. ábra). Ez azért van, mert az űrhajók a Föld gravitációja miatt «folyamatosan zuhannak» a Föld felé, ugyanakkor óriási sebességüknek köszönhetően pályán maradnak.

* Érdekes, hogy a mi Univerzumunkban az anyag sűrűsége meglehetősen alacsony (2–3 hidrogénatom 1 m^3-re), így a gravitáció az Univerzumban átlagosan szintén nagyon alacsony. Ezt nevezik mikrogravitációnak.



25.7. ábra. A Föld körül keringő állomások kizárólag a gravitáció hatására mozognak a Föld körül, így azok a súlytalanság állapotában vannak



25.8. ábra. Az űrhajósok speciális kiképzésen vesznek részt ahhoz, hogy hosszú ideig zéró gravitációban dolgozhassanak a Föld körüli pályán.

Egy képzetlen személy számára a súlytalanságnak való tartós kitettség általában hányingerrel, izom- és egyensúlyzavarral, valamint idegrendszeri zavarokkal jár. Ezért az űrhajósok komoly fizikai felkészítésen vesznek részt (25.8. ábra).

ÖSSZEGZÉS

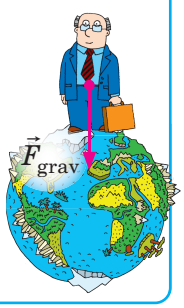
Az Univerzumban minden test vonzza egymást. A testek ezen kölcsönhatását *gravitációs kölcsönhatásnak* nevezzük.

Megkülönböztetjük a test súlyt és a tömegvonzást

Gravitáció

Nehézségi erő $\vec{F}_{\text{grav}}$ — az a erő, amellyel a Föld a felszínén vagy annak közelében lévő testeket vonzza.

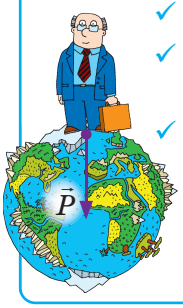
- ✓ *gravitációs reő*
- ✓ *a testhez rögzítve*
- ✓ *mindig* meghatározható: $F_{\text{grav}} = mg$



A testsúlya

A test súlya $\vec{P}$ — az az erő, amelyel egy test a Földhöz való vonzódása miatt egy tartóra vagy felfüggesztésre hat.

- ✓ *elektromágneses erő*
- ✓ *tartóhoz vagy felfüggesztéshez rögzítve*
- ✓ *csak akkor* $P = mg$ határozható meg, ha a test nyugalomban vagy egyenes vonalú egyenletes mozgásban van.



Ha a test kizárólag nehézségi erő hatására mozog, akkor súlyatnaslág állapotában van (a súlya nullával egyenlő).



ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Vonzódik-e a Holdhoz, a Naphoz, a szomszédjához az íróasztalánál ülve? **2.** Definiáld a gravitációt. Milyen képletet használnak a kiszámításához? **3.** Mire hat a gravitáció, és hová irányul? **4.** Adja meg a testsúly fogalmát. Milyen esetekben számítjuk ki a $P=mg$ képlet alapján? **5.** Mit jelent a súlytalanság? Milyen körülmények között van a test súlytalanságban?



GYAKORLATOK № 25

1. Vonzza-e a Földet a parkolóban álló gépkocsi? Az űrben keringő űrállomás?

2. Melyik testre hat az asztalon fekvő könyv súlya?

3. Határozzátok meg a 600 g tömegű testre ható nehézségi erőt!

4. Mekkora az asztalon lévő pohár tömege, ha a súlya 0,5 N?

5. Egy 1 literes edényt csordultig töltöttek mézzel. Határozza meg az edényben lévő méz tömegét.

6. Az 1,5 kg tömegű vedérbe 5,5 l vizet öntöttek. Mekkora erő szükséges a vedér kézben tartásához? Készítsetek rajzot, és tüntessétek fel rajta a vedérre ható erőket!

7. Állítsátok össze az 5. feladat fordítottját, és oldjátok meg!

8. Határozd meg, hogy milyen gravitációs erő hatna rád személyesen, ha a Naprendszer más bolygóira (vagy műholdjaira) utaznál. Gondolkodjatok el azon, hogy ennek milyen következményei lehetnek.

9. A fizikai mennyiségek táblázatának segítségével (lásd a tankönyv 2. oldalán) hasonlíts össze két mennyiséget: a testsúlyt és a testtömeget.

Kulcsfogalmak

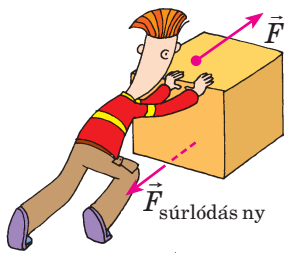
Gravitáció • Gravitációs kölcsönhatás • Nehézségi erő • Szabadesés gyorsulása • Test súlya • Súlytalanság



rnk.com.ua/106665

§ 26. SÚRLÓDÁS. SÚRLÓDÁSI ERŐ

A francia fizikus, Guillaume Amontons (1663–1705) így írt: «Mindannyian tapasztaltuk már, milyen nehéz megállni jégen, mennyi kínos mozdulatot kell tennünk, hogy egyensúlyban maradjunk… Képzeljük el, hogy a súrlódás teljesen megszűnne. Ekkor egyetlen test sem tudna egy másikon megmaradni. Ha nem lenne súrlódás, a Föld egyenetlenségek nélküli gömbbé válna, akárcsak egy folyékony csepp.» Éppen a súrlódási erővel foglalkozunk majd ebben a bekezdésben.



26.1. ábra. A ládát nem lehet elmozdítani — a nyugalmi súrlódási erő megakadályozza ($\vec{F}_{\text{súrlódás ny}}$)

1. Mikor lép fel a nyugalmi súrlódási erő?

Gondolj bele: Próbáltok eltolni egy nagy ládát, de sehogy sem sikerül elmozdítani a helyéről. Annak ellenére, hogy elég nagy erőt fejtetek ki, a láda nyugvó helyzetben marad. Ez azt jelenti, hogy a padló és a láda alja között olyan erő keletkezik, amely szintén növekszik és kiegyenlíti az általatok kifejtett erőt. *Ez a súrlódási erő* (26.1 ábra).

Nyugalmi súrlódási erő $\vec{F}_{\text{súrlódás ny}}$ — az az erő, amely két érintkező test között keletkezik, amikor megpróbáljuk elmozdítani az egyiket a másikhoz képest, mindig ellentétes irányba hat a test mozgásával.



26.2. ábra. A testet mozgatni próbáló $\vec{F}$ erő és az $\vec{F}_{\text{súrlódás ny}}$ nyugalmi súrlódási erő kiegyenlítik egymást — a test nyugalomban van

A nyugalmi súrlódási erő értéke megegyezik az $\vec{F}$ *erővel, amely a testet mozgatni próbálja* (26.2. ábra):

$$F_{\text{súrlódás ny}} = F.$$

Ha az $\vec{F}$ erő, amely a test elmozdítására irányul, növekszik, akkor a nyugalmi súrlódási erő is nő. Amikor az $\vec{F}$ erő elér egy bizonyos szintet, és a test megindul, a *nyugalmi súrlódási erő csúszási súrlódási erővé alakul át*.

Ezért a nyugalmi súrlódási erő mindig egy meghatározott maximális értéket képvisel, amelyet nem léphet túl.



Vedd a tankönyvet a kezedbe, és tartsd magad előtt. Miért nem esik le a padlóra, ha a gravitáció lehúzza?
Miért nem kötődik ki a cipőfűződ, ha a deformáció során keletkező rugalmassági erő próbálja visszaállítani az eredeti állapotába?
Hogyan tudsz stabilan állni egy meredek lejtőn anélkül, hogy lecsúsznál?



Reméljük, a válaszaitok nagyjából így hangzottak: «A súrlódási erő segít nekünk.» A súrlódási erő hatása általában rendkívül hasznos.

Ennek köszönhetően a dolgok nem csúsznak ki a kezünkből, a csomók nem oldódnak ki, és ez az erő tartja össze a homokszemeket a homokkupacban is, a nehéz kövek nem csúsznak le a hegyoldalon a súrlódás miatt. Ez az erő lehetővé teszi, hogy járjunk, és hogy a járművek közlekedjenek (lásd a 26.3. ábrát).

A technikában és a mindennapi életben is sok mindent teszünk, hogy megakadályozzuk a csúszkálást. Például télen homokot szórnak az utakra, hogy a kocsik ne csússzanak, és téli gumikat tesznek a kerekekre.

Mondj saját példákat a nyugalmi súrlódási erő megnyilvánulására vagy használatára az emberek és állatok életében! Mi történik, ha a nyugalmi súrlódási erő eltűnik?





25.1. ábra. A sétáló ember lábai, amikor érintkeznek a talajjal, lényegében hátrafelé próbálnak mozdulni. Ebből adódóan a talaj és a láb között előre mutató nyugalmi súrlódási erő alakul ki, amely segíti a mozgást

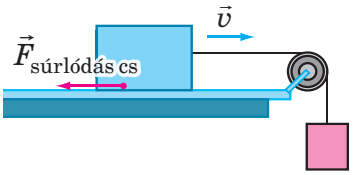
HOGY IS VAN VALÓJÁBAN?



Egy iskolai focimeccs előtt az edző így szólt a játékosokhoz: «Ma könnyű dolgotok lesz a futással, mert a heves esőzés után a fű nagyon jól tapad!» Vajon érdemes követniük az edző tanácsát, vagy tévedett?

2. Mi határozza meg a csúszási súrlódási erőt?

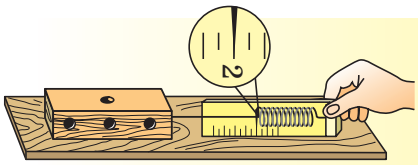
Csúszási súrlódási erő $\vec{F}_{\text{súrlódás cs}}$ — az a súrlódási erő, amely akkor keletkezik, amikor egy test egy másik test felületén csúszik, és ellentétes irányba hat a test mozgásával.



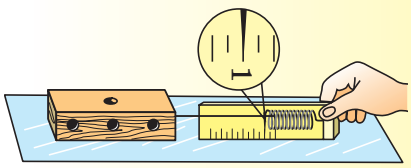
26.4. ábra. A csúszási súrlódási erő a test és a támasz érintkezési felülete mentén hat, és mindig az ellenkező irányba mutat, mint a test mozgásának iránya

A csúszási súrlódási erő a testek érintkező felülete mentén hat (26.4. ábra), és általában kisebb, mint a maximális nyugalmi súrlódási erő. Ezért a testek rándulással indulnak el, ami miatt nehezebb őket megmozdítani, mint később mozgatni.

Annak megértésére, hogy a csúszási súrlódási erő mitől függ, végezzünk el néhány kísérletet (26.5–26.7. ábra). Rögzítsünk egy dinamométer horgot egy fadarabhoz, és húzzuk a tömböt egyenletesen a vízszintes felületen.

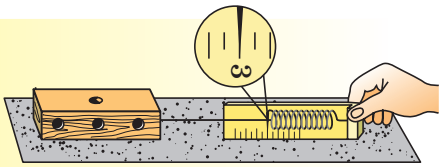


Fa a fán

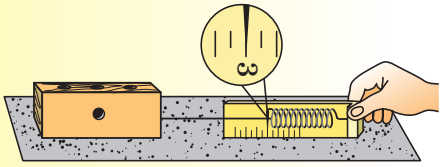


Fa az üvegen





Fadarab nagyobb felületen

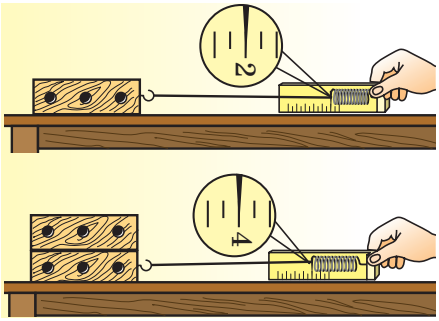


Fadarab kisebb felületen

26.5. ábra. A csúszási súrlódási erő vizsgálata az érintkező felületek jellemzőitől függ

26.6. ábra. A csúszási súrlódási erő vizsgálata az érintkező felületek területének függvényében

A dinamométer rugójának ereje a mozgás irányába hat a tömbre, míg az ellenkező irányban a csúszási súrlódás erőve hat. Mivel a tömb egyenletesen mozog, ez azt jelenti, hogy a rugó ereje éppen kiegyenlíti a csúszási súrlódás erejét. *Ennek következtében a dinamométer a csúszási súrlódás mértékét mutatja.*



26.7. ábra. A csúszási súrlódási erő függésének vizsgálata a normál reakcióerőtől

Feladat 1. Vizsgáljátok meg a 26.5. ábrát, és vonjatok le következtetést a csúszási súrlódás *erejének a felületek tulajdonságaitól való függéséről.*

Feladat 2. Nézzétek meg a 26.6. ábrát, és vonjatok le következtetést a csúszási súrlódás erejének a *felületek érintkezési területétől való függéséről.*

Feladat 3. Vizsgáld meg a 26.7. ábrát, és vonj le következtetést a csúszási súrlódási erő függéséről a testet az asztal felületéhez nyomó erőtől, azaz a *támasz normális reakcióerejétől.*

Remélhetőleg figyelmesen vizsgáltad az ábrát, helyes következtetéseket vontál le, és így könnyen megértheted a francia tudós, *G. Amonton* által megfogalmazott törvényt, amelyet honfitársa, *C. Coulomb* (1736–1806) megerősített és ellenőrzött.

Amontons-Coulomb törvénye:
a csúszási súrlódási erő független a testek érintkezési felületétől, és közvetlen arányban áll a normál reakcióerővel:

$$F_{\text{súrlódás cs}} = \mu N$$

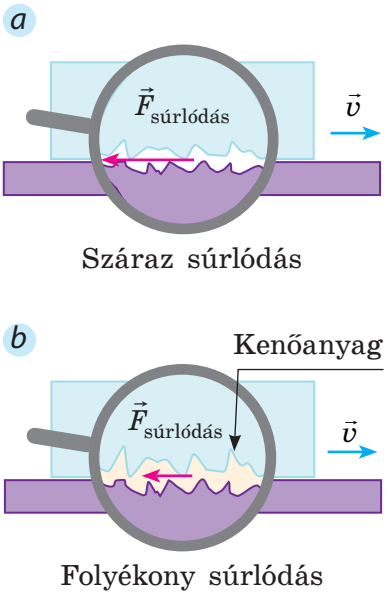
A *csúszási súrlódási együttható* (μ) értéke több tényezőtől függ, például:

- az érintkező felületek anyagától;
- az érintkező felületek megmunkálásának minőségétől;
- az érintkező felületek relatív mozgási sebességétől (bár ez utóbbi hatás viszonylag kicsi).

Mivel a csúszási súrlódási erőt és a támasz normálreakciós erejét is newtonban mérjük, a csúszási súrlódási *együttható méret nélküli mennyiségnek számít*:

$$\mu = \frac{F_{\text{súrlódás cs}}}{N}; \quad [\mu] = \frac{\text{N}}{\text{N}} = 1.$$

Anyagok	Csúszási súrlódási együttható
Acél a jégen	0,02
Acél az acélon	0,15
Fa a fán	0,25
Papír a fán	0,40
Bőr az öntöttvason	0,56
Gumi a betonon	0,75



26.8. ábra. A súrlódási kialakulása a felületek egyenetlenségeivel van összefüggésben (*a*). A kenőanyag eltávolítja a felületeket egymástól, így jelentősen csökkenti a súrlódási erőt (*b*).

A csúszási súrlódási együtthatók értékeit kizárólag kísérletileg állapítják meg. *A csúszási súrlódási együtthatók táblázatai* általában az anyagpárok hozzávetőleges átlagértékeit tartalmazzák (lásd a táblázatot).

3. Miért fordul elő súrlódási erő, és hogyan csökkenthető?

A felső testek felületei általában durvák és egyenetlenek. Amikor mozgás történik, ezek az egyenetlenségek egymásba kapaszkodnak és deformálódnak, ami súrlódási erőt generál, amely ellenáll a test mozgásának (26.8. ábra, *a*).

A súrlódási erő, akárcsak a rugalmassági erő, *a molekulák közötti kölcsönhatások eredményeként jön létre*.

A felületek gondos polírozása csökkentheti az egyenetlenségeket, de paradox módon a súrlódási erőt is növelheti, mivel a molekulák közötti vonzás jelentőssé válik, amikor a molekulák távolsága megnő*.

A csúszási súrlódási erő csökkenthető, *ha a felületeket kenőanyaggal kezeljük*.

A kenőanyag, amely általában folyékony halmazállapotú, a felületek közé kerül, eltávolítva őket egymástól. Így nem a testek felületei csúsznak, hanem a kenőanyag rétegei, a*mi folyékony (viszkózus) súrlódást eredményez*. Ennek következtében a súrlódási erő lényegesen csökken (26.8. ábra, *b*).

* Megjegyezzük, hogy a súrlódás okainak alapos megindokolása meglehetősen bonyolult, és túlmutat az iskolai fizika tananyagán.

4. Gördülési súrlódási erő

KUTATÁS

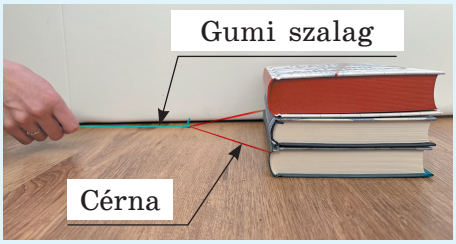
Amire szükség lesz: Puha gumiszalag Elég nehéz tárgy (például 2–3 könyv) Cérna Két henger (például két kerek ceruza).

Kísérlet menete: Rögzítsd a cérnát és a gumiszalagot az 1. ábrán látható módon.

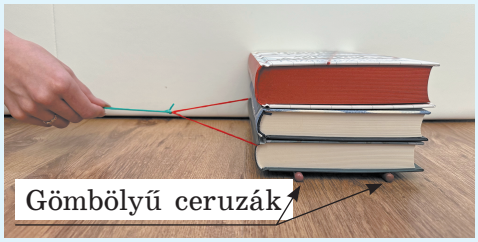
Tartva a gumiszalagot, egyenletesen húzd a könyvkupacot, és figyeld meg a szalag megnyúlását.

Ezután helyezd a könyveket a ceruzákra, és ismételd meg a kísérletet (2. ábra).

Megfigyelés: A szalag megnyúlása alapján hasonlítsd össze a csúszási súrlódási erőt a gördülési súrlódási erővel. Melyik erő lesz észrevehetően kisebb?



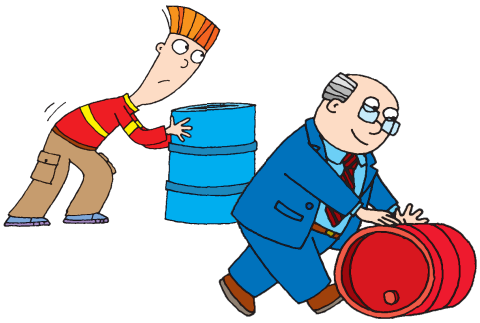
1. ábra



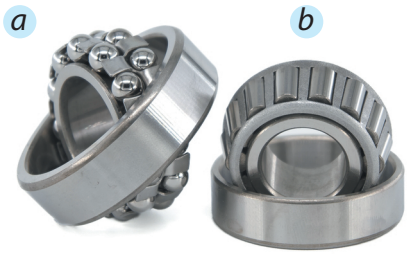
2. ábra

Az emberiség régóta szerzett tapasztalatai azt mutatják, hogy egy nehéz kőtömböt könnyebb rönkökön átgurítani, mint egyszerűen a földön vonszolni.

Ha az egyik test a másik felületén gördül, **gördülési súrlódásról beszélünk.** *A gördülési súrlódási erő általában sokkal kisebb, mint a csúszási súrlódási erő* (26.9. ábra). Éppen ezért használja az emberiség már az ősidők óta a *kereket* a súrlódási erő csökkentésére, és alkalmaz *csapágyakat* különféle gépekben és mechanizmusokban (26.10. ábra).



26.9. ábra. A csúszás gördüléssé alakítása csökkenti a súrlódási erőt



26.10. ábra. Golyós (*a*) és görgős (*b*) csapágyak

TUDTÁTOK, HOGY…



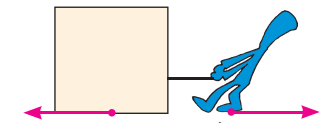
Az első görgős csapágyat Kr. e. a IV. században találta fel Diadész, az ókori görög mérnök és feltaláló. Ez a csapágy a faltörő kos részét képezte, melyet falak lerombolására használtak. Fából készült hengerekből (cilinderekből) állt,amelyek fából készült vályúkban gördültek. Az első *golyóscsapágyat* azonban jóval később, a mi időszámításunk kezdetén, Caligula császár uralkodása alatt, az ókori Rómában hozták létre.

A középkorban *Leonardo da Vinci* rajzolta meg az első golyóscsapágy tervét, amelyet saját találmányaiban is alkalmazott.



ÖSSZEGEZÉS

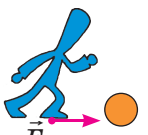
A **súrlódási erő** az az erő, amely egy test mozgása vagy mozgási kísérlete következtében jön létre egy másik test felületén.



- ✓ *a relatív mozgással szemben irányul* az érintkező felületek között vagy az ilyen mozgás kísérlete esetén
- ✓ *a keletkezés oka* — a molekulák közötti erők hatása

Súrlódási erők fajtái

Nyugalmi súrlódási erő



Mindig megakadályozza az érintkező testek relatív mozgását, és nagysága megegyezik, irányban pedig ellentétes az $\vec{F}$erővel, amely elmozdítani próbálja a testet:

$$\vec{F}_{\text{súrlódás ny}} = \vec{F}$$

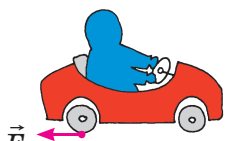
Csúszási súrlódási erő



Amontons-Coulomb törvénye: a csúszási súrlódási erő nem függ a testek érintkezési felületétől, és egyenesen arányos a normál reakcióerővel:

$$F_{\text{súrlódás cs}} = \mu N$$

Gördülési súrlódási erő



Általában kisebb, mint a csúszási súrlódási erő

- μ — *a csúszási súrlódási együttható* függ az anyagoktól és az érintkező felületek megmunkálásának minőségétől

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Milyen súrlódási típusokat ismer? **2.** Miért nevezik a nyugalmi súrlódási erőt hajtóerőnek? **3.** Mikor keletkezik a csúszási súrlódási erő és milyen tényezőktől függ? **4.** Mitől függ a csúszási súrlódási együttható? **5.** Miért keletkezik a csúszási súrlódási erő? Hogyan lehet csökkenteni? **6.** Miért könnyebb egy kerek testet gurítani, mint húzni?

GYAKORLATOK № 26



1. Hat-e súrlódási erő a könyvre, amely vízszintes asztallapon fekszik?

2. Ahhoz, hogy egy anyát lecsavarjunk, erőt kell kifejteni. Miért könnyebb lecsavarni az anyát, ha a csavart, amelyre fel van csavarva, megkenjük?

3. Keresse meg a rajzon a súrlódási együttható változásának példáit, amikor a felületek egyenetlenségei növekednek vagy csökkennek.

4. Elemezze a *jégen való viselkedés szabályait*, és magyarázza el, milyen súrlódási tulajdonságokat vettek figyelembe bennük. Adjon hozzá még két-három szabályt.

5. Egy vízszintes asztallapon elhelyezett rúdra 3 N vízszintes erőt alkalmaznak. A rúd egyenletesen mozog az erő irányában. Határozza meg: a) mekkora a rúdra ható súrlódási erő; b) hogyan fog viselkedni a rúd és mekkora lesz a súrlódási erő, ha a dinamométer 2 N-t mutat.

6. A súrlódás csökkentése a kemény hengerek elhelyezésével a felületek között, amelyek egymáson csúsznak, jól ismert. Készítsen jelentést a megfelelő történelmi példákról.

Jégen való közlekedés szabálya

1. Válasszatok vastag, bordázott talpú, porózus anyagból készült csizmákat.
2. Kerüljétek a csúszós helyeket.
3. Járdán haladva ne menjetek közel az úttesthez. Kis lépésekkel közlekedjetek.
4. Пересувайтеся невеликими кроками.
5. Ne tartsátok a kezeteket a zsebetekben.

Kulcsfogalmak

Nyugalmi súrlódási erő • Csúszási súrlódási erő • Gördülési súrlódási erő • Amontons–Coulomb törvény • Súrlódási együttható • Csapágyak



§ 27. ISMERJÜK MEG A FELADATOK MEGOLDÁSÁNAK MENETÉT

Hogyan oldjunk meg feladatokat egyenletes mozgásra vagy nyugalmi állapotra több erő hatására? Először is, figyelmesen olvassuk el a feladatot, hogy pontosan megértsük a helyzetet. Foglaljuk össze röviden, mi a feladat lényege. Az ilyen típusú feladatok megoldásához gyakran hasznos, ha készítünk egy rajzot, amelyen feltüntetjük a testet és az erőket, amelyek rá hatnak. Ne felejtsük el, hogy ilyenkor az erők kiegyenlítik egymást. Ezután csak fel kell írni a megfelelő képleteket az erők kiszámításához, és elvégezni a szükséges számításokat. Indulhatunk!

■ **Feladat 1.** A súly mozdulatlanul lóg egy rugón, amelynek merevsége 200 N/m; a rúgó nyúlása — 0,5 cm. Határozzátok meg a súly tömegét. ■

A fizikai probléma elemzése. A súly mozdulatlanul lóg. Tehát, az erők amelyek hatnak rá kompenzálják egymást. Így a súlyra egyszerre két erő hat mégpedig: 1) gravitációs erő, jelölése $\left(\vec{F}_{\text{grav}}\right)$, amelynek minden esetben vertikális az iránya lefelé; 2) rugalmassági erő grav $\left(\vec{F}_{\text{rugalm}}\right)$ vertikálisan felfelé mutat. A rugalmassági erő meghatározásához a Hooke-törvényt használjuk.

Adva:

$k = 200 \dfrac{\text{N}}{\text{m}}$

$x = 0{,}005$ m

$g = 10 \dfrac{\text{N}}{\text{kg}}$

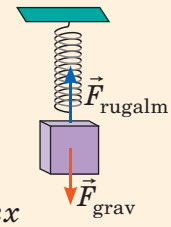
Meghatározni:

m — ?

Matematikai modell keresése, megoldás.

Készítsünk egy rajzot.

A súly mozdulatlan, tehát, az erők kompenzálják egymást: $F_{\text{rugalm}} = F_{\text{grav}}$.



Feírjuk Hooke törvényét és annak képletét a megoldáshoz:

$$F_{\text{rugalm}} = kx;\ F_{\text{grav}} = mg.$$

$F_{\text{rugalm}} = F_{\text{grav}}$, ezért $kx = mg \Rightarrow m = \dfrac{kx}{g}$.

Ellenőrízzük le, meghatározzuk a keresett érték nagyságát:

$$[m]=\frac{\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}\cdot\mathrm{m}}{\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{kg}}}=\frac{\mathrm{N}\cdot\mathrm{kg}}{\mathrm{N}}=\mathrm{kg};\quad m=\frac{200\cdot 0{,}005}{10}=0{,}1\ \ (\mathrm{kg}).$$

Válasz: $m=100$ g.

■ **Feladat 2.** Ahhoz, hogy egy könyvet egyenletesen mozgassunk az asztalon amelynek súlya 1 kg, összesen 2 N erőt kell kifejtenünk. Mekkora a csúszási súrlódási együttható a könyv és az asztal között? ■

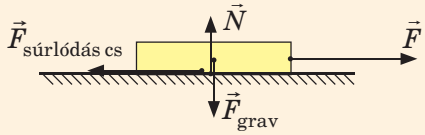
A fizikai probléma elemzése. Hazsnáljuk az Coulomb-Amonton törvényt, kifejezve a következő $\left(F_{\text{súrlódás cs}}=\mu N\right)$. A surlődási együttható meghatározása érdekében szükséges megtalálni a súrlódási erőt és a támasz normál reakcióerejét.

A mozgatás közben a könyvre hat: a gravitációs erő $\left(\vec{F}_{\text{grav}}\right)$, támasz normál reakcióereje amelynek jele $\left(\vec{N}\right)$, az erő amivel húzzák a könyv $\left(\vec{F}\right)$, és a csúszási surlódási erő $\left(\vec{F}_{\text{súrlódás cs}}\right)$, amely hátráltatja a mozgást.

Adva:
$m=1$ kg
$F=2$ N
$g=10\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{kg}}$

Meghatározni:
μ — ?

Matematikai modell keresése, megoldás. Készítsünk egy rajzot:



A könyv egyenletesen mozog, tehát az erők páronként kiegyenlítettek:

$$F_{\text{súrlódás cs}}=F;\ N=F_{\text{grav}}$$

Coulomb-Amonton törvény értelmében:

$$F_{\text{súrlódás cs}}=\mu N\ \Rightarrow\ \mu=\frac{F_{\text{súrlódás cs}}}{N}.$$

Mivel $F_{\text{súrlódás cs}}=F$, és $N=F_{\text{grav}}=mg$, tehát $\mu=\frac{F}{mg}$.

Ellenőrizzük az egységet, és találjuk meg a keresett mennyiség értékét:

$$[\mu]=\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{kg}\cdot\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{kg}}}=\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{N}}=1;\quad \mu=\frac{2}{1\cdot 10}=\frac{2}{10}=0{,}2.$$

Az eredmények elemzése: a 0,2-es súrlódási együttható jellemző egy olyan párosításra, mint a papír és a fa, tehát az eredmény valószínű.

Válasz: $\mu=0{,}2$.

GYAKORLATOK № 27

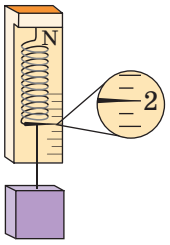
1. A kocsit egyenletesen húzzák egy vízszintes felületen egy vízszintesen kifeszített kötél segítségével. Készítsen rajzot, amelyen ábrázolja a kocsit és az erőket, amelyek rá hatnak. Mekkora a gördülési súrlódási erő, amely a kocsira hat, ha a kötélre 40 N erőt alkalmaznak?

2. A könyv mozdulatlanul fekszik az asztal vízszintes felületén. A könyvre egy 1,5 N súlyú tolltartót helyeztek. Határozza meg a könyvre ható gravitációs erőt és a könyv tömegét, ha az asztal oldaláról 5 N normál reakcióerő hat rá.

3. Megpróbálva elmozdítani a szekrényt, egy fokozatosan növekvő vízszintes erőt alkalmaznak rá. A szekrény akkor kezdett el mozogni, amikor az erő mértéke elérte a 175 N-t.

1) Hogyan változott a surlódási erő a padló és a szekrény között?

2) Mekkora a csúszási súrlódási együttható a szekrény és a padló között, ha a szekrény tömege 70 kg?

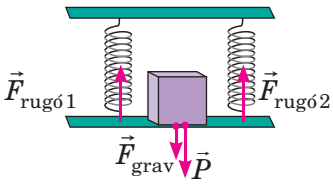


1. ábra

4. Határozza meg az anyag sűrűségét, amelyből a kocka készült, és a dinamométer rugójának merevségét (1. ábra), ha a kocka éle 4 cm, a rugó megnyúlása pedig 5 cm.

5. Egy 96 N/m merevségű rugó segítségével egy 2,4 kg tömegű tömböt egyenletesen húznak az asztalon. Mekkora a rugó megnyúlása, ha a tömb és az asztal közötti súrlódási együttható 0,2?

6. Egy 400 g tömegű deszkát két egyforma függőleges rugóra függesztettek fel (lásd 2. ábra); mindkét rugó merevsége 80 N/m. A deszka közepére egy 2 kg tömegű terhet helyeztek. Határozza meg a rugók megnyúlását, miután a deszka rezgései megszűntek.



2. ábra

7. Állítson össze egy feladatot egy test egyenletes mozgásáról több erő hatására, és oldja meg azt. Ne feledje, hogy a feladatban megadott fizikai mennyiségek értékei és a kapott eredmény valósak legyenek.

LABORATÓRIUMI MUNKA № 7

rnk.com.ua/106667

Téma. A csúszási súrlódási együttható meghatározása.

A munka célja: Meghatározni a fa és fa közötti csúszási súrlódási együtthatót.

Eszközök: Fa tömb; fa deszka (tribométer); súlyok készlete; dinamométer.

ÚTMUTATÓ A MUNKÁHOZ

Előkészület a kísérlethez

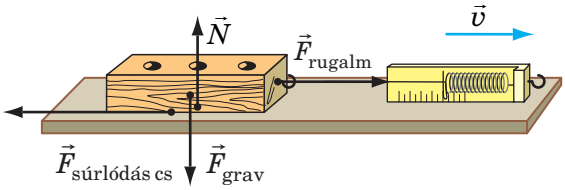
1. Mielőtt elkezdenétek a munkát adjatok válaszokat az alábbi kérdésekre:
   1) Milyen tényezőktől függ a csúszási súrlódási erő, és merre irányul?
   2) Milyen képlettel számítják ki a csúszási súrlódási erőt?
2. Határozza meg a dinamométer skálabeosztásának értékét.

Kísérlet

Tartsa be a biztonsági utasításokat.

A mérések eredményeit azonnal jegyezze be a táblázatba.

1. A tömböt a dinamométerre függesztve mérje meg a tömb súlyát, amely a kísérlet során egyenlő lesz a támasz normál reakcióerejével $\left(N = P\right)$.
2. A tömböt a dinamométer kampójához rögzítve helyezze a tömböt széles oldalával a vízszintesen elhelyezett deszkára. Egyenletesen mozgassa a tömböt a deszka mentén (lásd az ábrát). A dinamométer kijelzése alapján határozza meg a csúszási súrlódási erőt. $\left(F_{\text{súrlódás cs}} = F_{\text{rugalm}}\right)$.



3. Ismételje meg a kísérletet még háromszor, először egy súlyt, majd egyszerre két súlyt, végül egyszerre három súlyt helyezve a tömbre $\left(N = P_{\text{fatö}} + P_{\text{súly}}\right)$.

Kísérlet sorszáma	Csúszási súrlódási erő $F_{\text{súrlódás cs}}$, N	Támasz normál reakcióereje N, N	Csúszási súrlódási együttható, μ

A kísérlet eredményeinek feldolgozása

Számoljátok ki az összes kísérlet esetében a csúszási súrlódási együtthatót a képlet szerint: $\mu = \frac{F_{\text{súrlódás cs}}}{N}$; az eredményeket jegyezzétek fel a táblázatba.

A kísérlet és az eredmények elemzése:

Készíts következtetést, amelyben jelölje meg: 1) milyen fizikai mennyiséget mért; 2) hogy a csúszási súrlódási együttható függ-e a test súlyától; 3) egyezneke a kapott eredmények a fa a fán való csúszásának súrlódási együtthatójának táblázatos értékével; 4) milyen tényezők befolyásolták a kísérlet pontosságát.

Alkotói feladat

Készíts tervet egy olyan kísérlet lefolytatására, amely igazolja, hogy a csúszási súrlódási együttható nem függ az érintkező felületek területétől. Vezesse le ezt a kísérletet.

FIZIKA ÉS TECHNIKA UKRAJNÁBAN



Az Ukrán Tudományos Akadémia első elnöke, **Volodimir Ivanovics Vernadszkij** (1863–1945) az egyik legkiválóbb természettudós volt, aki nemcsak a meglévő tudományos területeket fejlesztette tovább, hanem számos új tudományág megalapítója is lett. Napjainkban számos neves nemzetközi szervezet az emberiség fejlődésére vonatkozó előrejelzéseit *a társadalom folyamatos fejlődésének koncepciójára alapozza*, amely V. I. Vernadszkij nooszféra elméletének (a társadalom és a természet kölcsönhatásának szférája) továbbvitele. A koncepció célja, hogy generációról generációra ne csökkenjen az emberek életminősége és biztonsága, a környezet állapota ne romoljon, és a társadalom fejlődése folyamatosan előrehaladjon.

3. FEJEZET ÖSSZEFOGLALÁSA
3. RÉSZ «Erők a természetben»

1. Megtanultad, hogy a mozgás sebességének, alakjának vagy térfogatának megváltozását a más testekkel való *kölcsönhatás* okozza, és *ennek a kölcsönhatásnak a jellemzője az erő*.

Erő $\vec{F}$ — ez egy fizikai mennyiség, amely egy test másik testre gyakorolt hatásának (a testek közötti kölcsönhatás mértékének) mérőszáma.

$\vec{F}$
- ✓ Érték
- ✓ Irány
- ✓ Hatási pont

Az erő mértékegysége Szi-ben — **newton:**
$[F]=1$ N

2. Rájöttél, hogy általában egy testre *több erő hat*, ezért fontos tudni, hogyan kell meghatározni az *eredő erőt*.

Eredő erő ($\vec{R}$) — ez az erő, amely a testre ugyanakkora hatást gyakorol mintha több erő egyszerre hatna rá.

Az eredő erő értéke megegyezik...

...*az erők értékeinek összegével*, ha az erők egy irányba mutatnak	...*az erők értékeinek különbségével*, ha az erők ellentétes irányba mutatnak	...*nulla*, ha az erők értékükben megegyeznek és ellentétes irányban hatnak

3. Megismerkedtél néhány *erővel a mechanikában*.

ERŐK A MECHANIKÁBAN

Gravitációs
- univerzális vonzási erő
  - Gravitációös erő $F_{grav}=mg$

Elektromágneses (molekulák közötti kölcsönhatási erők)
- Test tömege $P=mg$
- Rugalmassági erő $F_{rugalm}=kx$
- Surlódási erő
  - Statikus surlódási erő $F_{súrlódás\,ny}=F_{alk\ erő}$ (alkalmazott erő)
  - Csúszási súrlódási erő $F_{súrlódás\,cs}=\mu N$
  - Gördülési súrlódás erő $F_{súrlódás\,görd} \ll F_{súrlódás\,cs}$

3. FEJEZETHEZ TARTOZÓ ELLENŐRZŐ FELADATOK

3. rész: Az erők a természetben

rnk.com.ua/106668

A következő feladatokban válassza ki a helyes választ. Tegyük fel, hogy $g = 10$ N/kg.

1. *(1 pont)* Milyen deformáció történik a húzódzkodó rúddal, amikor húzódzkodást végez?
   a) nyújtás; c) hajlítás; e) eltolódás.
   b) összenyomás; d) csavarás;

2. *(1 pont)* Melyik erő keletkezik a test deformációja miatt?
   a) gravitáció; c) csúszási súrlódás;
   b) rugalmasság; d) nyugalmi súrlódás.

3. *(1 pont)* Mi a gravitációs erő?
   a) a test vonzása a Földhöz;
   b) az erő, amely bármilyen test deformációja esetén keletkezik;
   c) az erő, amellyel a test nyomást gyakorol a támaszra vagy feszíti a felfüggesztést;
   d) az erő, amely a test csúszása során keletkezik.

4. *(1 pont)* Melyik esetben nem hat a nyugalmi súrlódási erő az autóra?
   a) az autó elindul;
   b) az autó egyenletesen egyenes vonalban mozog;
   c) az autó nyugalmi állapotban van egy vízszintes úton;
   d) az autó nyugalmi állapotban van egy lejtőn.

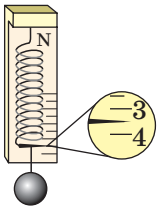
5. *(2 pont)* Az egyik legnagyobb rovar Új-Zélandon él (1. ábra). Tömege eléri a 80 g-ot. Mekkora erővel vonzza a Föld ezt a rovart?
   a) 8 mN; c) 0,8 N;
   b) 80 mN; d) 8 N.



1. ábra

6. *(2 pont)* Egy nem deformált rugó 5 cm-es nyújtásához 15 N erőt kell kifejteni. Mekkora a rugó merevsége?
   a) 0,3 N/m; c) 75 N/m;
   b) 3 N/m; d) 300 N/m.

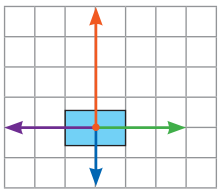
7. *(2 pont)* A golyó egy dinamométerre van függesztve (2. ábra). Mekkora a golyó tömege?
   a) 3,5 g; c) 350 g;
   b) 35 g; d) 3,5 kg.



2. ábra

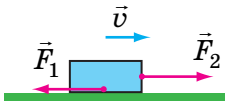
8. *(2 pont)* A 3. ábrán egy test és az arra ható erők láthatók (1 cella = 2 N). Határozza meg az eredő erő nagyságát.

a) 10 N; c) 8 N;
b) 20 N; d) 4 N.



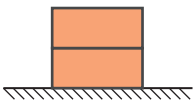
3. ábra

9. *(2 pont)* A 4. ábrán a testre ható erők láthatók, amelyeket egy dinamométer segítségével vízszintes irányban egyenletesen húznak az asztalon. Nevezze meg ezeket az erőket.



4. ábra

10. *(2 pont)* Egy 5 kg tömegű téglára, amely a padlón fekszik, egy ugyanolyan téglát helyeztek (5. ábra). Készítsen vázlatos rajzot a füzetében, és ábrázolja az alsó téglára ható erőket. Méretarány: 1 cm — 25 N.



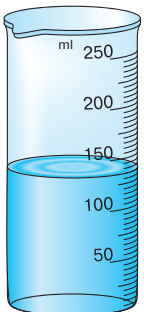
5. ábra

11. *(2 pont)* Állítsa be az erő nevét és a jelenséget, amely az erő hatására történik.

A Rugóerő	**1** Gepárd gyorsul vadászat közben
B Csúszási súrlódási erő	**2** Repülőgép repül
C Nyugalmi súrlódási erő	**3** Esőcseppek gördülnek le a tetőről
D Gravitációs erő	**4** Nyíl gyorsul a lövés során
	5 A nyíl sebessége közben lövés

12. *(3 pont)* Egy 12 literes vödröt egyharmadig töltöttek vízzel. Mekkora erővel nyomja a vödör a padlót? A vödör tömegét hagyja figyelmen kívül.

13. *(3 pont)* Egy üres mérőhengerbe folyadékot öntöttek (6. ábra). A folyadékra ható gravitációs erő 1,35 N. Határozza meg, milyen folyadékot öntöttek a hengerbe.

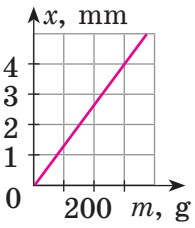


6. ábra

14. *(4 pont)* Egyenletes mozgáshoz a szánkót vízszintes úton 500 N erővel kell húzni. Határozza meg a szánkó tömegét, ha a szánkó és az út közötti súrlódási együttható 0,2.

15. *(4 pont)* A 7. ábrán látható, hogyan változik a rugó megnyúlása a ráakasztott súly tömegének függvényében. Határozza meg a rugó merevségét.

16. *(4 pont)* Egy 4 cm × 5 cm × 20 cm méretű alumínium rúd egyenletesen mozog egy vízszintes felületen, miközben 2,7 N erőt alkalmaznak rá. Határozza meg a csúszási súrlódási együtthatót.



7. ábra

Ellenőrizze a feladatok megoldásait a tankönyv végén található válaszokkal. Azokban a feladatokban, amelyeket helyesen oldott meg, számolja össze a pontokat, és ossza el 3-mal. Az így kapott szám megfelel a tanulmányi eredményeinek szintjének.

A REFERÁTUMOK ÉS BESZÁMOLÓK TÉMÁI

1. Az épületek deformációinak típusai.
2. A gravitációs erő a Naprendszer bolygóin és holdjain.
3. G. Galilei, I. Newton. A mechanika törvényeinek felfedezése.
4. Zavarja-e a súlytalanság a mindennapi életben?
5. Rendszeren kívüli erőegységek (kilogramm-erő, dina, poundal stb.).
6. Súrlódási erő nélkül nincs élet.
7. A súrlódás növelésének és csökkentésének módjai az élő természetben.
8. Hogyan csökkenthető a légellenállás?

A KÍSÉRLETI KUTATÁSOK TÉMÁI

1. Gumiszalagok merevségének vizsgálata.
2. Az ömlesztett építőanyagok komponensei közötti súrlódási együttható meghatározása.
3. Hólavinák kialakulásának modellezése házi ömlesztett anyagokkal: köles, búzadara, liszt stb.

PROJEKTFELADATOK TÉMÁI

1. A tehetetlenség, mint a közlekedési szabályok megsértésének oka. Az autó féktávolsága.
2. A súrlódási erő előnyei és hátrányai, a súrlódási erő növelésének és csökkentésének módjai és módszerei a technikában.

3. FEJEZET
TESTEK KÖLCSÖNHATÁSA. ERŐK A TERMÉSZETBEN

4. rész
«A szilárd testek, folyadékok és gázok nyomása»

Tudod, hogy a terepjáróknak nagy kerekeik vannak, és hogy egy tapasztalt szakács mindig éles késeket használ. De vajon hogyan kapcsolja össze a fizika e két, elsőre távolinak tűnő dolgot?



Hallottad már a meteorológusok előrejelzését: «A légnyomás növekszik, napos idő vár ránk», vagy a szerelő megállapítását: «A felső emeleteken nincs víz, mert a nyomás gyenge»? Fedezd fel, hogyan és milyen eszközökkel mérik a nyomást a különböző területeken.

Tudod, hogy több felnőtt együttműködése szükséges egy személygépkocsi felemeléséhez, de megtudhatod, hogyan érheted el ezt egyedül is



rnk.com.ua/
106669

§ 28. SZILÁRD TESTEK NYOMÁSA A FELÜLETRE. NYOMÓERŐ

Miért használnak a sarkvidéki népek sílécet a hóban való közlekedéshez? Miért hagy egy nő nyáron vékony sarkú cipőben látható mély nyomokat a puha aszfalton? Miért kell időnként megélezni a kések pengéjét? Miért van hegye a szögnek? Próbáljunk választ találni ezekre a kérdésekre.

VITAKÉRDÉSEK. Képzeld el, hogy körülbelül 10 kg élelmiszert kell szállítanod. Melyik táskát választanád a képen láthatók közül, és miért? Milyen szempontok alapján hoznád meg a döntésed?



1. Hogyan függ egy erő eredménye attól a felülettől, amelyre az erő hat?

Az erő hatásának egyik következménye a test deformációja. A legtöbb esetben érvényes a szabály: *minél kisebb a felület, amelyre egy adott erő hat, annál nagyobb lesz a deformáció* (28.1. ábra).



28.1. ábra. Amikor levesszük a síléceket, azonnal elkezdünk beleesni a hóba

KUTATÁS

Szükséges eszközök: egy kis tál liszttel; egy gyufásdoboz sóval vagy egy darab gyurma.

Bemutatás: Mutassa be, hogy az erő hatása a felületre attól függ, hogy mekkora felületre hat ez az erő.

Kérdés: Milyen tényezők befolyásolták a kísérlet eredményének pontosságát?

2. Mi a nyomás?

A nyomás fogalmát arra használjuk, hogy megértsük, miként függ egy erő hatása attól a felülettől, *amelyre az erő irányul*.

A **nyomás** egy fizikai mennyiség, amely azt mutatja meg, hogy egy erő milyen hatást gyakorol egy adott felületre. A nyomás kiszámítása az erő nagyságának és a felület területének hányadosával történik, ahol az erő merőlegesen hat a felületre. Más szavakkal, a nyomás az az erő, amely egy egységnyi felületre nehezedik:

$$p = \frac{F}{S},$$

ahol p — nyomás; F — *nyomóerő* — az erő, amely merőlegesen hat a felületre; S — ennek a felületnek a területe.

A nyomás SI mértékegysége a **pascal** (Pa); *Blaise Pascal* tiszteletére nevezték el (28.2. ábra):

$$[p] = \text{Pa}.$$

1 Pa *az a nyomás, amelyet* 1 N *erő hoz létre, amely merőlegesen hat egy* 1 m² *felületre*:

$$1\ \text{Pa} = \frac{1\ \text{N}}{1\ \text{m}^2}.$$

1 Pa — ez egy kis nyomás, körülbelül annyira nyomja meg az asztalt, mint egy rajzfüzet lapja. Emiatt gyakran használják a nyomás nagyobb egységeit is: *hektopascal* (1 hPa = 100 Pa), *kilopascal* (1 kPa = 1000 Pa) és *megapascal* (1 MPa = 1 000 000 Pa).



28.2. ábra. Blaise Pascal (1623–1662) — kiemelkedő francia matematikus, fizikus, filozófus

Nézd meg a táblázatot, és hasonlítsd össze a nyomásértékeket. Próbáld meg megtalálni azt a párt, ami a leginkább meglepett téged.



A forgástestek által keltett nyomás

Test, amely nyomást fejt ki	Nyomás p (kPa)	Test, amely nyomást fejt ki	Nyomás p (kPa)
Ember, aki áll a padlón	20–30	Varrótű a szöveten	100 000 — ig
Traktorgyík a talajon	25–50	Vasúti kocsi kerekei a síneken	300 000
Személygépkocsi kerekei a talajon	200–300	Kutya fogai a csonton	До 150 000
Ásó éle a talajon	1000–2000	Darázs fullánkja a bőrön	33 000 000 — ig

TUDTÁTOK, HOGY…



A 197. oldalon egy ukrán mérnökök által készített terepjáró látható, amely hatalmas, kipufogógázzal töltött, alacsony nyomású gumiabroncsaival bármilyen terepen megvédi az embereket a rázkódásoktól, és az üzemanyagtartályok a keréktárcsákba vannak beépítve, hogy növeljék a helyet a fülkében.



28.3. ábra. Annak érdekében, hogy kevesebb erőfeszítést kelljen kifejteni bizonyos eszközök használata során, azokat élesítik.

3. Hogyan növelhető vagy csökkenthető a nyomás?

A nyomás definíciójából $\left(p = \frac{F}{S}\right)$ világossá válik, hogy a szilárd testek nyomását kétféleképpen lehet megváltoztatni.

Első módszer: megváltoztatni az erőt, amely a felületre hat. Az erő növelésével a nyomás növekszik, míg csökkentésével csökken.

Második módszer: megváltoztatni a felület területét, amelyre az erő hat. A nyomás növelése érdekében a felületet csökkenteni kell – ezért élesítik az eszközöket: ollókat, késeket, árakat stb. (28.3 ábra). És fordítva, a nyomás csökkentése érdekében a felületet növelni kell.

HOGY IS VAN VALÓJÁBAN?



A kültéri gyermekhinta reklámja szerint az ülés 3 kPa nyomást bír el, de az üzemeltetési korlátozásokban az ülés maximális terhelését 80 kg-ban határozzák meg; vajon bízhatunk a reklámban?

4. Tanuljunk meg feladatokat megoldani

■ **Feladat.** Hasonlítsa össze a hóra gyakorolt nyomást, amelyet a fiatal síelő turisták gyakorolnak. Minden fiatal tömege 63 kg. A túracipő talpának területe körülbelül 210 cm², a síléc területe pedig körülbelül 1800 cm². ■

A fizikai probléma elemzése. Minden fiatal által kifejtett nyomást a nyomóerő és az a terület határozza meg, amelyre támaszkodik. Mindkét esetben a nyomóerő a fiatal súlya, és két talpra vagy két sílécre oszlik. A feladatot SI egységekben fogjuk megoldani.

Adva:
$m_1 = m_2 = 63$ kg
$S_{01} = 210$ cm^2 $= 0{,}021$ m^2
$S_{02} = 1800$ cm^2 $= 0{,}18$ m^2
$g = 10 \dfrac{\text{N}}{\text{kg}}$

Meghatározni:
p_1 — ? p_2 — ?

Matematikai modell keresése, megoldás. $p = \dfrac{F}{S}$. Itt $F = P = mg$, és $S = 2S_0 \Rightarrow p = \dfrac{mg}{2S_0}$.

Ellenőrizzük az egységeket, és találjuk meg a keresett mennyiségeket:

$$[p] = \frac{\text{kg} \cdot \frac{\text{N}}{\text{kg}}}{\text{m}^2} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \text{Pa};$$

turistának:

$$p_1 = \frac{63 \cdot 10}{2 \cdot 0{,}021} = \frac{30}{0{,}002} = 15\,000 \text{ (Pa)}, \; p_1 = 15 \text{ (kPa)};$$

a síelő esetében: $p_2 = \dfrac{63 \cdot 10}{2 \cdot 0{,}18} = \dfrac{70}{0{,}04} = 1750$ (Pa), $p_2 = 1{,}75$ (kPa).

Az eredmények elemzése. A turista által létrehozott nyomás közel 8,6 szor nagyobb a síelő általi nyomásnál $\left(\dfrac{p_1}{p_2} = \dfrac{15 \text{ kPa}}{1{,}75 \text{ kPa}} \approx 8{,}6 \right)$. Ez valós eredmény, mivel két azonos erő esetén az fejt ki nagyobb nyomást, amelyik kisebb területen hat.

Felelet: $p_1 = 15$ kPa; $p_2 = 1{,}75$ kPa; $p_1 > p_2 \approx 8{,}6$ szor.

ÖSSZEGZÉS

A nyomás (p) — egy fizikai mennyiség, amely a felületre merőlegesen ható erő hatásának eredményét jellemzi, és egyenlő az erő és a felület területének arányával: $p = \dfrac{F}{S}$.

A nyomás mértékegysége az SI rendszerben — **pascal** $\left(1 \text{ Pa} = \dfrac{1 \text{ N}}{1 \text{ m}^2} \right)$.



ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Mitől függ az erő hatásának eredménye? **2.** Adja meg a nyomás definícióját. **3.** Nevezze meg a nyomás mértékegységét az SI rendszerben. **4.** Adja meg a nyomás mértékegységének definícióját. Hogyan lehet növelni a nyomást? **5.** Hogyan lehet csökkenteni a nyomást? Hozzon példákat.

GYAKORLATOK № 28

1. Az ember ül a kanapén. Hogyan változik a kanapéra gyakorolt nyomás, ha lefekszik?

2. Mely esetekben (1–4. ábra) próbálják a nyomást a lehető legkisebbre csökkenteni? Mely esetekben növelni? Hogyan?



1. ábra



2. ábra



3. ábra



4. ábra

3. Adja meg pascalban: 2 kPa; 4 hPa; 0,3 MPa; 0,35 kN/m²; 1,5 N/cm²; 36 mN/cm².

4. A lapát vágóélének területe 0,7 cm². Mekkorna yomást gyakorol a lapát a talajra, ha az ember 210 N erővel hat a lapátra?

5. A lánctalpas traktor talajra gyakorolt nyomása 27 kPa. Mi jtelent ez? Mekkora erővel nyomja a traktor a talajt, ha a lánctalpak által támasztott terület 2,9 m²?

6. A fiú sílécekkel ment ki a havas tisztásra. A tisztás hóborítása 2 kPa nyomást bír el. Mekkora lehet a fiú maximális tömege, hogy ne süllyedjen el a hóban? A síléc szélessége 7,5 cm, hossza pedig 1,8 m.

7. Nem lehet teljesen biztosítva lenni a jégborította vízen bekövetkező balesettől. Hogyan kellene viselkednie a mentőnek és a bajba jutottnak, ha baj történt (5. ábra)? Indokolja meg cselekedeteiket.



5. ábra

Kulcsfogalmak

Nyomás· Nyomoerő · Pascal · Kilopascal · Megapascal

LABORATÓRIUMI MUNKA № 8

rnk.com.ua/106671

Téma. Szilárd test nyomásának mérése a támaszra.

A munka célja: Meghatározni a szilárd test nyomását a vízszintes felületre, és feltárni a nyomás függését a test súlyától és a felület nagyságától, amelyre a test támaszkodik.

Eszközök: fa rúd; dinamométer; vonalzó; két súly.

ÚTMUTATÓ A MUNKÁHOZ

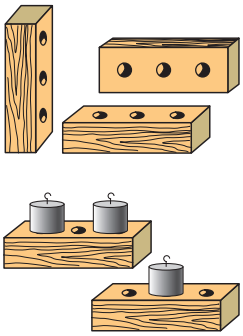
Kísérlet előkészítése

Győződjön meg arról, hogy tudja a válaszokat a következő kérdésekre.

1) Milyen képlettel határozod meg a nyomást? Mi a nyomás mértékegysége az SI-ben?
2) Hogyan határozod meg a téglalap területét?
3) Milyen módokon lehet megváltoztatni a nyomást?

Kísérlet

Tartsd be a biztonsági utasításokat.



A nyomás és az alátámasztási terület közötti függőség vizsgálata

A mérési eredményeket azonnal rögzítsd az 1. táblázatban.

1. Mérd meg a rúd súlyát.
2. Mérd meg a rúd méreteit (hosszúság l, szélesség d, magasság h).

1. Táblázat

A rúd élei	A rúd lineáris méretei			Az él felülete		A rúd súlya P, N	Nyomóerő F, N	Nyomás p, Pa
	l, cm	d, cm	h, cm	S, cm^2	S, m^2			
1								
2								
3								

A kutatás eredményeinek feldolgozása

A számítások eredményeit azonnal rögzítse az 1. táblázatban.

1. Határozza meg az erőt, amellyel a rúd nyomja az asztal felületét.
2. Határozza meg a rúd minden oldalának területét. Adja meg a területeket négyzetméterben (m^2).
3. Számítsa ki a nyomást, amelyet a rúd az asztal felületére gyakorol mindhárom oldalával.

A nyomás testtömegtől való függőségének vizsgálata

Mérések eredményeit azonnal rögzítse a 2. táblázatban.

1. Írja be a 2. táblázatba a rúd súlyát és legnagyobb felületének területét.
2. Mérje meg a rúd súlyát egy súllyal együtt.
3. Mérje meg a rúd súlyát két súllyal együtt.

2. Táblázat

Szilárd test	Súly P, N	Nyomóerő F, N	Felület területe S, m^2	Nyomás p, Pa
Rúd				
Rúd súllyal				
Rúd két súllyal				

A kutatási eredmények feldolgozása

Határozza meg a rúd által a felületre gyakorolt nyomást minden egyes esetben, *és rögzítse az eredményeket a 2. táblázatban*.

A kísérlet és eredményeinek elemzése

A kísérlet elvégzése és az eredmények elemzése után kérjük, fogalmazza meg következtetéseit az alábbiak szerint: 1. Milyen fizikai mennyiségeket mért? 2. Melyik mennyiség értékét határozta meg? 3. Milyen eredményeket kapott? 4. Milyen összefüggéseket fedezett fel?

Alkotói feladat

Határozza meg a nyomást, amelyet a padlóra gyakorol járás közben; amikor egy helyben áll.

Help

Egy szabálytalan geometriai alakzat területét (S) meghatározhatjuk az alakzat kontúrja alapján, amelyet kockás papírra rajzoltunk:

$S = \left(n + \frac{1}{2}k\right) S_0$, ahol n a teljes négyzetek száma, k a nem teljes négyzetek száma, S_0 pedig egy négyzet területe

FIZIKA ÉS A TECHNIKA UKRAJNÁBAN



Stepan Prokopovics Timosenko (1878–1972) — kiemelkedő ukrán tudós-mechanikus, az Ukrán Tudományos Akadémia egyik szervezője és első akadémikusai közé tartozott, az Ukrán Tudományos Akadémia Mechanikai Intézetének és az Egyesült Államokban működő alkalmazott mechanikai iskola alapítója. S. P. Timosenko tudományos munkájának főirányai: az anyagok ellenállásának alapvető munkái, a rugalmasságtan elmélete, a mechanikai rendszerek rezgéselmélete, az építmények és az építési mechanika elmélete.





rnk.com.ua/
106670

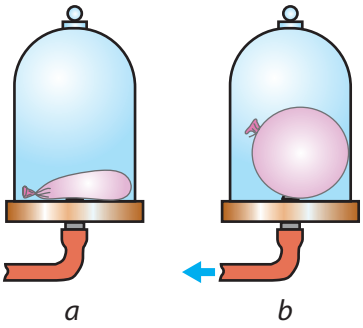
§ 29. GÁZOK ÉS FOLYADÉKOK NYOMÁSA. PASCAL TÖRVÉNYE

Lehetséges-e a léggömb térfogatát növelni anélkül, hogy felfújnánk? Miért gyakorol a folyadék nyomást nemcsak az edény aljára, hanem annak oldalfalaira is? Ezekre a gázok és folyadékok nyomásával kapcsolatos kérdésekre fogunk választ keresni.

1. Miért fejtenek ki nyomást a gázok?

Tegyünk egy kissé felfújt, bekötött lufit egy légszivattyú burája alá (29.1. ábra, *a*). Ha a burából levegőt szívunk ki, a lufi térfogata növekedni kezd (29.1. ábra, *b*). Miért van ez így?

A lufi belsejében és kívül is a levegő nyomást gyakorol a gumifólia belső és külső felületére. Ha ezek a nyomások egyenlők, a gumifólia nem nyúlik. Ha azonban a lufi belsejében a nyomás nagyobb lesz a külső nyomásnál, a lufi növeli a térfogatát.



29.1. ábra. Egy kissé felfújt lufi térfogata (*a*) növekszik, ha a külső nyomás csökken (*b*)

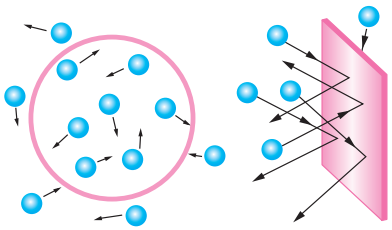
TUDTÁTOK-E, HOGY…



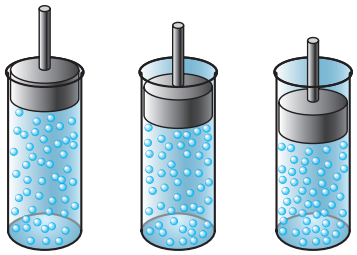
Stratoszférikus ballonok — léggömbök a légkör felső rétegeinek kutatására. A § 29 bal oldalán egy stratoszférikus ballon látható a repülés kezdetén.

Mivel nagy magasságban a külső levegő nyomása jelentősen csökken, a ballon «rongyból» tökéletes gömbbé alakul (a jobb oldali képen). Ezek a ballonok lenyűgöző méretűek lehetnek: akár egy 50 emeletes épület nagyságúak is. Stratoszférikus ballonok segítségével az ember motorok használata nélkül emelkedett elképesztő magasságba. A világrekordot 2014-ben állították fel, és 41 km magasságot értek el.

2. Mitől függ a gázok nyomása?



29.2. ábra. A gáz nyomása a felületre a gázmolekulák számos ütközésével jön létre



29.3. ábra. Ha a dugattyú segítségével csökkentjük a gáz térfogatát, akkor a gázmolekulák ütésszáma az edény falának egységnyi felületén megnő — a gáz nyomása növekedni fog.

A gáz nyomása a részecskék ütközései által keletkezik, ezért az ütközések számának és erejének növelése egy adott felületen a gáz nyomásának növekedését okozza (29.2. ábra). Tehát *a gázok nyomását kétféleképpen lehet növelni*.

Első módszer — *a gáz sűrűségének növelése* $\left(\rho = \frac{m}{V}\right)$. Ehhez gázt lehet V hozzáadni az edény belsejébe (növelni a gáz tömegét, m) vagy csökkenteni a térfogatot (29.3. ábra). Ha a dugattyú segítségével csökkentjük a gáz térfogatát, akkor nő a gázmolekulák ütközéseinek száma az edény falainak egységnyi felületén — a gáz nyomása nő (29.3.ábra).

A másik módszer *a gáz hőmérsékletének növelése*. Minél magasabb a gáz hőmérséklete, annál nagyobb lesz a részecskék mozgási sebessége. A részecskék ütközései az edény falain gyakoribbá válnak, az ütközések ereje nő — ennek következtében a gáz nyomása az edényben növekszik.

Ennek megfelelően *a gáz nyomása csökken, ha a gáz sűrűsége vagy hőmérséklete csökken*.

Reméljük, most már el tudod magyarázni, hogy miért fújódnak fel a lufik, amikor belefújunk levegőt, vagy amikor a környező levegőt kiszívjuk belőlük.



KUTATÁS

Szükséges eszközök: műanyag palack kupakkal; edény forró vízzel (60 °Cig); fagyasztó; felnőtt segítsége.

Kísérlet 1. Nyomd össze a palackot, zárd le a kupakot, és tedd forró vízbe. Várj 1–2 percet.

Kísérlet 2. Tedd a nem összenyomott palackot lezárt kupakkal 1 órára a fagyasztóba.

Magyarázat: A forró vízben a palack visszanyeri az alakját, mert a meleg levegő kitágul és növeli a nyomást. A fagyasztóban a palack összemegy, mert a hideg levegő összehúzódik és csökkenti a nyomást.

3. Hogyan nyomnak a folyadékok?

A szilárd testekkel ellentétben a folyadékok könnyen változtatják alakjukat – *felveszik annak az edénynek az alakját*. Ezért a folyadékok nyomást gyakorolnak mind az edény aljára, mind az oldalfalakra, amelyekben vannak (míg a szilárd testek csak arra a felületre nyomnak, amelyen elhelyezkednek). Ha az edénnyel, amely folyadékkal van megtöltve, lyukakat készítünk, a folyadék kifolyik rajtuk (29.4. ábra).

A folyadékok folyékonyságának következménye az is, hogy *bármely folyadékba merített testre a folyadék minden oldalról nyomást gyakorol*.



29.4. ábra. A folyadék nemcsak az aljára, hanem az edények oldalfelületeire is nyomást gyakorol

4. Pascal törvényének felfedezése

A folyadékok képesek átadni a nyomást, amit rájuk gyakorolunk, az edény minden pontjára. Ha egy vízzel teli, lyukas zacskót összenyomunk, a víz minden lyukon kifolyik (lásd a 29.5. ábrát).

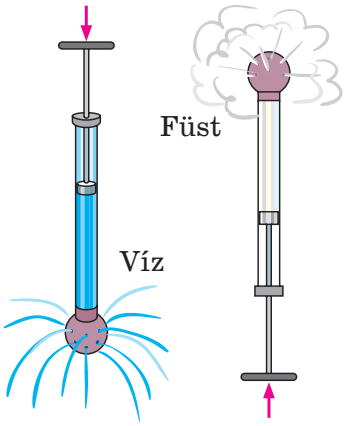


29.5. ábra. A víz minden irányba továbbítja a nyomást, ezért a zacskó nyílásaiból minden irányba kiáramlik.

Ezt a jelenséget *Blaise Pascal* francia tudós figyelte meg, és róla nevezték el a felfedezését: **Pascal törvénye:**

> Ha egy folyadékra nyomást gyakorolunk, az minden irányban egyformán terjed a folyadékban.

Ugyanez igaz a gázokra is (29.6. ábra).



29.6. ábra. A gáz, akárcsak a folyadék, minden irányban további nyomást ad át

5. Hol alkalmazzák Pascal törvényét?

A folyadékok és gázok minden irányban továbbítják a nyomást. Ezt a tulajdonságot mindennapi életünkben és a technikában is használjuk.

Például ennek köszönhetően hallunk, mert a levegő továbbítja a hangnyomást;

működik a szív- és érrendszerünk, hiszen annak ellenére, hogy az erek sok kanyarral rendelkeznek, a szív által létrehozott nyomás az egész testben továbbítódik. Pascal törvényén alapul a sok közlekedési eszköz fékrendszerének működése, az emelők, szivattyúk és más *hidraulikus gépek működése*.

HOGY IS VAN VALÓJÁBAN?



Egy blogger azt írta, hogy egy virsligyártó titkos összetételű műanyag burkolatot használ. Amikor a virslit 2 percig forró vízben tartják, a burkolat felreped, így a virsli vízzel telítődik. Ez az újítás lédússá és ízletesebbé teszi a virslit.

Szerinted a burkolat felrepedéséhez speciális műanyagra van szükség, vagy más oka van a repedésnek?

ÖSSZEGZÉS



Gázok nyomásának oka
A gázok nyomást gyakorolnak a felületre a gázrészecskék számos ütközése következtében.



Pascal törvénye
Az álló folyadékra kifejtett nyomás minden irányban egyformán továbbítódik.

ELLEN ŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Hogyan bizonyítható, hogy a gázok nyomást gyakorolnak az edény falaira? **2.** Mi a gázok nyomásának oka? **3.** Miért nő a gázok nyomása a sűrűségük növekedésével? A hőmérséklet növekedése esetén? **4.** Miért gyakorol a folyadék nyomást nemcsak az edény alja, hanem az oldalfalaira is? **5.** Fogalmazza meg Pascal törvényét. **6.** Bizonyítsa be, hogy a folyadékok és gázok nyomásának minden irányba történő továbbításának tulajdonsága nagy jelentőséggel bír az életünkben.

GYAKORLATOK № 29

1. Hogyan változik a nyomás a lufiban, ha először felfújjuk, majd erősen egy kemény tárgyhoz nyomjuk? Meg lehet jósolni, hogy hol fog kipukkadni a lufi?

2. Miért nem szabad túlmelegíteni a gázpalackokat (még akkor sem, ha nem éghető gáz van bennük)?

3. Megváltozott-e a kerékpár gumiabroncsainak nyomása, amikor a fiú elvitte a barátját egy körre? Ha igen, hogyan? (1. ábra)



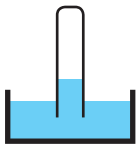
1. ábra

4. Az olajiparban sűrített levegőt használnak az olaj felszínre hozatalához. A kompresszorok ezt a levegőt a kőolajréteg fölötti térbe pumpálják. Milyen fizikai törvény alapján működik ez a módszer? Magyarázza el.

5. Miért veszélyes a víz alatti robbanás a vízben élő állatokra?

6. Ha kis kaliberű puskával lőnek egy főtt tojásba, lyuk keletkezik a tojásban, de ha nyers tojásba lőnek, a tojás szétrepül. Magyarázza el ezt a jelenséget.

7. Egy hengerben, amelynek dugattyúja 80 cm^2 területű, víz található. Mekkora súlyt kell a dugattyúra helyezni, hogy a víz nyomása a henger alján 2 kPa-val növekedjen?



2. ábra

8. Milyen változások történnek a folyadék felszínén a felül lezárt csőben (2. ábra), ha a csövet lehűtjük vagy felmelegítjük?

Kulcsfogalmak

Gaznyomás · Folyadéknyomás · Folyékonyság · Pascal törvénye

FIZIKA ÉS A TECHNIKA UKRAJNÁBAN



A S. P. Timosenko Mech ikai Intézet, amely az Ukrán Nemzeti Tudományos Akadémiához tartozik és Kijevben található, 1918-ban alakult. Ez az intézet Ukrajna legerősebb kutatóközpontja, és világszerte ismert. Fő kutatási területei közé tartozik a heterogén közegek mechanikája, a mechanikai rendszerek dinamikája és stabilitása, a törésmechanika és az anyagok fáradása.

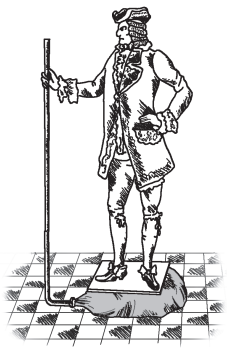
Az intézet tudósainak elméleti és gyakorlati eredményeit a rakéta- és űriparban, a repülésben, a hajóépítésben ésmás iparágakban használják fel.



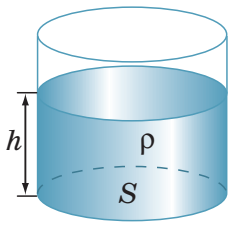
rnk.com.ua/
106672

§ 30. HIDROSZTATIKAI NYOMÁS

Az átlagos búvárok biztonságosan merülhetnek körülbelül 20 méter mélyre. Tapasztalt búvárok ennél mélyebbre is mehetnek. De miért van az, hogy az emberek csak mélytengeri járművekben érhetik el a Titanic roncsait, amelyek közel 4 km mélyen fekszenek? Nézzük meg, miért van ez így.



30.1. ábra. A víznyomás ereje a bőr párnában elegendő ahhoz, hogy egy felnőttet megtartson



30.2. ábra. A Föld vonzása miatt a folyadék nyomást gyakorol az edény aljára

1. Hogyan kell kiszámítani a hidrosztatikus nyomást?

A 30.1-es ábrán bemutatott kísérletet már a XVII. században, *Blaise Pascal* idejében elvégezték: a bőrpárnából nem szivárog ki víz egy felnőtt ember súlya alatt, annak ellenére, hogy a párna egy felül nyitott csőhöz kapcsolódik. Hogyan lehetséges ez?

Már tudjátok, hogy a Föld gravitációs hatása és a folyadék tulajdonságai miatt a folyadék nyomást gyakorol mind az edény aljára, mind a falaira, amelyben található. Ezen túlmenően a folyadék nyomást fejt ki minden benne elmerülő testre is. A nyugalmi állapotban lévő folyadék nyomását hidrosztatikai nyomásnak nevezzük.

Határozzuk meg az edény aljára ható **hidrosztatikai nyomást.**

A képlet egyszerűsítése érdekében vegyünk egy henger alakú edényt, amelynek alapterülete S. Tegyük fel, hogy az edényt folyadékkal töltöttük meg, amelynek sűrűsége ρ, és a folyadékoszlop magassága az edényben h (lásd a 30.2-es ábrát).

Ahhoz, hogy meghatározzuk az edény aljára ható folyadék nyomását, az F erőt, amely az edény aljára hat, el kell osztanunk az S alapterülettel:

$$p = \frac{F}{S}.$$

Ebben az esetben az F erő, amely nyomást fejt ki az edény aljára, a folyadék P súlyának felel meg. Mivel a folyadék az edényben nyugalomban van, a súlya megegyezik a folyadék m tömegének és a gravitációs gyorsulásnak, g-nek a szorzatával, azaz:

$$F = P = mg\,.$$

A folyadék tömege a térfogata és a sűrűsége alapján határozható meg: $m = \rho V$; ahol az edénybe öntött folyadék térfogata a folyadékoszlop magasságának, h-nak és az edény aljának területének, S-nek a szorzata: $V = Sh$. Ennek megfelelően a folyadék tömege a következő képlettel adható meg:

$$m = \rho Sh\,.$$

Az F-re és m-re vonatkozó kifejezéseket behelyettesítve a nyomásképletbe, megkapjuk:

$$p = \frac{F}{S} = \frac{mg}{S} = \frac{\rho Shg}{S} = \rho gh\,.$$

Tehát rendelkezésünkre áll **egy képlet a hidrosztatikai nyomás meghatározására** — *azaz arra a nyomásra, amelyet a nyugalomban lévő folyadék fejt ki:*

$$\boxed{p = \rho gh}$$

Ahogy látható, a hidrosztatikai nyomás kizárólag a folyadék sűrűségétől (ρ) és a folyadékoszlop magasságától (h) függ.

ДОСЛІДЖЕННЯ

Szükséges eszközök: orvosi gumimelegítő dugóval a cső csatlakoztatásához és átlátszó műanyag cső.

Próbálj ki egy kísérletet, amely hasonlít arra, amit a XVII. században végeztek (lásd a 30.1 ábrát).

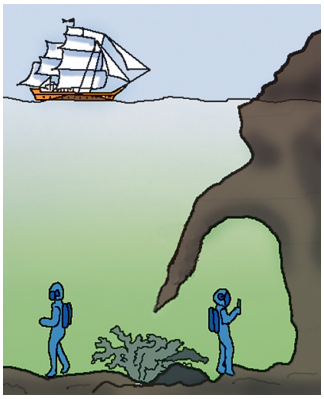
Töltsd meg a melegítőt vízzel, csatlakoztasd a csövet, és helyezd a melegítőt a fürdőkád aljára. Tartsd a csövet a kezedben, és óvatosan nyomd meg a melegítőt az egyik lábaddal. Fokozatosan növeld a nyomást a melegítőn, és figyeld meg, hogyan változik a víz szintje a csőben. Írd le az eredményeket, majd tegyél fel egy hipotézist arról, miért lehet, hogy az általad kapott eredmény eltér a XVII. században végzett kísérlet eredményétől. Mit kellene megváltoztatni ahhoz, hogy az eredmények egyezzenek?







30.3. ábra. 1648-ban Blaise Pascal egy pohár vízzel szétrobbantott egy hordót



30.4. ábra. A víz nyomása a búvárokra egyenlő, mivel egy szinten vannak

2. Kísérleteket végzünk és következtetéseket vonunk le

Blaise Pascal volt az első, aki bemutatta a hidrosztatikai nyomás magasság függését. Ehhez egy vízzel teli hordót használt, amelyet hermetikusan lezárt egy hosszú, vékony csővel ellátott fedéllel. Pascal felment a ház második emeleti erkélyére, és csak egy pohár vizet öntött a csőbe. A víz kitöltötte az egész csövet, és olyan nagy nyomást gyakorolt a hordó falaira és aljára, hogy azok repedni kezdtek (30.3. ábra).

Pascal törvénye szerint a folyadék nyomása *minden irányban egyenletesen oszlik el*. A nyomást a következő képlet segítségével számíthatod ki: $p = \rho g h$, ahol ρ *a folyadék sűrűsége,* g *a gravitációs gyorsulás, és* h *a folyadék magassága*. Ez a képlet meghatározza a folyadékréteg által kifejtett nyomást bármely, a folyadékba merült testre és az edény falaira.

Pascal törvénye és a hidrosztatikai nyomás képlete alapján a mozdulatlan folyadék belsejében *az azonos szinten lévő nyomás egyenletes, függetlenül attól, hogy az egyenletes szint vízszintes felületeken van*.

Nézd meg a 30.4. ábrát. Lehet, hogy úgy tűnik, a víznyomás egy víz alatti barlang alján kisebb, mint a nyílt tenger alján. Azonban, ha ez igaz lenne, a nagyobb nyomás miatt a víznek a tengerből a barlangba kellene áramlania. De mivel ez nem történik meg, a nyomás egyenletesen oszlik el a barlang és a tenger között.

HOGY IS VAN VALÓJÁBAN?

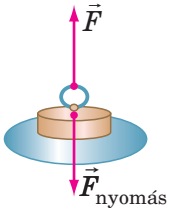


Két blogger vitatkozik a búvárkodás mélységi rekordjáról. Az egyikük azt állítja, hogy a rekordmélység 300 méter, és ennek eléréséhez speciális légkeverék szükséges, mivel a normál levegő magas nyomáson mérgező. Emellett megjegyzi, hogy a tüdővel rendelkező tengeri állatok nem tudnak ilyen mélységbe merülni, mivel nem rendelkeznek a szükséges keverékekkel. A másik blogger ezzel szemben azt állítja, hogy a bálnák akár 2 km mélységbe is lemerülhetnek. Kinek van igaza?

3. Tanuljunk meg feladatokat megoldani

■ **Feladat.** A medence alján van egy kerek nyílás, amelyet egy 5 cm sugarú dugó zár le. Mekkora erőt kell kifejteni a dugóra ahhoz, hogy kihúzzuk a nyílásból, ha a medencében lévő víz magassága 2 m? A dugó tömegét és a dugó és a nyílás közötti súrlódási erőt elhanyagoljuk. ■

A fizikai probléma elemzése. A dugó kihúzását a medencében lévő víz nyomása akadályozza. Az erő $\vec{F}$, amely szükséges a dugó kihúzásához, nem lehet kisebb, mint a víz hidrosztatikus nyomása, amely a dugóra hat: $F = F_{\text{nyomás}}$ (lásd az ábrát).



Adva:
$r = 5\ \text{cm} = 0{,}05\ \text{m}$
$h = 2\ \text{m}$
$\rho = 1000\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
$g = 10\ \frac{\text{N}}{\text{kg}}$

Meghatározni:
F — ?

Matematikai modell keresése, megoldás. A nyomás definíciója szerint:

$$p = \frac{F_{\text{nyomás}}}{S} \Rightarrow F_{\text{nyomás}} = pS.$$

Itt $p = \rho gh$ — hidrosztatikai nyomás; $S = \pi r^2$ — a kör területe. Behelyettesítve a p és S kifejezéseit az $F_{\text{тиску}}$ nyomás képletébe, a következőt kapjuk:

$$F_{\text{nyomás}} = \rho gh \cdot \pi r^2.$$

$F = F_{\text{nyomás}}$, ezért $F = \rho gh \cdot \pi r^2$.

Ellenőrizzük az egységeket, és számoljuk ki a keresett mennyiséget:

$$[F] = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot \text{m} \cdot \text{m}^2 = \text{N}; \quad F = 1000 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 3{,}14 \cdot (0{,}05)^2 = 157 \ \text{(N)}.$$

Felelet: Legalább 157 N erőt kell kifejteni.

TUDTÁTOK-E, HOGY...



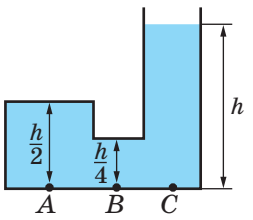
A § 30 előtti képen Dubai panorámája látható. Jobbra található a Burdzs al-Arab, a világ egyik legmagasabb szállodája, amelynek magassága 321 méter. Balra látható a «tű», ami a Burdzs Kalifa, a világ legmagasabb épülete, 828 méteres magasságával. De hogyan oldják meg a vízellátást ilyen hatalmas épületek esetében? A szokásos többemeletes épületeknél a vizet egy speciális tartályba szivattyúzzák a legfelső szinten, és onnan osztják szét az egyes lakásokba. Egy közel egy kilométer magas épület esetében azonban ez nem elég. A mérnökök több technikai szintet építettek be (a Burdzs Kalifánál hét ilyen szintet), amelyek mindegyike vizet biztosít az alsóbb szintek számára, és forrásként szolgál a víz felsőbb szintekre történő szivattyúzásához.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Mi okozza a folyadék nyomását? **2.** Milyen képlettel számítják ki a hidrosztatikai nyomást? **3.** Hogyan változik a nyomás a folyadékban a folyadékoszlop magasságától és a folyadék sűrűségétől? **4.** Írja le Blaise Pascal kísérletét. **5.** Miért egyenlő a nyomás az álló, homogén folyadékban azonos szinten?

GYAKORLATOK № 30

1. A víz nyomása az edény alján az A pontban 200 Pa (1. ábra). Mekkora nyomást gyakorol a víz az edény aljára a B pontban? És a C pontban?



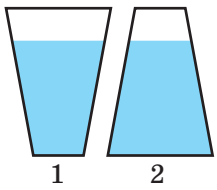
1. ábra

2. Egy szabadidős búvár 100 méter mélyre merült. Mekkora hidrosztatikai nyomás hatott rá a merülés során?

3. Merítse az ujját egy pohár vízbe anélkül, hogy megérintené az alját. Megváltozott-e a víz nyomása az edény alján? Ha igen, hogyan?

4. Milyen mélységben 8 kPa a nyomás az olajban?

5. Két edénybe azonos szintre töltöttek azonos folyadékot (2. ábra). Hasonlítsa össze az edények alján lévő nyomásokat és nyomóerőket.



2. ábra

6. Készítsen és oldjon meg egy feladatot, amely az § 30-ban tárgyalt feladat fordítottja.

7. Natálka a harmadik emeleten lakik. Tud-e zuhanyozni, ha az első emeleten lévő szivattyú 80 kPa nyomással szállítja a vizet, az épület egy emeletének magassága 2,8 m, és a zuhanyrózsa 2 m magasan van a padlótól?

8. Mekkora a kutató tömege (lásd a 30.1 ábrát), ha a párna és a deszka érintkezési felülete 800 cm², és a víz a csőben 1 m magasan áll? Hogyan lehet a vizet a csőből kifelé nyomni anélkül, hogy megdöntenénk a csövet?

9. Határozza meg a hordó alján lévő nyomóerőt (lásd a 30.3 ábrát), ha a víz magassága a csőben 4 m, és a hordó átmérője és magassága 0,8 m. Határozza meg a test tömegét, amely ilyen erővel nyomja a hordó alját.

10. Készítsen jelentést a hidrosztatikai nyomásról azokon a mélységeken, amelyekre a búvárok és a batiszférák, tengeralattjárók és batiszkafok merülnek.

Kulcsfogalmak

Hidrosztatikai nyomás • Pascal-kísérlet



rnk.com.ua/
106673

§ 31. L ÉGKÖRI NYOMÁS ÉS ANNAK MÉRÉSE. BAROMÉTER

Sokan hallották már, ahogy a felnőttek panaszkodnak a rossz közérzetre: «Fáj a fejem, biztosan megint változik az időjárás!» Valójában az időjárás változása gyakran az atmoszférikus nyomás ingadozásával függ össze. De mi is pontosan az atmoszférikus nyomás? Hogyan mérik, és mi számít normális értéknek? A válaszokat ebben a paragrafusban találod meg.

1. Mit tudunk az atmoszféráról?

Tudtad, hogy bolygónkat egy légköri burok, az *atmoszféra* veszi körül? Az atmoszféra szó görög eredetű, jelentése: «pára» és «gömb» (lásd a 31.1. ábrát). De miért létezik a Föld körül ez a burok?

A levegő, mint minden anyag, *molekulákból és atomokból* épül fel, melyek rendelkeznek tömeggel. A gravitáció hatására ezek a részecskék a *Föld felé vonzódnak*.

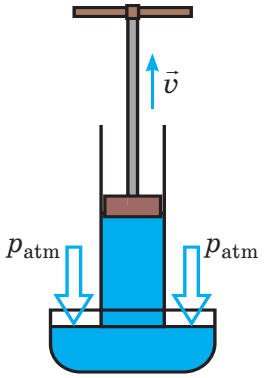
Ugyanakkor az atmoszférát alkotó gázok molekulái és atomjai állandóan mozgásban vannak. Folyton ütköznek egymással, irányt és sebességet váltanak, emiatt nem zuhannak a Földre, hanem a bolygó körüli térben maradnak.



31.1. ábra. Az atmoszféra a Föld felszínénél kezdődik és körülbelül 100 km-re nyúlik ki az űrbe

2. Léteznek bizonyítékok az atmoszférikus nyomás létezésére?

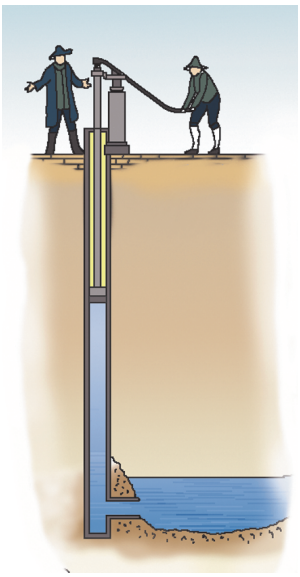
A számítások szerint a Föld légkörének tömege körülbelül $5 \cdot 10^{18}$ kg. A gravitáció hatására a légkör felső rétegei nyomást gyakorolnak az alsó rétegekre, így a Föld felszínét körülvevő légréteg a legjobban összenyomódik, és a Pascaltörvény szerint nyomást gyakorol a Föld felszínére és az összes közeli testre. Ez az **atmoszférikus nyomás** (p_{atm}).



31.2. ábra. A folyadék emelkedik a dugattyúban, mert a tartályban lévő folyadék szabad felületére a légkör nyomást gyakorol

Az *atmoszférikus nyomásnak köszönhetően jön létre a szívás jelensége*, amely során a folyadék emelkedik a dugattyúban – például szivattyúkban vagy fecskendőkben (31.2. ábra). Amikor a dugattyút felfelé húzzuk, az atmoszférikus nyomás, amely a folyadék szabad felületére hat az edényben, felfelé tolja a folyadékot a dugattyú alatti üres térbe. Kívülről úgy tűnhet, mintha a folyadék magától emelkedne a dugattyú mögött.

Sokáig ezt a jelenséget *Arisztotelész* «a természet fél az ürességtől» elveként magyarázták. Azonban a XVII. század közepén, amikor Firenzében szökőkutakat építettek, egy különös jelenséget figyeltek meg: a szivattyúk nem tudták a vizet 10,3 méternél magasabbra emelni (31.3. ábra). *Galileo Galilei* arra kérte tanítványait, *Evangelista Torricellit* (1608–1647) és *Vincenzo Vivianit* (1622–1703), hogy vizsgálják meg a jelenséget. Ennek kapcsán Torricelli bebizonyította az atmoszférikus nyomás létezését, megoldva ezzel a rejtélyt.



31.3. ábra. 1638-ban nem sikerült szökőkutakkal díszíteni Firenze kertjeit, mivel a víz nem emelkedett 10,3 méternél magasabbra

KUTATÁS

Szükséges eszközök: egy csésze, műanyag palack, üvegedény és vastag papírlapok.

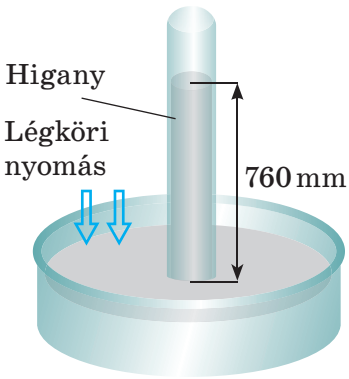
A kísérletet a legjobb a mosogató felett végezni. Töltsd meg a csészét vízzel egészen a pereméig, majd helyezd rá a papírlapot. Miközben a papírlapot a tenyereddel szorosan tartod, óvatosan fordítsd meg a csészét úgy, hogy a papír alulra kerüljön. Ezután vedd el a kezed. A víz a csészében marad!

Gondolkodj el az eredmény okán. Ismételd meg a kísérletet más edényekkel is, és derítsd ki, hogy az edény mérete befolyásolja-e az eredményt. Vizsgáld meg, milyen tényezők hatnak a kísérlet sikerére.



3. Mérjük az atmoszférikus nyomást

A kísérletek egyszerűsítése érdekében E. Torricelli a vizet egy sokkal nagyobb sűrűségű folyadékkal, higannyal helyettesítette. Egy körülbelül egy méter hosszú, egyik végén lezárt üvegcsövet teljesen megtöltött higannyal. Miután lezárta a nyílást, megfordította a csövet, és higannyal teli tálba helyezte, majd kinyitotta a nyílást. Ekkor egy része a higanynak kiömlött a tálba, de a csőben körülbelül 760 mm magas higanyoszlop maradt, a higany felett pedig vákuum keletkezett (31.4. ábra).



31.4. ábra. *Torricelli-cső modellje*: a higanyoszlop magassága a csőben mindig körülbelül 760 mm

Több kísérlet elvégzése után Torricelli arra jutott, hogy a csőben maradó higanyoszlop magassága nem függ sem a cső hosszától, sem annak átmérőjétől. A magasság csak az időjárás függvényében változik enyhén.

Torricelli magyarázata szerint a higanyoszlop magasságát az határozza meg, hogy a csőben és a tálban lévő higany egyensúlyban van. Ez azt jelenti, *hogy a higany felszínére ható légköri nyomás megegyezik a higanyoszlop hidrosztatikai nyomásával*. Más szóval, a 760 mm magas higanyoszlop nyomása pontosan megegyezik a légköri nyomással.

A 760 mm magas higanyoszlop által keltett nyomást **normál légköri nyomásnak** nevezik:

$$p_{\text{atm ny.}} = 760\,\text{Hg mm}$$

Ebben az esetben *az atmoszferikus nyomás egysége* **egy milliméter higanyoszlop** (1 mm Hg).

A *normál légköri nyomást* **pascalban** adjuk meg.

A hidrosztatikai nyomást a következő képlettel számítjuk: $p = \rho g h$. $\rho_{\text{hg}} = 13\,600\,\text{kg/m}^3$, $g = 9{,}8\,\text{N/kg}$, $h = 0{,}76\,\text{m}$, így:

$$p_{\text{atm ny.}} = \rho_{\text{hg}} g h = 13\,600\,\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9{,}8\,\frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 0{,}76\,\text{m} \approx 101{,}3 \cdot 10^3\,\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \approx 100\,\text{kPa}.$$

Jegyezzétek meg: a légnyomás higanymilliméterből (Hgmm) pascalba (Pa) való átszámításánál $g = 9{,}8\,\frac{\text{N}}{\text{kg}}$.

A fizikában és a technikában használatos *a mértékrendszeren kívüli légnyomás mértékegység* — a **fizikai atmoszféra** (1 atm):

$$1\,\text{atm} \approx 100\,\text{kPa}.$$

Figyelmeztetés

A XVII. századi tudósok még nem tudták, hogy a higanygőz mérgező, így gyakran védelem nélkül dolgoztak vele. Napjainkban már szigorúan tilos higannyal dolgozni egyéni védelem nélkül. A hagyományos higanyos hőmérőket fokozatosan felváltják a *gallium*, indium és ón biztonságos ötvözetéből készült galliumos hőmérők.

TUDTÁTOK-E, HOGY…



Azonban a fizika törvényeinek megértése és a technikai fejlődés lehetővé tette, hogy a mérnökök jelentősen túllépjék a középkori teljesítményeket. A XVII. században a szökőkutak legnagyobb magassága 10 méter volt.

A 31. oldalon látható a világ egyik leghíresebb szökőkútja, a genfi Jet d'Eau, amelynek vízoszlopa eléri a 147 métert. Egyszerre körülbelül 8 tonna levegővel telt víz emelkedik a levegőbe, ami a sugár kezdeti fehér színét adja. A szökőkút színei a megvilágítástól függnek. A XIX. században a Jet d'Eau vízszint-szabályozóként szolgált a vízügyi létesítmények számára, később pedig közelebb került a város központjához, és Genf egyik jelképe lett.



a

b

31.5. ábra. Aneroid barométer:
a — külső megjelenés;
b — szerkezet

4. Miért alakították ki az aneroid barométert?

Ha továbbfejlesztjük Torricelli csövét (lásd 31.4. ábra), és hozzáadunk egy függőleges skálát (vonalzót), akkor a legegyszerűbb barométert kapjuk.

Barométer — *ez az eszköz az atmoszférikus nyomás mérésére szolgál.*

Torricelli barométere azon alapul, hogy a folyadékoszlop akkor áll meg (emelkedik vagy süllyed), amikor a folyadék hidrosztatikus nyomása megegyezik a légköri nyomással.

Bár Torricelli barométere pontos, nagy mérete, a higany mérgező gőzei és az üvegcső miatt nem alkalmas mindennapi használatra. Ezért manapság inkább **aneroid barométereket** használnak, *amelyek folyadék nélkül működnek* (lásd 31.5. ábra).

Az aneroid barométer fő része egy könnyű és rugalmas, üres fém doboz *1*, amelynek felülete hullámos (bordázott). A dobozban lévő levegő csökkentett nyomás alatt van. A doboz falához egy mutató *2* van rögzítve, amely egy tengelyre *3* van felszerelve. A mutató vége egy skálán *4* mozog, amely higanymilliméterekben vagy pascalokban van beosztva. A barométer összes alkatrésze egy házban van elhelyezve, amely elöl üveggel van lezárva.

Az atmoszférikus nyomás változása megváltoztatja az erőt, amely összenyomja a doboz falait.

Ennek megfelelően a falak hajlása is változik, ami a mutató mozgását okozza. Az aneroid barométerek használata kényelmesebb, mint a higanyos eszközöké: könnyűek, kompaktak és biztonságosak.

HOGY IS VAN VALÓJÁBAN?



Andrij, Júlia és Viktor a jövőbeli szakmáikról beszélgetnek. Viktor így szólt: «Pilóta szeretnék lenni, ezért fontos, hogy erős tudással és jó sportos felkészültséggel rendelkezzem, amit például a barokamrában végzett edzésekkel érhetünk el.» Júlia közbeszólt: «Várj, a barokamra kórházi gyógyászati eszköz, és orvos szeretnék lenni, ezt biztosan tudom.» Andrij így reagált: «Álljatok meg, lehet, hogy valamit összekevertetek: a barokamra a búvárok számára készült eszköz, amely segít a nagy mélységű merülések során.» Mi az igazság?

5. Hogyan függ a légköri nyomás az időjárástól és a magasságtól?

A barométer mutatóit figyelve megtudhatjuk az időjárás változását. Általában az atmoszférikus nyomás rossz idő előtt csökken,míg napos idő előtt nő.

A barométer mutatói a megfigyelési hely tengerszint feletti magasságától is függenek: *minél nagyobb a magasság, annál kisebb az atmoszférikus nyomás*. Minden 11 méter magasságemelkedés esetén a nyomás körülbelül 1 Hgmm-el csökken.

Mivel az atmoszférikus nyomás a magasságtól függ, a barométer kalibrálható úgy, hogy a levegő nyomása alapján meghatározhassuk a magasságot. Így alakult ki az **altiméter**, *amely a magasság mérésére szolgáló eszköz*. (31.6. ábra)

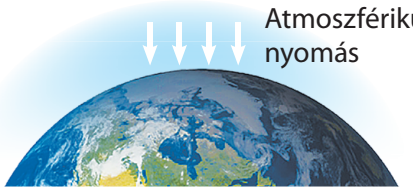


31.6. ábra. Kézi altiméter a magasság mérésére

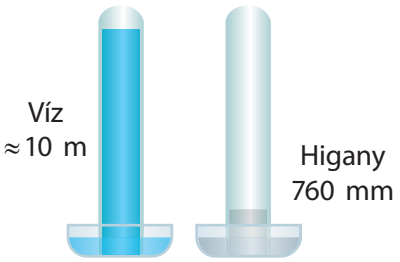
ÖSSZEGZÉS

A Föld vonzása miatt a légkör felső rétegei nyomást gyakorolnak az alsó rétegekre.

Az **atmoszférikus nyomás** az a nyomás, amelyet a levegő gyakorol a Föld felszínére és minden, annak közelében lévő tárgyra.



Normál légköri nyomás:
$p_{atm} = 1$ atm $\approx$
$\approx$ 100 000 Pa



ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Mi az atmoszféra és mi a szerepe? **2.** Miért létezik légköri nyomás, ésmik a létezésének bizonyítékai **3.** Írd le a higanyos barométer felépítését és működését! **4.** Milyen egységekben mérik a légköri nyomást? **5.** Írd le az aneroid barométer felépítését és működését, és milyen előnyei vannak? **6.** Hogyan segít a barométer az időjárás előrejelzésében és a magasság mérésében?

GYAKORLATOK № 31

1. Hat-e a légköri nyomás az akváriumi halakra, és ha igen, miért?
2. Miért lehet vizet szívni egy szívószálon keresztül?
3. Számítható-e a légköri nyomás a $p = \rho g h$ képlettel, ahol ρ a levegő sűrűsége, és h az atmoszféra magassága?
4. Add meg az 1 mm Hg nyomást pascalban, és a 93 324 Pa nyomást higanymilliméterben!
5. Miért csökken a légköri nyomás a magasság növekedésével?
6. Mekkora magasságú a televíziós torony kilátója, ha a torony lábánál a légköri nyomás 760 Hgmm , a kilátó magasságában pedig 740 Hgmm?
7. Készíts rövid beszámolót a légköri nyomás szerepéről az emberek és állatok életében!

Kulcsfogalmak

Légnyomás · Atmoszfér (nyomás mértékegysége) · Barométer

rnk.com.ua/106676

§ 32. § 32. KÖZLEKEDŐEDÉNYEK. MANOMÉTER

Minden reggel, amikor felébredünk, sietünk megmosakodni. De vajon gondolkodtatok-e már azon, miért folyik a víz a csapból, amikor megnyitjuk? Vagy hogy miért ömlik ki a víz a teáskannából, amikor megdöntjük? És vajon mi lehet a közös a vízvezetékben és a teáskannában? Ezekre és sok más kérdésre választ kaptok, ha elolvassátok ezt a paragrafust.

1. Milyen tulajdonságokkal rendelkeznek az közlekedőedények?

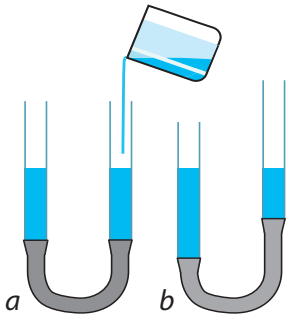
A **közlekedőedények** olyan tartályok, amelyek egymással összeköttetésben állnak, így a folyadék szabadon áramolhat közöttük.

A legegyszerűbb közlekedőedények két összekapcsolt csőből állnak. Ha vizet öntünk az egyik csőbe, az átfolyik a másikba. Amikor a víz már nem mozog, mindkét csőben (vagyis a közlekedőedény mindkét ágában) a víz ugyanazon a szinten áll be (32.1. ábra, *a*). Ha az egyik ágat megdöntjük vagy megemeljük, a víz addig áramlik, amíg a vízszint mindkét ágban ki nem egyenlítődik (32.1. ábra, *b*).

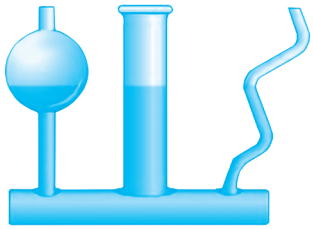
Ezzel tehát felfedeztük a **közlekedőedények alapvető tulajdonságát:**

Nyitott közlekedőedényekben az azonos típusú, nyugalomban lévő folyadékok szabad felszínei mindig ugyanarra a szintre állnak be.

Figyelem! A folyadék szabad felszínei nemcsak két, hanem bármennyi közlekedőedényben ugyanarra a szintre állnak be, függetlenül attól, hogy milyen alakúak vagy hogyan helyezkednek el a térben (32.2. ábra).



32.1. ábra. Nyitott közlekedőedényekben az azonos típusú folyadék mindig egy szintre áll be



32.2. ábra. A közlekedőedények alakjától függetlenül a folyadék szintje minden edényben megegyezik

Ha a jobb és bal oldali közlekedőedényekbe nem keveredő, eltérő sűrűségű folyadékokat öntünk, például petróleumot és vizet, akkor más eredményt kapunk.

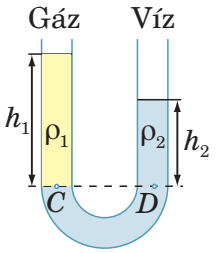
Nézzük meg a 32.3. ábrát: a CD szinten az edényekben lévő folyadékoszlopok nyomása megegyezik:

$$p_C = p_D,$$

$$\rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2 \Rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2, \text{ vagy:}$$

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$$

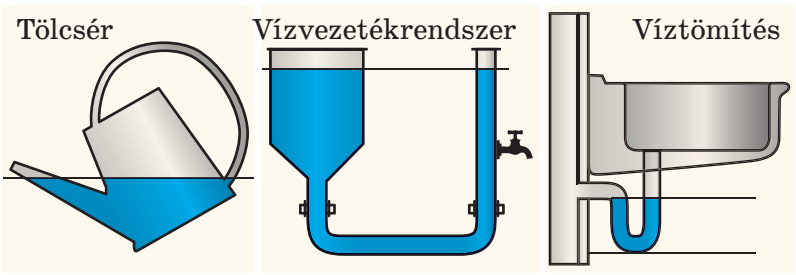
Ez a második **tulajdonsága a közlekedőedényeknek:**



32.3. ábra. Nyitott közlekedőedényekben a kisebb sűrűségű folyadék szintje magasabb szinten áll be ($\rho_1 < \rho_2$, $h_1 > h_2$)

Nyitott közlekedőedényekben a kisebb sűrűségű folyadékoszlop magasabbra emelkedik, mint a nagyobb sűrűségű folyadékoszlop

A közlekedőedényeket számos területen használják, például a háztartásban, az orvostudományban és a technikában. Zsilipkapuk, vízvezetékek, artézi kutak, tölcsérek és csepegtetők mind a közlekedőedények példái.



32.4. ábra. A közlekedőedények alkalmazása a mindennapi életben

Nézze meg a 32.4 ábrát és magyarázza el a készülékek működési elvét.



TUDTÁTOK-E, HOGY…



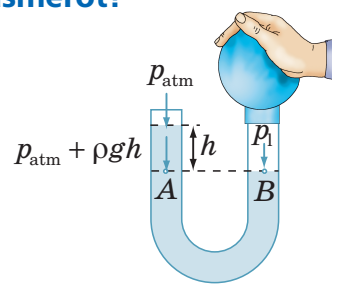
A 32. §-hoz tartozó ábrán a világ legnagyobb vízerőműve látható, amely Kínában található, és a neve «Három-szoros». A hajózás biztosítása érdekében egy zsiliprendszert építettek ki (az ábrán jobbra). A hajók áthaladása a zsiliprendszeren viszonylag hosszadalmas folyamat. Ennek felgyorsítása érdekében a mérnökök egy különleges liftet alakítottak ki, amely képes a hajót a benne lévő vízzel együtt mindössze 40 perc alatt áthelyezni. A hajó a liftbe be- és kilép a közlekedőedények alapvető tulajdonságainak köszönhetően.

2. Hogyan készítsünk nyitott folyadéknyomásmérőt?

A U-alakú cső jobb oldalába, amelybe folyadékot öntöttünk, helyezzünk el egy gumilabdát, és enyhén nyomjuk össze. Ekkor a folyadék a cső jobb szárában lecsökken, míg a bal szárában emelkedik (32.5 ábra).

Határozzuk meg a gumilabdában lévő levegő nyomását (p_1). Az AB pontokban a nyomás azonos ($p_A = p_B$). AB pontban ez a gumilabdában lévő levegő nyomása (p_1), míg az A pontban a légköri nyomás (p_{atm}) és a folyadékoszlop magassága (h) miatt keletkező hidrosztatikai nyomás összege található. Ebből következik:

$$p_1 = p_{atm} + \rho g h.$$



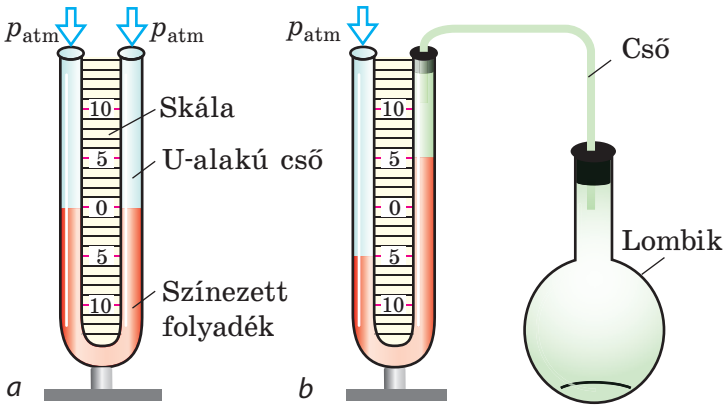
32.5. ábra. A levegőnyomás p_1 és az atmoszférikus nyomás p_{atm} különbségét egy h magasságú folyadékoszlop nyomása kompenzálja

Tehát van egy *U-alakú cső*, amelyet egy ismert sűrűségű (ρ) *folyadékkal töltöttek meg. Ezen a csövön egy vonalzó segítségével megmérhetjük, mennyivel tér el a gumilabdában lévő gáz nyomása a légköri nyomástól.* Ezt az eszközt nyitott *folyadékos manométernek* hívjuk. (lásd 32.6 ábra)

A **manométer** olyan eszköz, amely folyadékok és gázok nyomásának mérésére szolgál.

Például, ha a 32.6. *b* ábrán látható manométer vízzel van feltöltve, és a vízszintek közötti különbség a csőszárakban 10 cm (vagy 0,1 m), akkor a ballonban lévő gáz nyomása 980 Pa-val kisebb, mint a légköri nyomás:

$$\rho_{víz} g h = 1000 \frac{kg}{m^3} \cdot 9{,}8 \frac{N}{kg} \cdot 0{,}1\,m = 980\,Pa.$$



32.6. ábra. U-alakú cső, amely folyadékkal van feltöltve és skálával rendelkezik — *nyitott folyadék manométer:*
a — szerkezet;
b — a gáz nyomásának mérése a lombikban

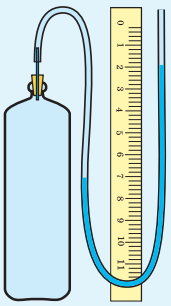
KUTATÁS

Szükséges eszközök: üres műanyag palack, átlátszó cső, víz, vonalzó, gyurma.

Az ábra alapján építs egy manométert, amely a légköri nyomás és a palackban lévő nyomás közötti különbséget méri.

1. Határozd meg, hogyan változik a palackban lévő levegő nyomása a térfogat és a hőmérséklet változásainak hatására.

2. Jegyezd fel a vízszint változásait egy héten keresztül, és figyeld meg, hogyan függnek ezek a változások az időjárástól.

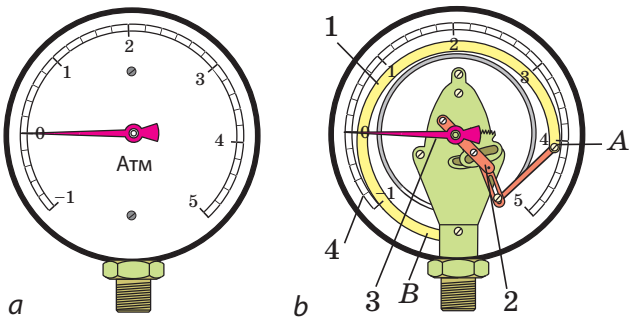


3. Hogyan használják a manométereket a technikában?

A folyadékos manométerek használata nem mindig praktikus: előkészítést igényelnek, mivel a folyadékot a megfelelő szintre kell tölteni, és további számításokra van szükség. Ezért a technikában a *fém deformációs manométerek* váltak elterjedté (32.7. ábra).

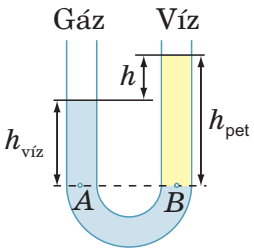
A fém deformációs manométer alapvető eleme egy rugalmas, ívelt cső (*1*), amelynek egyik vége (*A*) zárva van. A cső másik végén (*B*) van csatlakoztatva ahhoz a tartályhoz, ahol a nyomást mérni kell. Ha a cső belsejében lévő gáz nyomása meghaladja a légköri nyomást, a rugalmas cső kiegyenesedik, és ennek mozgása a mechanizmuson (*2*) keresztül a mutatóhoz (*3*) jut, amely a műszer skálája (*4*) mentén mozog. Amikor a gáz nyomása csökken a légköri nyomásra, a cső visszatér eredeti, deformálatlan állapotába, és a mutató a 0 jelzésnél áll meg.

Figyelem! A fém deformációs manométer skálája atmoszférákban vagy pascalokban van kalibrálva. Fontos megjegyezni, hogy ez a manométer is azt mutatja, hogy a mért nyomás mennyivel eltér a légköri nyomástól.



32.7. ábra. Fém deformációs manométer: *a* — általános nézet; *b* — felépítés: az *1*-es csövet a *2*-es átviteli mechanizmus segítségével összekapcsolják a *3*-as mutatóval. A nyomást a *4*-es skála alapján határozzák meg

4. Tanuljunk meg feladatokat megoldani



■ **Feladat.** A nyitott U-alakú cső jobb ágába, amely vízzel van tele, 12,5 cm magas réteg kerozint öntöttek (lásd az ábrát). Határozzuk meg a víz és a kerozin szintkülönbségét (h_{pet}) a cső jobb és bal oldalán. A kerozin és a víz nem keveredik egymással. ■

A probléma elemzése. A megoldáshoz ki kell számítanunk a vízoszlop magasságát ($h_{víz}$). Használjuk azt a tényt, hogy az AB szinten a nyomások egyenlőek. Itt a nyomás az atmoszférikus nyomásból és a folyadék hidrosztatikai nyomásából tevődik össze.

A folyadékok hidrosztatikai nyomásának meghatározásához szükség van a sűrűségükre, amelyeket a *sűrűségtáblázatból találunk*. A feladat megoldása SI egységekben történik.

Adva:
$h_{pet} = 12{,}5\ \text{cm} = 0{,}125\ \text{m}$
$\rho_{víz} = 1000\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
$\rho_{pet} = 800\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Meghatározni:
h — ?

Matematikai modell keresése, megoldás:
Megkeressük az A és B pontokban lévő nyomást:
$p_A = p_{atm} + \rho_{viz} g h_{viz}$; $p_B = p_{atm} + \rho_{pet} g h_{pet}$.
$p_A = p_B$, ezért: $\rho_{viz} g h_{viz} = \rho_{pet} g h_{pet} \Rightarrow$

$$\Rightarrow h_{viz} = \frac{\rho_{pet} g h_{pet}}{\rho_{viz} g} = \frac{\rho_{pet} h_{pet}}{\rho_{viz}}.$$

$$\left[h_{viz}\right] = \frac{\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \text{m}}{\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = \text{m};\ h_{viz} = \frac{800 \cdot 0{,}125}{1000} = 0{,}1\ \text{(m)}.$$

Mint látható, a petróleum és víz oszlopai magasságának a különbsége a jobb és bal ágakban : $h = 12{,}5\ \text{cm} - 10\ \text{cm} = 2{,}5\ \text{cm}$.

Felelet: $h = 2{,}5$ cm.

HOGY IS VAN VALÓJÁBAN?

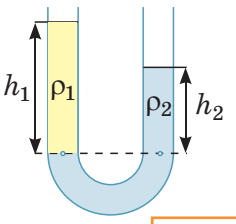


Minden óceán és szinte minden tenger a Földön össze van kapcsolva, ezért természetes, hogy az óceánokat hatalmas közlekedőedényeknek tekintjük, és azt feltételezzük, hogy a vízszint mindenhol egyenlő. Azonban az árapály jelensége ezt a képet árnyalja. Odesszában a tengerszint viszonylag állandó, míg Oostendeben, Belgiumban, az Északi-tenger partján a víz időről időre több száz métert visszahúzódik. Tehát vajon eltérő fizikai törvények érvényesek Ukrajnában és Belgiumban? Valójában hogyan magyarázható ez a jelenség?

ÖSSZEGZÉS

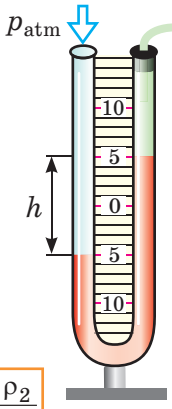
Közlekedőedények — ezek olyan edények amelyek úgy vannak összekapcsolva hogy közöttük folyadék áramolhat.

Nyitott közlekedőedén yek ben az egyenletes, nyugalomban lévő folyadék szabad felszínei azonos szinten helyezkednek el



Ha $\rho_1 < \rho_2$, akkor $h_1 > h_2$

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$$



A **manométerrel** (folyadékos vagy fémes) meg lehet határozni, hogy a gáz nyomása mennyivel nagyobb vagy kisebb, mint az atmoszférikus

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

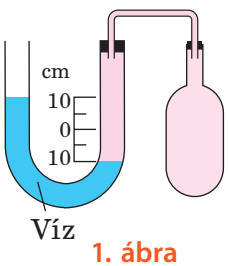
1. Hozz példákat közlekedőedényekre. **2.** Fogalmazd meg a közlekedőedények tulajdonságait. **3.** Mi az a manométer? **4.** Hogyan működik a nyitott folyadékos manométer? **5.** Írd le a fém deformációs manométer felépítését és működési elvét.

GYAKORLATOK № 32

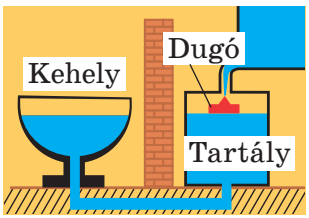
1. A manométer bal oldali ága nyitott a légkör felé (lásd az 1. ábrát). Melyik nyomás nagyobb: a légköri nyomás vagy a palackban lévő nyomás? Mekkora a különbség közöttük?

2. Az ókori Görögország néhány templomában található úgynevezett «kimeríthetetlen kehely» (lásd a 2. ábrát) működését is magyarázza el az ábra alapján.

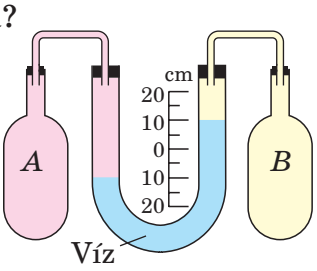
3. Mekkora a gáz nyomása a B lombikban (lásd a 3. ábrát), ha az A lombikban lévő gáz nyomása 100 hPa?



1. ábra



2. ábra



3. ábra

Kulcsfogalmak

Közlekedőedények• Manométerek



§ 33. HIDRAULIKUS ÉS PNEUMATIKUS ESZKÖZÖK

Valószínűleg láttál már egy kis folyót, amelyen gátat építettek és víztározót hoztak létre. A vízszint a gát előtt és után néhány méterrel eltérhet, de egy nagy folyón ez a különbség akár több száz méter is lehet. Hogyan lehet akkor biztosítani a hajózást? Javasoljuk a hajóknak, hogy "ugorjanak" le a gátról?

VITAKÉRDÉS: A 33.1. ábrán vázlatosan egy vízügyi létesítmény látható. Tégy feltételezéseket annak rendeltetéséről és működési elvéről.

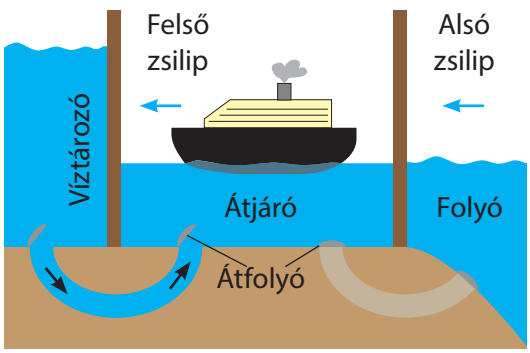
1. Hogyan küzdik le a hajók a "gátakat"?

A probléma megoldására feltalálták *a zsilipet*.

A hajózási zsilip — egy vízügyi létesítmény, amely biztosítja a hajók átjutását egyik víztározóból a másikba, ahol a vízszintek külbönözőek.

A legegyszerűbb hajózási zsilip egy „tető nélküli folyosó", amely összeköti a gát mindkét oldalát és kapukkal van felszerelve. A „folyosó" méretei elég nagyok ahhoz, hogy a hajók be tudjanak hajózni.

Hogyan működik a zsilip? Lényegében a zsilip egy összekapcsolt *edényrendszer*. Vizsgáljuk meg a hajó felemelésének folyamatát a *víztározóba* (33.1. ábra).



33.1. ábra. A zsilip vázlatos ábrázolása.

A hajó először lassan közelít a zsilip zárt alsó kapuihoz. Amennyiben a zsilipben lévő vízszint azonos a folyó vízszintjével (ahogy az a 33.1. ábrán látható), az alsó kapuk kinyílnak, és a hajó beúszik a zsilipbe. Miután a hajó a zsilipben van, az alsó kapuk bezárulnak. Ezt követően egy nyílás nyílik a felső kapuknál, amelyen keresztül a víz fokozatosan beáramlik, és feltölti a zsilipet. Amikor a zsilipben lévő vízszint eléri a tározó vízszintjét, a felső kapuk kinyílnak, és a hajó lassan elhagyja a zsilipet. Ha a hajót leeresztik, ugyanezek a műveletek fordított sorrendben történnek: ebben az esetben az alsó kapuk melletti nyílás nyílik meg, hogy a víz elfolyhasson.

TUDTÁTOK-E, HOGY...



A 33. § elején egy hajó látható, amely a Panama-csatornán halad. Ez a csatorna a világ egyik legnagyobb vízügyi létesítménye. A csatorna hosszát több víztározó, például a Gatun-tó csökkenti. A Gatun-tó vízszintje csaknem 26 méterrel magasabb a világtenger szintjénél, ezért mind a Csendesóceán, mind az Atlanti-óceán oldalán zsiliprendszerekre volt szükség. A zsilip méretei rendkívül nagyok, de a 300 méternél hosszabb hajók nem képesek áthaladni a Panama-csatornán Ez vezetett a nemzetközi hajózási szabvány, az úgynevezett „Panamax" szabvány kialakulásához..

2. Hogyan emelj fel egy autót egy kézzel?

A mechanizmusok alkatrészeinek gyártásában, az olajgyártási folyamatokban, a furnérpréselésben stb. hidraulikus prést alkalmaznak.

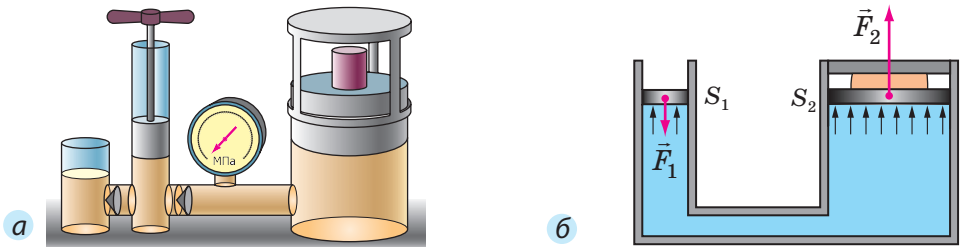
A hidraulikus prés — a legegyszerűbb hidraulikus gép, amelyet nagy nyomóerők létrehozására terveztek.

A hidraulikus prés két különböző átmérőjű, egymással összekapcsolt hengerből áll, amelyek munkafolyadékkal, (általában kenőolajjal) vannak feltöltve, és mozgó dugattyúkkal vannak lezárva (33.2. ábra, a).

Ha az F1 erőt fejtjük ki a kisebb henger dugattyújára (33.2. ábra, b), ez az erő egy meghatározott nyomást, p-t hoz létre a folyadék felületén.

$$p = \frac{F_1}{S_1}$$ ahol S_1 — A kisebb dugattyú területe.

Pascal törvénye értelmében ez a kiegészítő nyomás egyenletesen átadódik a folyadék minden pontjára, amely kitölti az összekapcsolt hengereket.



Ábra 33.2. Hidraulikus Prés a — Általános nézet b — Működési elv.
A hidraulikus prés lehetővé teszi az erőnyerést: ha egy kisebb erővel (F_1) hatunk a kisebb dugattyúra (S_1 *felülettel*), akkor nagyobb erővel (F_2) préselhetjük az anyagot, amely a nagyobb dugattyú (S_2 felülete) fölött helyezkedik el.

Ebben a folyamatban a folyadék nyomást gyakorol a nagyobb henger dugattyújára $\vec{F}_2$: $F_2 = pS_2$, ahol S_2 — a nagyobb dugattyú felülete, p pedig a hozzáadott nyomás.

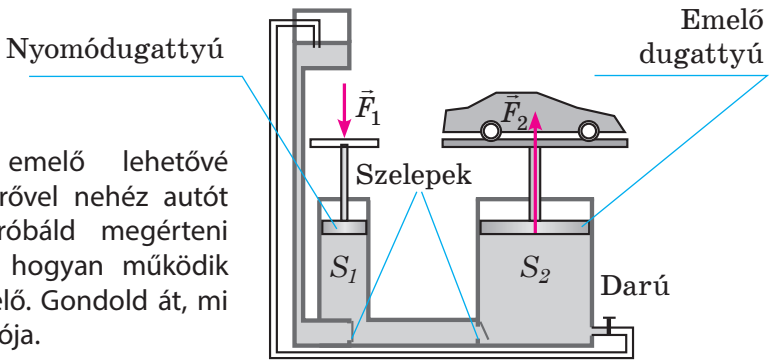
Mivel $p = \frac{F_1}{S_1}$, akkor: $F_2 = \frac{F_1}{S_1} \cdot S_2 = F_1 \cdot \frac{S_2}{S_1}$, vagy $\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}$.

A folyadék által a nagy dugattyúra ható F_2 erő annyiszor nagyobb a kis dugattyúra ható F_1 erőnél, ahányszor a nagy dugattyú S_2 felülete nagyobb a kis dugattyú S_1 felületénél: $\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}$.

A hidraulikus prés jelentős erőnövekedést biztosít: *minél nagyobb a dugattyúk felülete közötti különbség, annál nagyobb erőnyerést érhetünk el.* Ugyanezen az elven működnek más hidraulikus eszközök is, például a hidraulikus emelő és a hidraulikus fékrendszer, amely lehetővé teszi, hogy az autót kis lábnyomással megállítsuk.



A hidraulikus emelő lehetővé teszi, hogy kis erővel nehéz autót emeljünk fel. Próbáld megérteni az ábra alapján, hogyan működik a hidraulikus emelő. Gondold át, mi a szelepek funkciója.



HOGY IS VAN VALÓJÁBAN?



A természetes gyémántok több száz kilométer mélységben keletkeznek, több millió kilopascal nyomás és 1000 °C feletti hőmérséklet hatására. A tudósoknak sikerült a természetes gyémántképződési folyamatot szuperprések segítségével újraalkotni magas hőmérséklet mellett. A mesterséges gyémántok előállítása jelenleg ipari szinten valósul meg, magas hőmérséklettel kombinálva. Ezenkívül állítólag létezik egy technológia, amely lehetővé teszi kiváló minőségű gyémántok előállítását alacsony nyomáson. Mit gondol, ez igaz lehet?

3. Milyen hidraulikus és pneumatikus eszközöket ismertek?



33.3. ábra. A hidraulikus eszközök segítenek
a modern repülőgépek szárnyainak kinyitásában és hozzájárulnak
a gyorsabb fékezéshez
a leszállás során.

Az első repülőgépek irányításához a pilóta izomereje elegendő volt. A modern repülőgépeken azonban még egy mesebeli óriásnak sem lenne elég hosszú karja vagy ereje ahhoz, hogy leszállás után megállítsa a repülőt, vagy kiengedje és behúzza a futóművet. A modern pilóta mindezt egyetlen ujjmozdulattal el tudja végezni a *hidraulikus eszközök* segítségével (33.3. ábra). Ilyen hidraulikus rendszerek nélkül nem működhetne egyetlen közúti gép sem, mint például a kotrógépek, dömperek vagy buldózerek.

Ahhoz, hogy a láng ne aludjon ki, az ember levegőt vesz, majd ráfúj a parázsra. Ezzel a tüdő hasonló szerepet tölt be, mint egy *pneumatikus eszközpneumaticos* — levegős, légző).



33.4. ábra. Acél konstrukció ipari festése festékszóróval

Az aeroszolos festékszóró és az antiszeptikus adagoló *példák a pneumatikus eszközökre*. Az iparban gyakran alkalmaznak festékszórókat, amelyek egy magas nyomású levegőt szállító rendszerhez csatlakoznak. Ez a rendszer lehetővé teszi, hogy a festéket egyenletesen vigyék fel a különböző felületekre, ami jelentősen növeli a festési folyamat hatékonyságát és a végeredmény minőségét (33.4. ábra).

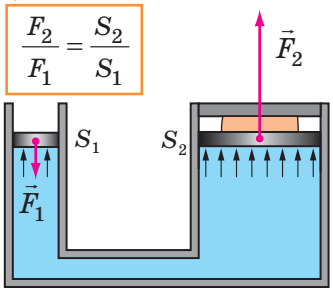
KUTATÁS

Találj a háztartásában legalább 5 különböző hidraulikus és pneumatikus eszközt. Magyarázd el, hogyan működnek.

ÖSSZEGZÉS

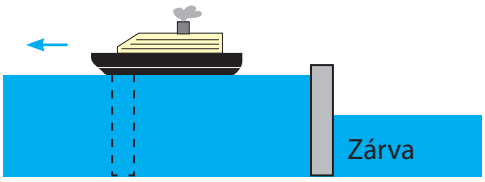
A **hidraulikus gép** működése azon atulajdonságon alapul, hogy a folyadékok minden irányban egyformán továbbítják a nyomást.

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}$$



A hidraulikus prés egy hidraulikus gép, amelyet nagy nyomóerők létrehozására használnak.

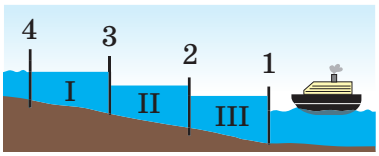
A zsiliprendszer működési elve azon a tulajdonságon alapul, hogy a folyadék az összekapcsolt edényekben ugyanazon a **zinten áll be.**



ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Bizonyítsa be, hogy a folyadékok és gázok tulajdonsága, hogy minden irányban továbbítják a nyomást, nagy jelentőséggel bír az életünkben. **2.** Mi az a hidraulikus prés, és hol alkalmazzák? **3.** Mire szolgál és hogyan működik a zsilip?

GYAKORLATOK № 33



1. Képzelje el, hogy Ön egy zsilip kezelője. Állítson össze egy parancsrendszert a hajó zsilipkamrákon való áthaladásához. Használhatja a következő parancsokat: kapu nyitása (1, 2, 3, 4); kapu zárása (1, 2, 3, 4); víz leeresztése a kamrából (I, II, III); víz beengedése a kamrába (I, II, III); áthaladás a kamrába (I, II, III).III).

2. A hidraulikus gép kis dugattyújának területe 15 cm², míg a nagy dugattyúé 3 dm². Határozza meg a maximális teher tömegét, amelyet fel lehet emelni, ha a kis dugattyúra 200 N erőt alkalmazunk.

3. A hidraulikus gép kis dugattyúja 300 N erő hatására 4 cm-rel süllyedt le, míg a nagy dugattyú 1 cm-rel emelkedett fel. Határozza meg az erőt, amely a nagy dugattyúra hatott.

4. Tudja meg, hogyan működnek egyes hidraulikus eszközök (például az autó hidraulikus fékrendszere, hidraulikus ollók stb.).

Kulcsfogalmak

Hidraulikus eszközök· Pneumatikus eszközök · Zsilip

3. FEJEZET ÖSSZEFOGLALÁSA
3.rész: "Szilárd testek, folyadékok és gázok nyomása"

1. Megtanultad a fizikai mennyiséget — *a nyomást*.

FIZIKAI MENNYISÉG – NYOMÁS				
Jellemző	Képlet	Mértékegység SI-ben	Mérési módok	Sajátosságok
Az erő hatása	$p = \frac{F}{S}$ F — az erő, amely merőlegesen hat a felületre; S — a felület területe	Pa (pascal) 1 Pa $= \frac{\text{N}}{m^2}$	• Erő és terület alapján. • Manométer (gázok és folyadékok nyomása). • Barométer (légköri nyomás)	A hidrosztatikai nyomást a következő képlettel határozzuk meg: $p_{atm} = \rho g h$

2. Megtanultad *Pascal törvényét*, és bizonyítottad a *légköri nyomás létezését*.

FOLYADÉKOK ÉS GÁZOK NYOMÁSA

- **Pascal törvénye**
  - A nyugalomban lévő folyadékban a nyomás minden irányban egyformán terjed.
- **Alkalmazás**
  - Közlekedőedények: $\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$
  - Hidraulikus gépek: $\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}$
- **Atmoszférikus nyomás**
  - Torricelli-féle barométer
  - Aneroid barométer
  - Nyomásmagasság

3. Megállapítottad a nyomás p (szilárd testek; folyadékok; gázok) függését más fizikai mennyiségektől: az erő F, az alátámasztási terület S, a magasság h.

Szilárd testek nyomása	Ha $F \uparrow$, akkor $p \uparrow$
	Ha $S \uparrow$, akkor $p \downarrow$
Atmoszférikus nyomás	Ha $h \uparrow$, akkor $p_{atm} \downarrow$
Hidrosztatikai nyomás	Ha $h \uparrow$, akkor $p_{hidr} \uparrow$

3. FEJEZETHEZ TARTOZÓ ELLENŐRZŐ FELADATOK

3. fejezethez 4. rész: „Szilárd testek, folyadékok és gázok nyomása

rnk.com.ua/106678

A feladatokban 1–5 válassza ki az egy helyes választ.

1. *(1 pont)* A légköri nyomás mérésére a következő eszközt használják:
a) areométer b) dinamométer c) barométer d) manométer

2. *(1 pont)* A folyadék nyomása egy edényben:
a) minden pontban azonos
b) a mélység növekedésével nő
c) a mélység növekedésével csökken
d) a folyadék sűrűségének csökkenésével nő

3. *(2 pont)* Egy kézi pumpa segítségével a fiú felfújta a kerékpár gumiabroncsait. A gumikban lévő levegő nyomása megnőtt a következő o miatt:
a) a gumik térfogatának növekedése
b) a gumikban lévő levegő tömegének növekedése
c) a gumikban lévő levegő sűrűségének csökkenése
d) a gumikban lévő levegő molekuláinak mozgási sebességének csökkenése

4. *(2 pont)* A kerekek lánctalpakra cserélése jelentősen nö veli a traktor átjárhatóságát. Ez a következő ok miatt történik:
a) a motor teljesítményének növekedése
b) a traktor tömegének növekedése
c) a traktor talajra gyakorolt nyomásának csökkenése
d) a traktor mozgási sebességének növekedése

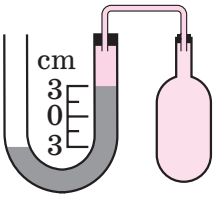
5. *(2 pont)* Az asztal vízszintes felületén három azonos mér etű tömör kocka található: réz, alumínium és öntöttvas. Melyik kocka gyakorolja a legnagyobb nyomást az asztalra?
a) réz
b) alumínium
c) öntöttvas
d) mindhárom k ocka nyomása azonos

6. *(3 pont)* Mekkora nyomást gyakorol a szög hegye a deszkára, ha a szö hegye 0,6 mm^2, és az erő, amellyel a deszkára hat, 30 N?

7. *(3 pont)* Határozza meg, milyen mélységben egyenlő a nyomás a víztározóban 250 kPa-val. Tegyük fel, hogy a légköri nyomás 100 kPa.

8. *(4 pont)* Adja meg 136 kPa nyomást higany milliméterben.

9. *(6 pont)* Képzeljük el, hogy egy folyadékos manométerbe 1300 kg/m³ sűrűségű folyadék került (lásd az ábrát). A manométer jobb oldali ága egy gázpalackhoz van csatlakoztatva, míg a bal oldali az open légkör felé van. Mekkora a nyomás a gázpalackban, ha a légköri nyomás 750 mm Hg? A választ kilopascalban adja meg.



Kérjük, ellenőrizze meg a megoldásait a tankönyv végén található válaszokkal. Azokban a feladatokban, amelyeket helyesen oldott meg, számolja össze a pontokat, és ossza el 2-vel. Az így kapott szám a tanulmányi eredményeinek szintjét tükrözi.

REFERÁTUMOK ÉS BESZÁMOLÓK TÉMÁI

1. Blaise Pascal élete és munkássága.
2. A légköri nyomás erejének bemutatása: Otto von Guericke magdeburgi polgármester híres kísérlete.
3. Hidraulikus gépek működése.
4. Az autófékek, mint hidraulikus rendszerek.
5. A Naprendszer bolygóinak légköri összetétele és nyomása.

KÍSÉRLETI KUTATÁSOK TÉMÁI

1. Szökőkút modell készítése és működésének bemutatása.
2. „Horgász barométer” modell készítése.
3. Eszköz készítése a folyadék hidrosztatikus nyomásának mélységfüggésének demonstrálására.
4. Kísérletsorozat végrehajtása a légköri nyomás bemutatására.

PROJEKTFELADATOK TÉMÁI

1. A Föld légkörének felépítése. A légköri nyomás hatásai az emberi közérzetre.
2. Hidraulikus gépek és mechanizmusok: autófékek, szivattyúk, lengéscsillapítók stb.
3. Szökőkutak: természetes és mesterséges rendszerek.



3. FEJEZET

TESTEK KÖLCSÖNHATÁSA. ERŐK A TERMÉSZETBEN

5. rész „Felhajtóerő. A testek úszása”

Tudod, hogy a víz „segít” felemelni a testet, és megtudod azt is, hogy miért történik ez

Láttál már héliummal töltött léggömbök felemelkedését, és ezután képes leszel kiszámítani azt is, hogy mekkora léggömb szükséges ahhoz, hogy téged is a levegőbe emeljen.

Tudod, hogy a vízi élőlények kényelmesen érzik magukat a tengerek mélyén, és ezután megérted, hogyan és miért változtatják meg a testük sűrűségét.

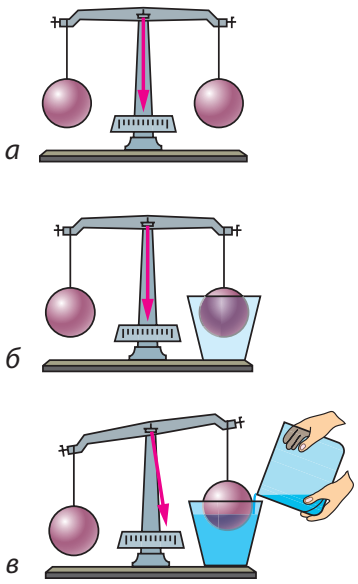


rnk.com.ua/
106679

§ 34. FELHAJTÓERŐ A FOLYADÉKOKBAN ÉS GÁZOKBAN. ARKHIMÉDÉSZ TÖRVÉNYE

Miért emelkedik a víz felszínére az a labda, amelyet vízbe merítünk és elengedünk? Miért könnyebb a nehéz követ víz alatt megemelni, míg a szárazföldön ez szinte lehetetlen? Miért nem tud egyedül elindulni a zátonyra futott hajó? Nézzük meg együtt, hogy mi áll ezek mögött a jelenségek mögött!

1. Miért tűnnek könnyűnek a testek a vízben?



34.1. ábra A vízben ag ömbre felfelé irányuló erő hat.

Helyezzünk két azonos tömegű golyót a mérleg karjára. Mivel a golyók tömege egyenlő, a mérleg egyensúlyban marad (34.1. ábra, *a*). Ha a jobb oldali golyó alá egy üres edényt helyezünk (34.1. ábra, *b*), és megtöltjük vízzel, észlelni fogjuk, hogy a mérleg egyensúlya megbomlik (34.1. ábra, *c*), mivel egy erő próbálja kinyomni a golyót a vízből. De honnan származik ez az erő? Ennek megértéséhez vizsgáljuk meg egy folyadékba merített kockát. A kockára minden oldalról a folyadék hidrosztatikai nyomásának erői hatnak (34.2. ábra).

A hidrosztatikai nyomás erői, F3 és F4, amelyek a kocka oldalaira hatnak, ellentétes irányúak, de egyenlő nagyságúak, mivel az oldallapok területe egyforma, és a lapok azonos mélységben helyezkednek el. Ezek az erők kiegyenlítik egymást.

A hidrosztatikai nyomás erői, $\vec{F}_1$ i $\vec{F}_2$, amelyek a kocka felső és alsó lapjára hatnak, nem egyenlítik ki egymást.

A kocka felső lapjára ható nyomóerő $\vec{F}_1$ így számolható::

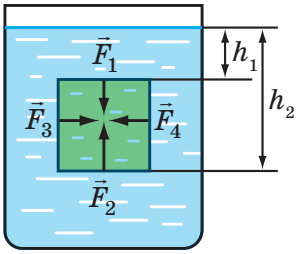
$$F_1 = p_1 S = \rho_{\text{folyad}} g h_1 S,$$

де $p_1 = \rho_{\text{folyad}} g h_1$ — a folyadék hidrosztatikai nyomása; S a lap területe.

A kocka alsó lapjára ható nyomóerő $\vec{F}_2$:

$$F_2 = p_2 S = \rho_{\text{folyad}} g h_2 S.$$

Az alsó lap nagyobb mélységben van, mint a felső $(h_2 > h_1)$, ezért az F_2 nyomóerő nagyobb, mint az F_1 nyomóerő. Ezen erők eredője a nagyobb erő irányába mutat, azaz függőlegesen felfelé.



34.2. ábra
A nyomóerő $\vec{F}_2$, amely az alsó felületre hat, nagyobb, mint a nyomóer $\vec{F}_1$, amely a felső felületre hat $(F_2 > F_1)$

Egy folyadékba merített kockára függőlegesen felfelé ható erő hat, amely a felső és alsó felületére gyakorolt nyomáskülönbség következménye — **ezt nevezzük felhajtóerőnek:**

$$F_{\text{felhajt}} = F_2 - F_1.$$

Egy gázban elhelyezett testre is hat felhajtóerő, de ennek mértéke sokkal kisebb, mint a folyadékban lévő testre gyakorolt felhajtóerőé, mivel a gáz sűrűsége jelentősen alacsonyabb a folyadékénál.

A folyadékban vagy gázban lévő **testre ható felhajtóerőt Archimédész-erőnek is hívják**, *Archimédész* (kb. i.e. 287–212) tiszteletére, aki először figyelt fel ennek létezésére és jelentőségére.

KUTATÁS

Szükséges eszközök: egy átlátszó üvegedény, szénsavas víz és néhány mazsola. Töltsd meg az edényt szénsavas vízzel, majd dobd bele a mazsolákat. Eleinte a mazsolák elsüllyednek, de egy idő után feljönnek a felszínre. Ezután a folyamat megismétlődik.

A mazsolák emelkedését a vízben lévő buborékok okozzák. Ezek a buborékok a mazsolákra tapadnak, így növelik a mazsolák felhajtóerejét, ami miatt azok a felszínre emelkednek. Amikor a buborékok eltávoznak, a mazsolák újra elsüllyednek. A mazsolák mozgása tehát a felhajtóerő és a sűrűségük közötti kölcsönhatás eredménye. Ha további részletekre van szükséged, érdemes visszatérni a kérdéshez a §35 fejezet feldolgozása után.



2. Hogyan számítható ki az Archimédeszi erő?

A következőkben bemutatjuk Arkhimédész törvényének levezetését, amely a teljesen folyadékba merített kocka felhajtóerejének meghatározására vonatkozik (34.3. ábra):

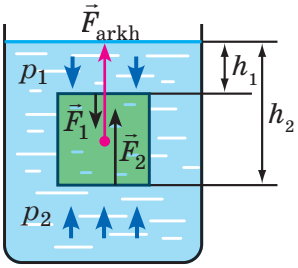
$$F_{arkh} = F_2 - F_1 \quad ,$$

ahol $F_1=\rho_{víz}gh_1S$ — a folyadék nyomóereje a kocka felső oldalán; $F_2=\rho_{folyg}h_2S$ — a folyadék nyomóereje a kocka alsó oldalán. Tehát:

$$F_{arkh} = \rho_{folyg}h_2S - \rho_{folyg}h_1S = \rho_{folyg}\, g\, S\, (h_2-h_1).$$

$h_2 - h_1$ — a kocka h magassága, Sh — a kocka V térfogata. Tehát megvan a képlet az archimédeszi erő kiszámítására:

$$F_{arkh} = \rho_{folyg}V$$



34.3. Ábra Az Archimédeszi erő egyenlő a folyadék nyomóerejének különbségével a kocka alsó és felső lapján: $F_{arch} = F_2 - F_1$

Itt $\rho_{folyg}V$ a kocka térfogatában lévő folyadék tömege, tehát a folyadék tömege, amelynek térfogata megegyezik a kocka térfogatával. Mivel $\rho_{folyg}V=m_{folyg}$, ezért

$$F_{arkh} = m_{folyg}g = P_{folyg}.$$

Az Arkhimédész-erő megegyezik a kocka térfogatában lévő folyadék súlyával: $F_{arch} = P_{folyg}$.

Az eredmény bármilyen alakú testre igaz, és akkor is, ha a test részben van folyadékba merítve — csak a folyadékba *merített rész térfogatát kell figyelembe venni*. Ezenkívül az eredmény gázokra is igaz.

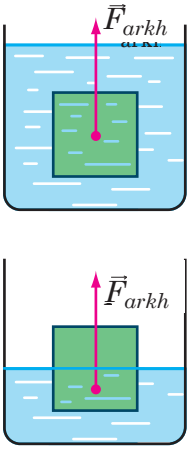
Most fogalmazzuk meg az **Arkhimédész törvényt:**

> Egy folyadékba vagy gázba merített testre ható felhajtóerő megegyezik a test által kiszorított folyadék vagy gáz súlyával.

$$F_{arkh} = \rho f_{olyadék(gáz)}gV_m \quad ,$$

де F_{arch} — az Archimédeszi erő; $\rho_{folyg(gáz)}$ — a folyadék vagy gáz sűrűsége; V_m — a test folyadékban (gázban) lévő részének térfogata.

Az Archimédeszi erő a test merülő részének középpontjára hat és függőlegesen felfelé irányul (34.4. ábra).



34.4. Ábra Az Archimédeszi erő alkalmazási pontja és iránya



34.5. ábra. A legnagyobb állat bolygónkon a bálna, amelynek tömege elérheti a 150 tonnát, hossza pedig a 35 métert.

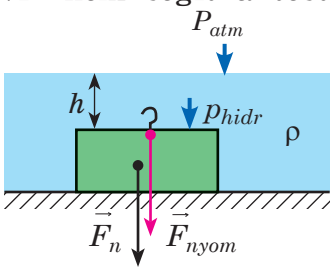
3. Minden esetben hat-e egy testre, amely folyadékba merül, az Archimédeszi erő?

A vízben könnyedén felemelhetjük barátainkat, anélkül hogy fizikailag erősebbé válnánk. A víz hatására a test súlya látszólag csökken, azonban valójában a test nem veszít el súlyt; bármikor nyomást gyakorol a vízre. Amikor úszunk, a test súlya eloszlik a víz felszínén, ami miatt úgy érezzük, mintha elvesztettük volna a súlyunkat.

Ezek a kedvező körülmények segítik elő, hogy a legnagyobb élőlények az óceánban éljenek, hiszen a víz képes a nehéz testek támogatására (lásd ábra 34.5).

Az Archimédeszi erő lehetővé teszi, hogy a vízben nehéz tárgyakat emeljünk, mivel a gravitációs erő egy részét a felhajtóerő kompenzálja.

Ugyanakkor vannak helyzetek, amikor a víz nem segít a test felemelésében, hanem éppen ellenkezőleg, gátolja azt. Ez előfordul, ha a test a fenéken fekszik, és szorosan tapad ahhoz. Ilyenkor a víz nem tud eljutni a test alsó felületéhez, és nem képes nyomásával támogatni annak felemelését. A test felemeléséhez tehát le kell győzni a gravitációs erőt, valamint a víz nyomását a test felső felületén (lásd ábra 34.6).



34.6 ábra. Az aljzathoz szorosan illeszkedő testre nem hat az Archimédeszerő, ehelyett a nyomóerő hat:
$F_{nyoms} = pS$,
ahol $p = p_{atm} + \rho g h$

Ez a jelenség tragédiához is vezethet: ha egy tengeralattjáró a fenékre süllyed, és kiszorítja a vizet maga alól, önállóan nem tud felszínre emelkedni.

HOGY IS VAN VALÓJÁBAN?



Szokatlan utazás egy sztratoszférikus ballonon! Egy amerikai cég kényelmes repüléseket kínál majdnem az űrbe. Tizenkét szerencsés utas lesz a hermetikusan zárt gondola utasa, ahol szkafander nélkül is lehet tartózkodni.

Az eszköz körülbelül 30 km magasságba emelkedik, és az utazás időtartama 6 óra lesz. A jegy ára 125 ezer dollár. Az összes jegy a következő évre már elkelt. Mit gondolsz, igaz lehet ez?

4. Tanuljunk meg feladatokat megoldani

■ **Feladat.** Egy tömör alumínium rúd, amelynek tömege 540 g, teljesen vízbe van merítve, és nem érinti az edény alját és falait. Határozza meg az alumínium rúdra ható felhajtóerőt. ■

A fizikai probléma elemzése: A felhajtóerő kiszámításához ismernünk kell a víz sűrűségét és a rúd térfogatát. A rúd térfogatát a tömege és sűrűsége alapján határozzuk meg. A víz és az alumínium sűrűségét a sűrűségi táblázatokból tudjuk meg. A feladatot SI egységekben oldjuk meg.

Adva:

$m = 540\ \text{g} = 0{,}54\ \text{kg}$

$\rho_{al} = 2700\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

$\rho_{víz} = 1000\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

$g = 10\ \frac{\text{N}}{\text{kg}}$

Meghatározni:

F_{arkh} — ?

A matematikai modell felállítása, megoldás. Arkhimédesz törvénye alapján: $F_{arkh} = \rho_{víz} g V_h$.

A sűrűség meghatározása alapján:

$$\rho_{al} = \frac{m}{V_h} \Rightarrow V_h = \frac{m}{\rho_{al}}.$$

A henger térfogatának képletét behelyettesítjük az arkhimédeszi erő képletébe

$$F_{arkh} = \frac{\rho_{víz} g m}{\rho_{al}}.$$

Ellenőrizzük a mértékegységeket, és megoldjuk a feladatot:

$$[F_{arkh}] = \frac{\frac{kg}{m^3} \cdot \frac{N}{kg} \cdot kg}{\frac{kg}{m^3}} = N; \quad F_{arkh} = \frac{1000 \cdot 10 \cdot 0{,}54}{2700} = 2\ \text{(N)}.$$

Felelet: $F_{arkh} = 2$ N.

TUDTÁTOK-E, HOGY...?



A batiskaf egy mélytengeri kutatóeszköz, amely a nagy tengeri mélységek kutatására szolgál, és önálló víz alatti mozgásra alkalmas mechanizmusokkal van felszerelve. 1960-ban a „Trieste" batiskaf rekordot állított fel, amikor közel 11 km mélyre merült a világ legmélyebb pontján, a Mariana-árokban.

A Mariana-árokba való ismételt merülésre csak 52 évvel később került sor a „Deepsea Challenger" batiskaf segítségével (lásd a 34. § előtti képet). A fejlett technológiáknak köszönhetően a méretek jelentősen csökkentek, és a mélységben való tartózkodás lehetősége megnőtt. A rekordkutatások folytatódnak!

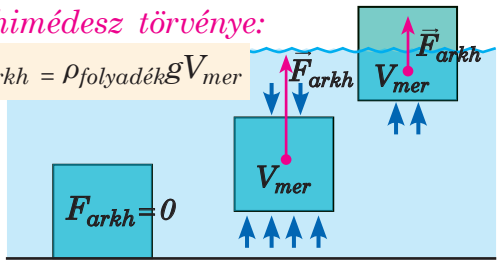
ÖSSZEGZÉS

Arkhimédesz törvénye:

Egy folyadékba vagy gázba merített testre olyan felhajtóerő hat, amely megegyezik a test által kiszorított folyadék vagy gáz súlyával.

Arkhimédesz törvénye:

$$F_{arkh} = \rho_{folyadék} g V_{mer}$$



ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Milyen irányba hat az erő, amelyet a folyadék vagy gáz gyakorol a benne merített testre? **2.** Mi okozza a felhajtóerő (Arkhimédesz-féle erő) kialakulását? **3.** Fogalmazza meg Archimédesz törvényét. **4.** Csökken-e a test súlya, ha folyadékba vagy gázba merül? Miért? **5.** Milyen esetekben nem hat felhajtóerő a folyadékba merített testre? Miért?

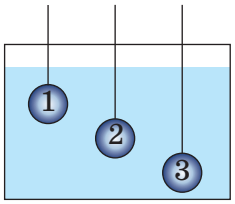
GYAKORLATOK № 34

1. Ahhoz, hogy a tengeralattjárót elválasszák az agyagos aljtól, a búvárok alatta alagutakat ásnak. Miért teszik ezt?

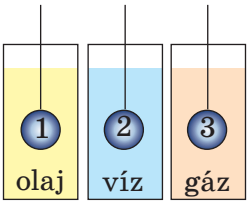
2. Egy 400 cm^3 térfogatú acélgolyó kerozinba van merítve. Határozza mega z acélgolyóra ható felhajtóerőt.

3. Egy teljesen higanyba merített golyóra 136 N felhajtóerő hat. Határozza meg a golyó térfogatát.

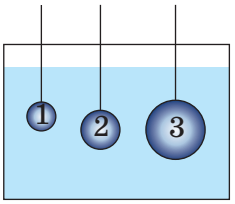
4. Hasonlítsa össze a felhajtóerőket, amelyek a tömör golyókra hatnak az alábbi esetekben: a) azonos vasgolyók egy edényben vízzel (1. ábra); b) azonos vasgolyók különböző folyadékokkal teli edényekben (2. ábra); c) különböző méretű vasgolyók egy edényben vízzel (3. ábra); d) azonos méretű golyók különböző anyagokból egy edényben vízzel (4. ábra).



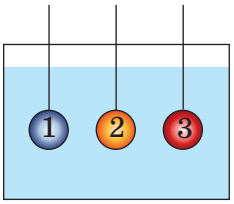
1. ábra



2. ábra



3. ábra



4. ábra

5. Egy 2,7 kg tömegű alumínium rúd részben vízbe merül. A rúdra 2,5 N felhajtóerő hat. A rúd mekkora része merült a vízbe?

6. Mekkora lesz a dinamométer mutatása, ha egy 1,6 kg tömegű és 1000 cm^3 térfogatú súlyt vízbe merítünk?

7. Ha a dinamométerhez függesztett rudat vízbe merítjük, a dinamométer 34 N-t mutat, ha pedig kerozinba merítjük, 38 N-t mutat. Határozza meg a rúd tömegét és sűrűségét.

8. Hatnak-e a Pascal-törvény és az Archimédesz-törvény a mesterséges földi műholdra?

9. Egy 3 MN/m merevségű acélkábelen egy 0,5 m^3 térfogatú szobrot egyenletesen emelnek ki a víz aljáról. Amíg a szobor víz alatt volt, a kábel megnyúlása 3 mm volt. Határozza meg a szobor tömegét. A víz ellenállását hagyja figyelmen kívül.

10. Az egyik legenda, amely még Archimédesz életében létezett, egy eseményről szól, amely megelőzte a törvény felfedezését, amelyet később Archimédesz törvényének neveztek el. Használjon további információforrásokat, hogy megtudja, mi ez a legenda.

11. Hogyan válaszolna Archimédesz erre a kérdésre: lehet-e azt mondani, hogy a tárgy tiszta aranyból készült, ha a súlya levegőben 20 N, vízben pedig 18,7 N?

Kulcsfogalmak

Archimédeszi (felhajtó) erő · Arkhimédesz törvénye

LABORATÓRIUMI MUNKA № 9

rnk.com.ua/106680

Téma: A test hidrosztatikus mérlegelése.

A munka célja: A test tömegének meghatározására szolgáló egyik módszer, nevezetesen a hidrosztatikus mérlegelés módszerének elsajátítása.

Eszközök: vonalzó; rugó vagy gumizsinór; állvány bilincsekkel és fogóval; mérőhenger vízzel; két test, amelyek mindegyike elsüllyed a vízben (például egy darab gyurma és egy kulcstartó).

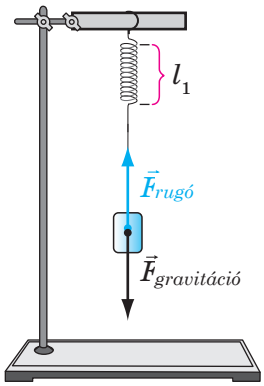
Elméleti ismeretek

Ha a vizsgált test elsüllyed a vízben, akkor a tömegének meghatározásához hidrosztatikai mérlegelési módszerrel a következő lépéseket hajtják végre.

1. lépés: Megmérik a rugó kezdeti hosszát, l_0. Ezután a testet a rugóra függesztik a levegőben, és megmérik a rugó megnyúlását, $x_1 = l_1 - l_0$ (lásd az 1. ábrát). A testre két erő hat — a gravitációs erő és a rugóerő, mivel a levegőben az Archimédeszi erő hatása elhanyagolható. A test nyugalmi állapotban van, így az erők kiegyenlítik egymást: $F_{rugó} = F_{gravitáció}$.

Itt $F_{rugó} = kx_1$ (ahol (k — a rugó merevsége), és $F_{gravitáció} = mg$. Tehát kapjuk:

$$kx_1 = mg. \qquad (1)$$



1. ábra

2. lépés: Megmérik a víz térfogatát, 0 (ű, a mérőhengerben. Ezután, miután a testet a vízzel teli mérőhengerbe merítik, megmérik: a test térfogatát, V_t. a rugó megnyúlását, x_2: $x_2 = l_2 - l_0$ (lásd a 2. ábrát).

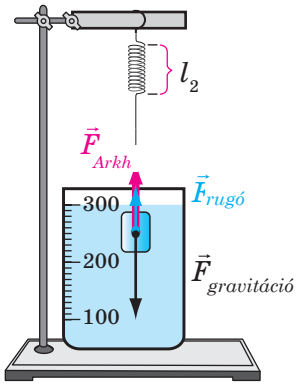
Most a testre három erő hat: a gravitációs erő, a rugóerő és az Archimédeszi erő. Az erők kiegyenlítik egymást:

$$F_{rugó} + F_{Arkh} = F_{gravitáció}.$$

$$F_{rugó} = kx_2, \text{ és } F_{Arkh} = \rho_{víz}\, gV_t,$$

tehát: $kx_2 + \rho_{víz}\, gV_m = mg \Rightarrow$

$$\Rightarrow kx_2 = mg - \rho_{víz}\, gV_t. \qquad (2)$$



2. ábra

Az egyenlet (2) elosztásával az egyenlet (1) — gyel és azátalakítások elvégzésével megkapjuk a test tömegének meghatározására szolgáló képletet:

$$m = \frac{\rho_{víz}\ V_1 x_1}{x_1 - x_2}. \qquad (3)$$

ÚTMUTATÓ A MUNKÁHOZ

Felkészülés a kísérletre

1. Olvassa el figyelmesen az elméleti ismereteket.
2. Szerelje össze a készüléket az 1. ábra szerint. Ha gumizsinórt használ, először kössön hurkokat a végeire körülbelül 8 cm távolságra, mielőtt rögzítené (lásd a 172. oldalon).
3. Határozza meg a mérőeszközök skálabeosztásának értékét.

Kísérlet

Tartsa be a biztonsági utasításokat.
Azonnal jegyezze fel a mérések eredményeit a táblázatba.

1. Határozza meg a V_0 vízmennyiséget a mérőhengerben.
2. Mérje meg a rugó kezdeti hosszát (l_0). Akasszon a rugóra egy testet, majd mérje meg a rugó hosszát (l_1).
3. Teljesen merítse a vizsgált testet a vízbe. Mérje meg a rugó hosszát (l_2), valamint a víz és a test térfogatát a hengerben (V).
4. Ismételje meg a kísérletet egy másik testtel.

A kísérlet eredményeinek feldolgozása

1. Minden test esetében határozza meg:
   1) a test térfogatát (V_m): $V_m = V - V_0$;
   2) a rugó megnyúlását (x_1 és x_2): $x_1 = l_1 - l_0$; $x_2 = l_2 - l_0$;
   3) a test tömegét a (3) képlet alapján.
2. A számítások eredményeit jegyezze fel a táblázatba.

Test	Térfogat, cm³			Rugó hossza, cm			Rugó megnyúlása, cm		Tömeg m, g
	V_0	V	V_T	l_0	l_1	l_2	x_1	x_2	

A kísérlet elemzése és annak eredménye

Az elvégzett kísérlet és az eredmények elemzése után készítsen egy összefoglalót, amely tartalmazza: 1) A mért fizikai mennyiséget és a mérésez alkalmazott módszert. 2) További módszereket, amelyek e fizikai mennyiség mérésére ismertek. 3) Az alkalmazott módszer előnyeit.

Alkotói feladat

Gondold át, és vázold fel egy kísérlet tervét, amelynek célja egy vízben nem süllyedő test tömegének meghatározása. Kérlek, végezd el a kísérletet, és dokumentáld az eredményeket!



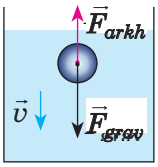
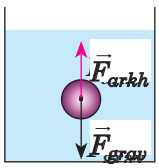
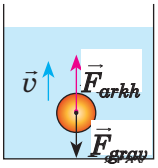
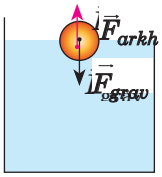
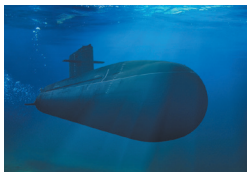
§ 35. A TESTEK ÚSZÁSI FELTÉTELEI

rnk.com.ua/106682

Háziasszonyok meghatározott sűrűségű sóoldatot a következő módon készítenek. Az oldatba nyers tojást tesznek, és ha az oldat még nem elég sűrű, a tojás elsüllyed, ha elég sűrű – a tojás úszik. Hogyan kapcsolódik ez a hajók, tengeralattjárók és léghajók tervezéséhez? Tudjuk meg!

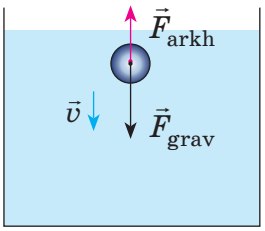
1. Miért úszik a labda, míg a kő elsüllyed?

Végezzünk egy kísérletet. Vegyünk néhány különböző anyagból készült golyót, és merítsük őket sorban egy edény vízbe, majd engedjük el. Ezután a test sűrűségétől függően különböző lehetőségek adódnak.

Süllyedés	Úszás a folyadékban	Felmerülés	Úszás a folyadék felszínén
			
$F_{grav} > F_{arkh}$	$F_{grav} = F_{arkh}$	$F_{grav} < F_{arkh}$	$F_{grav} = F_{arkh}$
$\rho_t > \rho_{foly}$	$\rho_t = \rho_{foly}$	$\rho_t < \rho_{foly}$	
 A kő elsüllyed a vízben	 A hal egy bizonyos mélységben úszik a vízben	 A tengeralattjáró felemelkedik a mélységből	 A hattyú a víz felszínén úszik

1. Merülés. A test süllyedni kezd, és végül az edény aljára kerül. Miért történik ez?

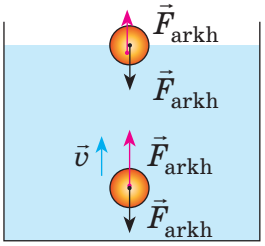
* Megjegyezzük, hogy a test sűrűsége alatt annak átlagos sűrűségét értjük. Úszás közben egyes testek átlagos sűrűsége változhat. Hogyan csinálják ezt a vízi élőlények — lásd a 247. oldalon



35.1. ábra
A test elsüllyed a folyadékban, mert a gravitációs erő nagyobb, mint a felhajtóerő

Bizonyítsd be, hogy $\rho_t = \rho_{foly}$ a test úszik amikor a test sűrűsége megegyezik a folyadék sűrűségével.





35.2. ábra A test felúszik abban az esetben ha az Arkhimédeszi erő nagyobb mint a gravitációs erő

Figyelem: az elért eredmények a gázokra is érvényesek.

A testre két erő hat (35.1 ábra):

1) nehézségi erő $F_{neh} = m_t g = \rho_t V_t g$ (mivel $m_t = \rho_t V_t$), amely lentről függőlegesen lefelé hat;

2) felhajtóerő $F_{arkh} = \rho_f g V_t$, amely merőlegesen felfelé irányul.

A test elsüllyed, ami azt jelenti, hogy a lefelé irányuló erő nagyobb: $F_{neh} > F_{arkh}$.

Mivel $F_{neh} = \rho_t V_t g$, és $F_{arkh} = \rho_f g V_t$, ezért $\rho_t V_t g > \rho_f g V_t$. A gV_t-vel való egyszerűsítés után:

$$\rho_t > \rho_{foly}$$

A test elsüllyed a folyadékban, ha a test sűrűsége nagyobb, mint a folyadék sűrűsége.

2. Folyadékban való úszás. A test nem süllyed el és nem merül fel, ha:

$$\rho_t = \rho_{foly}$$

A test lebeg a folyadékban, ha a test sűrűsége megegyezik a folyadék sűrűségével.

3. Felúszás. A test felúszik, és végülз elkezd lebegni a felszínen (35.2 ábra). Míg a test felúszik, $F_{neh} < F_{arkh} \Rightarrow \rho_t g V_t < \rho_f g V_t$ vagy:

$$\rho_t < \rho_{foly}$$

Abban a pillanatban, amikor a test eléri a folyadék felszínét és elkezd felemelkedni, a merülő rész térfogata csökkenni kezd, ennek megfelelően csökken az Archimédeszi erő is. Ez a folyamat addig folytatódik, amíg az Archimédeszi erő egyenlővé nem válik a gravitációs erővel.

A test felúszik a folyadékban vagy a folyadék felszínén úszik, ha a test sűrűsége kisebb, mint a folyadék sűrűsége.

KUTATÁS



Szükséges eszközök: egy műanyag palack vízzel (1,5 l); két kis gyurmagolyó; műanyag szívószál; egy pohár víz; olló.

Vágj le egy kis darabot a szívószálból (5-6 cm). Lapítsd ki a kapott szívószálat, hagyd, hogy kiegyenesedjen, majd zárd le a végeit különböző méretű gyurmagolyókkal.

Merítsd a szívószálat egy pohár vízbe, és a gyurma mennyiségének változtatásával a végein érd el, hogy a szívószál a folyadék belsejében ússzon. Helyezd a szívószálat egy vízzel teli palackba, és szorosan csavard rá a kupakot. A fizikai játék, a 'Karteziánus búvár' készen áll. A palack összenyomásával érd el, hogy a szívószál merüljön és felússzon. Magyarázd el a játék működési elvét.

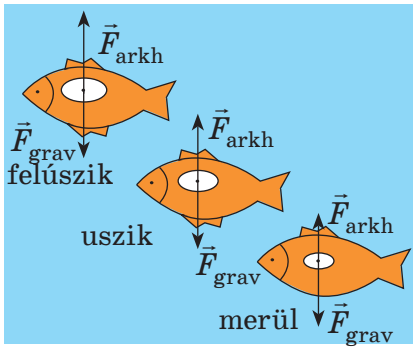
2. A vízi élőlények miért és mire változtatják a saját sűrűségüket?

A tengerek és folyók lakóinak teste sok vizet tartalmaz, ezért átlagos sűrűségük közel áll a víz sűrűségéhez. Ahhoz, hogy szabadon mozoghassanak a folyadékban, szabályozniuk kell testük átlagos sűrűségét. Ehhez a vízi élőlények különböző módszereket alkalmaznak.

A halak úszóhólyagjával történő szabályozás a hólyag térfogatának változtatásával történik (35.3. ábra).

A trópusi tengerekben élő nautilusz gyorsan fel tud úszni és újra le tud merülni a tengerfenékre, mivel képes változtatni a szervezetében lévő belső üregek térfogatát (a nautilusz egy spirálisan csavart kagylóban él).

Az Európában elterjedt vízipók (35.4. ábra) egy légbuborékot visz magával a hasán a mélybe, amely segít neki visszatérni a felszínre.



35.3. ábra A halak az úszóhólyag térfogatának változtatásával képesek felúszni, a folyadék belsejében úszni vagy lemerülni.



35.4. ábra A légbuborék lehetővé teszi a vízipóknak, hogy felemelkedjen a mélyből

HOGY IS VAN VALÓJÁBAN?



Az emberi test átlagos sűrűsége kissé meghaladja a víz sűrűségét. Ezért ahhoz, hogy a víz felszínén maradjon, az embernek valami alacsony sűrűségű dologba kell kapaszkodnia. Azonban például a Holt-tengerben való úszáshoz erre nincs szükség segédeszközök, és a felszínén az ember úgy érzi magát, mintha nyugodtan feküdne az ágyban. Hogyan magyarázható ez?

3. Tanuljunk feladatokat megoldani

■ **Feladat.** Úszni fog-e a vízben egy 445 g tömegű rézgolyó a közepén am elynek közepe ürés, így a térfogata 450 cm^3? ■

A fizikai probléma elemzése. Ahhoz, hogy meghatározzuk, úszik-e a gömb, össze kell hasonlítani a gömb átlagos sűrűségét a víz sűrűségével.

A gömb átlagos sűrűségének kiszámításához meg kell határoznunk a tömegét, és a térfogatát.

A levegő tömege a gömbben elhanyagolható, ezért $m_{réz}=m_g$. A gömb térfogata a réz burkolat térfogata $V_{réz}$ és az üreg térfogata $V_{üreg}$. A burkolat térfogatát a réz tömege és sűrűsége alapján határozzuk meg.

A réz és a víz sűrűségét a sűrűségi táblázatokból tudjuk meg.

A feladatot célszerű a megadott mértékegységekben megoldani.

Adva van:

$m_{réz} = m_g = 445$ g

$V_{üreg} = 450$ cm^3

$\rho_{réz} = 8,9 \frac{g}{cm^3}$

$\rho_{víz} = 1 \frac{g}{cm^3}$

Meghatározni:

ρ_g — ?

A matematikai modell felállítása, megoldás. A sűrűség meg határozásaalapján:

$$\rho_{gömb}=\frac{m_{gömb}}{V_{gömb}}.$$

A golyó térfogata: $V_g = V_{réz} + V_{üreg}$,

де $V_{réz} = \frac{m_{réz}}{\rho_{réz}}$ — a rézhéj térfogata.

Tehát, $V_{gömb}=\frac{m_{réz}}{\rho_{réz}}+V_{üreg}$.

A feladatot műveletenként oldjuk meg.

1. Meghatározzuk a gömb térfogatát:

$$V_{gömb}=\frac{445\text{ g}}{8,9\text{ g}/\text{cm}^3}+450\text{ cm}^3=50\text{ cm}^3+450\text{ cm}^3=500\text{ cm}^3.$$

2. Ismerve a gömb tömegét és térfogatát, meghatározzuk az átlagsűrűségét:

$$\rho_{gömb}=\frac{445\text{ g}}{500\text{ cm}^3}=0,89\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}.$$

Felelet: a golyó sűrűsége kisebb a víz sűrűségénél, tehát a golyó úszni fog a víz felszínén.

TUDTÁTOK-E, HOGY...



A modern hajók közül a legnagyobbak a világon a luxushajók. A legnagyobb közülük az Icon of the Seas (Tengerek Ikonja), amely rekordhosszúságú, 365 méter. Ez a hajó 7600 utast képes szállítani, és a legénysége 2350 főből áll.

Hasonlítsuk össze: Ukrajnában egy település akkor kap városi státuszt, ha legalább 10 ezer lakosa van. Tehát, ha az Icon of the Seas további 50 utast tudna befogadni, akkor akár ukrán városi státuszra is pályázhatna.

ÖSSZEGZÉS



A test elsüllyed a folyadékban, ha a test sűrűsége nagyobb, mint a folyadék sűrűsége.

A testek úszásának feltételei

$\rho_r < \rho_{foly}$

A test felúszik a folyadékban vagy a felszínén úszik, ha a test sűrűsége kisebb, mint a folyadék sűrűsége.

$\rho_r = \rho_{foly}$

$\rho_r > \rho_{foly}$

A test a folyadék belsejében úszik, ha a test sűrűsége megegyezik a folyadék sűrűségével.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

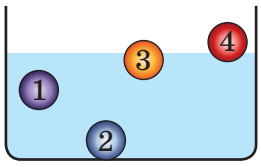
1. Milyen feltételek mellett süllyed el egy test a folyadékban? Hozz példákat. **2.** Milyen feltételnek kell teljesülnie ahhoz, hogy egy test a folyadék belsejében ússzon? Hozz példákat. **3.** Fogalmazd meg a test felúszásának feltételét a folyadékban. Hozz példákat. **4.** Miért és hogyan változtatják a tengerek és folyók lakói a saját sűrűségüket?

GYAKORLATOK № 35

1. Úszik-e egy tömör ólomrúd a vízben? Az olajban?

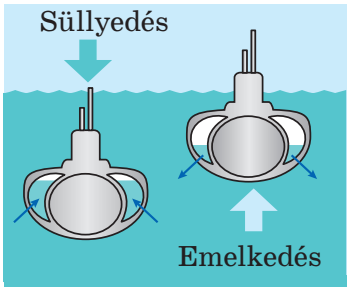
2. Rendezd a 1. ábrán látható golyókat növekvő sűrűség szerint.

3. Úszik-e a vízben egy 120 g tömegű és 150 cm^3 térfogatú rúd?



1. ábra

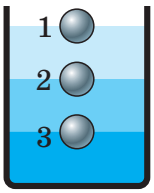
4. Magyarázd el a 2. ábra alapján, hogyan merül és emelkedik a tengeralattjáró.



2. ábra

5. A test teljesen elmerül a kerozinban. Mekkora a test tömege, ha a térfogata 250 cm³?"

6. Három, egymással nem keveredő folyadékot öntöttek egy edénybe: higanyt, vizet és kerozint (3. ábra). Ezután három golyót helyeztek az edénybe: egy acél, egy polisztirol és egy tölgyfa golyót. Hogyan helyezkednek el a folyadékrétegek az edényben? Hol van melyik golyó?



3. ábra

7. Határozd meg a vízbe merült rész térfogatát egy amfíbia jármű esetében, ha rá 140 kN felhajtóerő hat. Mekkora az amfíbia jármű tömege?

8. Állapítsa meg az összefüggést a vízben úszó test sűrűsége és a test víz felszíne felett lévő része között.

А $\rho_T = 400\ kg/m^3$	**1** *0*
Б $\rho_T = 600\ kg/m^3$	**2** *0,1*
В $\rho_T = 900\ kg/m^3$	**3** *0,4*
Г $\rho_T = 1000\ kg/m^3$	**4** *0,6*
	5 *0,9*

9. Töltsd ki a táblázatot. Feltételezd, hogy minden esetben a test teljesen elmerül a folyadékban.

Test tömege, kg	Test térfogata, m^3	Test sűrűsége, g/cm^3	Folyadék sűrűsége, $kg/м^3$	Arkhimédeszi erő, H	Képletek a számításokhoz
20	0,008		1000		
		4	900	180	
0,1		0,4		2	

10. A folyadékok sűrűségének mérésére szolgáló eszközt areométernek nevezik. Ismerje meg az areométer felépítését és működési elvét. Írj használati útmutatót.

Kulcsfogalmak

Testek úszási feltételei · Folyadék sűrűsége · Testek közepes sűrűsége

LABORATÓRIUMI MUNKA № 10

rnk.com.ua/106681

Téma: A test úszási feltételeinek ellenőrzése.

Cél: Kísérleti úton ellenőrizni, milyen feltételek mellett: a test a folyadék felszínén úszik; a test a folyadék belsejében úszik; a test elsüllyed a folyadékban.

Felszerelés: kémcső (vagy kis gyógyszeres üveg) dugóval; 20-25 cm hosszú cérna (vagy drót); edény száraz homokkal; mérőhenger, félig vízzel töltve; mérleg; papírszalvéták.

ÚTMUTATÓ A MUNKÁHOZ

Előkészületek a kísérlethez

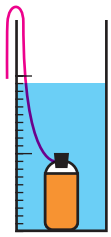
1. Mielőtt elkezdené a munkát, győződjön meg róla, hogy tudja a válaszokat a következő kérdésekre:
   1) Milyen erők hatnak a folyadékba merített testre?
   2) Milyen képlettel határozzák meg: a gravitációs erőt; az Archimédeszi erőt; a test átlagos sűrűségét?
   3) Melyek a testek úszási feltételei?
2. Határozza meg a mérőhenger skálájának osztásértékét.
3. Rögzítse a kémcsövet a cérnára úgy, hogy a cérnánál fogva belemeríthesse a vízbe, majd kiemelhesse.
4. Készítse elő a mérleget a munkához.

Kísérlet

Tartsa be a biztonsági utasításokat. A mérések eredményeit azonnal jegyezze fel a táblázatba.

Kísérlet 1. A feltétel ellenőrzése, amely mellett a test elsüllyed afolyadékbani

1. Mérje meg a víz térfogatát a mérőhengerben.
2. Töltse meg a kémcsövet homokkal a pereméig. Zárja le a dugóval.
3. Merítse a kémcsövet a mérőhengerbe. A kémcsőnek az aljára kell süllyednie.
4. Mérje meg a víz és a kémcső térfogatát; határozza meg a kémcső térfogatát: $V_p = V - V_0$.
5. Vegye ki a kémcsövet, törölje le papírszalvétával.
6. Helyezze a kémcsövet a mérlegre, és mérje meg a tömegét 0,5 g pontossággal.



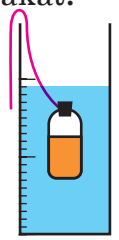
1. ábra

Kísérlet 2. Annak a feltételnek az ellenőrzése, amyneél l a test a folyadék belsejében lebeg

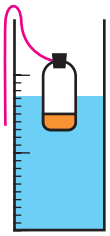
1. Szórj ki egy kis homokot a kémcsőből, hogy a kéőm szcsabadon lebegjen a folyadék belsejében (2. ábra).
2. Ismételd meg az 1. kísérlet 5–6. pontjában leírtakat.

Kísérlet 3. Annak a feltételnek az ellenőrzése, amyneél l a test a folyadék felszínén lebeg

1. Szórj ki még egy kis homokot a kémcsőből. Győződj meg róla, hogy a kémcső teljes elmerülése után a kémcső a folyadék felszínére emelkedik (3. ábra).
2. Ismételd meg az 1. kísérlet 5–6. pontjában leírtakat.



2. ábra



3. ábra

Kísérlet száma	Об'єм			A kémcső homokkal töltött tömege m, g	Густина			Milyen jelenség figyelhető meg (test süllyed; lebeg; úszik a folyadék belsejében)
	folyadék V_0, cm^3	folyadék és kémcső V, cm^3	kémcső $V_п = V - V_0$, cm^3		átlagos kémcső homokkal ρ_k, $\frac{g}{cm^3}$	rídini ρ_f, $\frac{g}{cm^3}$	összehasonlítás ρ_k és ρ_f (=, <, >)	
1							ρ_k ρ_f	
2							ρ_k ρ_f	
3							ρ_k ρ_f	

Kísérlet eredményeinek feldolgozása

1. Minden kísérlethez:
   1) Készíts egy vázlatos rajzot, amelyen jelölöd a kémcsőre ható erőket.
   2) Határozd meg a homokkal töltött kémcső átlagos sűrűségét ρ_k.
2. Írd be a számítások eredményeit a táblázatba, és fejezd be annak kitöltését.

Kísérlet és az eredmények elemzése:

Elemezd a kísérletet, és vonj le következtetéseket az úszási feltételek ellenőrzésének eredményeiről

Творче завдання

Запропонуйте два способи визначення середньої густини яйця. Запишіть план проведення кожного досліду.

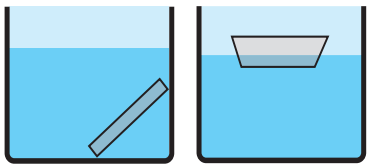


§ 36. HAJÓZÁS ÉS LÉGHAJÓZÁS

A vízben a fémrúd elsüllyed, míg az acélból készült hajók úsznak. Ha egy darab nejlonszövetet elengedünk, az azonnal leesik, de a nejlonszövetből készült léggömbök nemcsak felemelkednek, hanem terhet is képesek emelni. Mi ennek az oka? Nézzük meg közelebbről!

1. Miért úsznak a hajók?

Első ránézésre úgy tűnhet, hogy az acél nem megfelelő anyag úszóeszközök készítéséhez, mivel sűrűsége jóval nagyobb, mint a vízé, így az acéllemez a vízben elsüllyed. Viszont, ha a lemezből csónakot építünk és azt a víz felszínére helyezzük, az úszni fog (lásd 36.1. ábra). Ennek magyarázata, hogy a csónak belsejében levegő található.



36.1. ábra Egy acéllemez elsüllyed, de a belőle készült csónak úszik.

Ha kiszámítjuk a csónak átlagos sűrűségét, azt tapasztaljuk, hogy az értéke jelentősen alacsonyabb, mint a víz sűrűsége.

$$\text{Átlagos testtömegsűrűség} = \frac{\text{A burkolat tömege} + \text{A belső anyag tömege}}{\text{Össztérfogat}}$$

A hajók szerkezete mindig tartalmaz levegőt, ami lehetővé teszi számukra, hogy a víz felszínén ússzanak, így csak kis részük merül el a vízben.

2. Mi a különbség a hajó vízkiszorítása és teherbírása között?

Amikor egy új hajót vízre bocsátanak, az elkezd merülni. A hajó alsó része kiszorítja a vizet, ezáltal felhajtóerő keletkezik. Amikor ez a felhajtóerő egyenlővé válik a gravitációs erővel, a hajó megáll a merülésben.

$$F_{arkh} = F_{gravitáció} = (m_{hajó} + m_{teher})g.$$

A hajó merülési mélységét merülésnek hívjuk. Ez a mélység a hajó terhelésétől és attól függ, hogy éppen folyóban vagy tengervízben tartózkodik. Fontos, hogy a hajót ne terheljük túl.

A hajótest vonala, amely megmutatja a maximálisan megengedett merülést, ahol a hajó biztonságosan úszik, *vízvonalnak* nevezik (36.2 ábra). Amikor a hajó teljesen meg van rakva, a víz szintje a vízvonalig emelkedik.

Gondoljatok bele, miért lehet veszélyes a hajózás, ha a hajótest a vízvonal alatt és felett is elmerül.

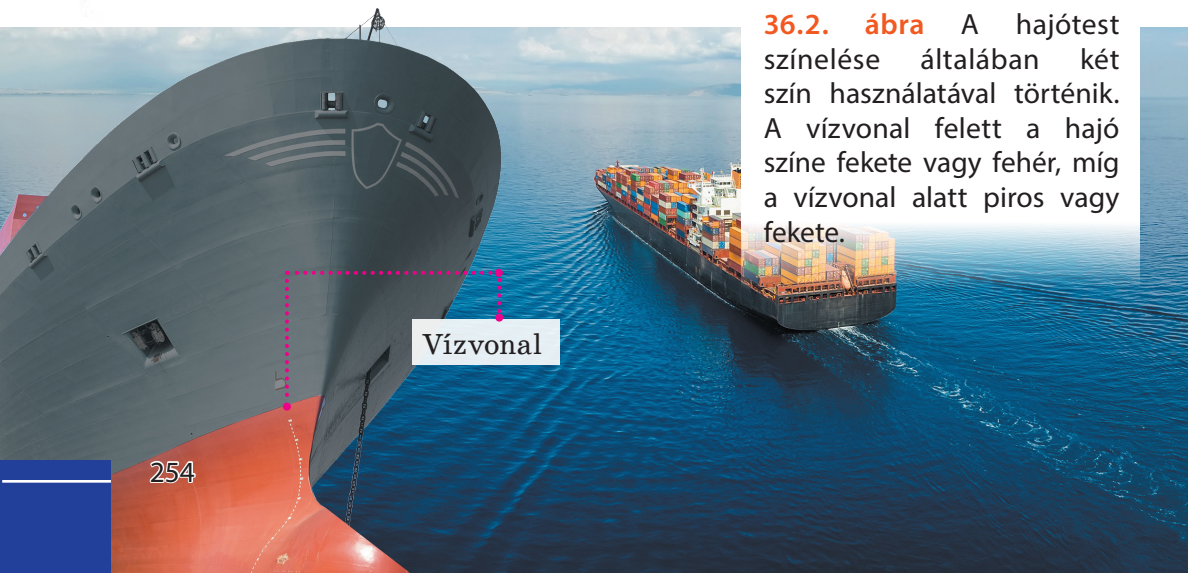


A hajó által a vízvonalig kiszorított víz súlyát, amely a teljesen megrakott hajóra hat, Arkhimédész-erőnek nevezzük. Ezt a súlyt a hajó teljes vízkiszorításának hívjuk.

A legnagyobb hajók, például az olajtankerek, teljes vízkiszorítása akár 5 millió kN is lehet, ami azt jelenti, hogy rakománnyal együtt a tömegük elérheti az 500 000 tonnát. Ha a teljes vízkiszorításból levonjuk a hajó saját súlyát, megkapjuk a maximális rakomány súlyát, amelyet a hajó elbír, ezzel meghatározva a hajó teherbírását.

A hajó teherbírása, vagyis a maximális rakomány súlya, amelyet a hajó elbír, a hajó teljes vízkiszorítása és a saját súlya közötti különbségként határozhatómeg.

Ukrajna tengeri állam. Sok ország hajói használják az ukrán tengeri és folyami kikötőket.



36.2. ábra A hajótest színelése általában két szín használatával történik. A vízvonal felett a hajó színe fekete vagy fehér, míg a vízvonal alatt piros vagy fekete.

KUTATÁS



Szükséges Eszközök: Egy tál víz Gyurma Homok (só) vagy azonos méretű, víznél nagyobb sűrűségű apró tárgyak (például egyforma érmék) Készíts egy hajót gyurmából, majd helyezd a vízre. Fokozatosan terheld meg a hajót, és figyeld meg, hogy mennyit bír el.

Jegyezd fel a teherbírást megfelelő mértékegységekben, például: a hajó teherbírása 3 kanál homoknak vagy 5 darab 1 forintos érme súlyának felel meg.

3. Hogyan valósította meg az ember a repülés iránti álmát?

Az emberek már régóta használnak léggömböket (aerostatokat), amelyek a burkolatuk forró levegővel vagy könnyű gázzal való feltöltése révén emelkednek fel. A léggömb átlagos sűrűsége kisebb, mint a léggömböt körülvevő levegő sűrűsége, ezért a felhajtóerő nagyobb, mint a gravitációs erő — a léggömb felemelkedik.

A léggömb felhajtóereje az Archimédeszi erő és a léggömbre ható gravitációs erő különbsége: $F_{al} = F_{arkh} - F_{grav}$

Az emberek már régóta alkalmazzák a léggömböket (aerostatokat), amelyek a burkolatuk forró levegővel vagy könnyű gázzal való feltöltésével emelkednek a levegőbe. A léggömb sűrűsége alacsonyabb, mint a körülötte lévő levegőé, ezért a felhajtóerő nagyobb, mint a gravitációs erő, ami lehetővé teszi, hogy a léggömb felemelkedjen. Jelenleg a léggömböket meteorológiai és egyéb kutatásokhoz, versenyekhez, valamint ismeretterjesztő utazásokhoz használják. A héliummal töltött léggömböket charliereknek, míg a forró levegővel töltötteket montgolfiereknek hívják (lásd 36.3. ábra). A léggömb belsejében lévő levegő magas hőmérsékletét a léggömb nyakában található gázégők tartják fenn. Mivel a levegő sűrűsége a magassággal csökken, a léggömbök nem emelkedhetnek tetszőleges magasságba.

Csak addig a magasságig képesek felemelkedni, ahol a környezőlevegő sűrűsége megegyezik a léggömb és a benne lévő teher átlagos sűrűségéve.





36.3. ábra A forró levegővel töltött léggömböket, amelyek a levegőbe emelkednek, a francia Montgolfier testvérekről nevezték el, akik a XVIII. században találták fel ezt az eszközt.

TUDTÁTOK-E, HOGY...

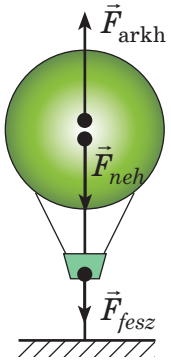


Csak 100 évvel ezelőtt a léghajók komoly versenytársai voltak a repülőgépeknek, amelyek ma uralják az eget. A léghajók csavarmotorral és könnyű gázzal töltött testtel rendelkeztek (a modern léghajók kinézetét a 36. § előtti képen láthatjuk). Azonban a 20. század 30-as éveiben bekövetkezett több katasztrófa végleg a repülőgépek fölényét eredményezte. Körülbelül 10 évvel ezelőtt úgy tűnt, hogy a léghajók újjászületnek: a Google egy projektet indított, amely léghajók hálózatát hozta volna létre, hogy az egész világot internettel lássa el. Azonban a Starlink műholdak megjelenése ismét megakadályozta ezt a fejlődést. Így a léghajók, bár számos előnnyel bírnak, jelenleg nem találhatóak meg széles körű alkalmazásban. Főként rövid távolságú áruszállításra, tudományos kutatásokra, valamint kereskedelmi és katonai célokra használják őket.

4. Tanuljunk meg a feladatokat megoldani

■ **Feladat.** Adott egy léggömba, melynek térfogata4 00 m³A. léggömböt egy 800N feszítőerőverl endelkező kötél rögzíat ik ikötőhöz. Miutána kötelet eloldották, al éggömb egy bizonyos magasságba emelkedik. A kérdés az, hogy mekkora a levegős űrűsége ezen a magasságon, ha a kikötő körüli levegő sűrűsége 1,3 kg/m³.■

A fizikai probléma elemzése. A léggömb egy meghatározott szintnel nem tudott feljebb emelkedni, mert az *átlagsűrűsége kiegyenlítődött a levegő sűrűségével* (ρ_{lev}). Hogy megkapjuk a léggömb sűrűségét, meg kell határoznunk a tömegét. A tömeget a léggömbre ható nehézségi erő segítségével számítjuk ki.



A nehézségi erő meghatározásához rajzot készítünk, és feltüntetjük rajta a léggömbre a kikötőhelyen ható erőket: F_{neh}— nehézségi erő; F_{arkh} — arkhimédeszi erő; F_{fesz} — a sodrony feszítőereje. A léggömb rögzítése mozdulatlan volt, ezért az arra ható erőket figyelmen kívül hagyjuk.

A feladatot SI egységekben oldjuk meg.

A feladatot lépésről lépésre fogjuk megoldani. Először ismerkedjen meg a megoldás folyamatával, majd kísérelje meg általános formában megoldani a feladatot. Célunk, hogy eljussunk egy általános képlethez, ellenőrizzük az egységeket, és végül meghatározzuk a keresett mennyiség konkrét értékét



Adva:
$V_{gömb} = 400\ m^3$
$F_{fesz} = 800\ N$
$\rho_{0\,lev} = 1{,}3\ \frac{kg}{m^3}$
$g = 10\ \frac{N}{kg}$
Meghatározni:
ρ_{lev} — ?

A matematikai modell felállítása, megoldás. A földhöz rögzített léggömbre ható erők kiegyenlítették egymást, tehát

$$F_{neh} + F_{fesz} = F_{Arkh} \Rightarrow F_{neh} = F_{Arkh} - F_{fesz}.$$

1. Meghatározzuk a kikötött léggömbre ható arkhimédeszi erőt:

$$F_{Arkh} = \rho_{0levg} g V_{gömb};$$

$$F_{Arkh} = 1{,}3\ \frac{kg}{m^3} \cdot 10\ \frac{N}{kg} \cdot 400\ m^3 = 5200\ N.$$

2. Kiszámítjuk a léggömbre ható nehézségi erőt

$$F_{neh} = F_{arkh} - F_{fesz};\ F_{neh} = 520\ N - 800\ N = 4400\ N.$$

3. Meghatározzuk a léggömb tömegét:

$$F_{neh} = mg \Rightarrow m = \frac{F_{neh}}{g};\quad m = \frac{4400\ N}{10\ \frac{N}{kg}} = 440\ kg.$$

$$\rho_{lev} = \frac{m}{V_{gömb}};\quad \rho_{gömb} = \frac{440\ kg}{400\ m^3} = 1{,}1\ \frac{kg}{m^3}.$$

4. A léggömb tömege és térfogata ismeretében kiszámítjuk az átlagsűrűségét $\rho_{lev} = 1{,}1\ kg/m^3$.

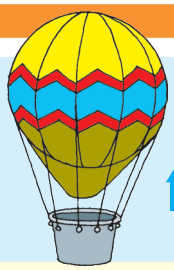
Felelet: $\rho_{lev} = 1{,}1\ kg/m^3$.

ÖSSZEGZÉS

Teljes vízkiszorítás — a hajó által kiszorított víz súlya, amikor a vízvonalig merül.



$\rho_{тіла} < \rho_{води}$



Felvonóerő
$F_{fel} = F_{arhk} - F_{grav}$

$\rho_{léggőmb} < \rho_{levegő}$

A léggömbök olyan magasságba emelkednek, ahol a levegő sűrűsége megegyezik a léggömb átlagos sűrűségével.

Teherbírás — a maximális rakomány súlya, amelyet a hajó fedélzetére vehet.

Átlagos test sűrűsége = $\frac{\text{A burkolat tömege + A belső anyag tömege}}{\text{Össztérfogat}}$



ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Miért tud egy fém hajó úszni a víz felszínén? **2.** Mit jelent a hajó merülése? **3.** Hogyan jelzik a hajótesten a maximálisan megengedett merülést? **4.** Hogyan határozható meg a hajó teherbírása? **5.** Hogyan számolható ki a léggömbre ható felhajtóerő? **6.** Miért nem képesek a léggömbök korlátlan magasságba emelkedni?



ВПРАВА № 36

1. Az édesvízben a hajó 15 000 m^3 vizet szorít ki. Határozd meg: a) a hajó teljes vízkiszorítását, b) a rakomány súlyát, ha a hajó saját súlya 50 MN.

2. Mekkora lehet a maximális rakomány tömege, amit egy tutaj szállíthat, ha a tutaj tömege 100 kg és térfogata 1 m^3?

3. Egy 100 g tömegű héliumos léggömb 2 N erővel húzza a zsinórt. Határozd meg: a) a léggömbre ható gravitációs erőt, b) a léggömbre ható Arkhimédész-erőt, c) a léggömb emelőerejét, d) a léggömb által felemelhető rakomány tömegét!

4. Megváltozik-e a hajóra ható felhajtóerő, amikor a hajó a folyóból a tengerbe kerül? Megváltozik-e a hajó merülése? Indokold a válaszodat.

5. A folyóban a hajó 20 000 m^3 vizet szorít ki. Mennyivel változik meg a hajó által kiszorított víz térfogata, ha a hajó a folyóból a tengerbe kerül?

6. A levegő sűrűsége 1,29 kg/m^3. Mekkora legyen a meleg levegő sűrűsége a léggömb belsejében, hogy a léggömb emelkedni kezdjen? A léggömb térfogata 500 m^3, a burkolat és a rakomány tömege 150 kg.

7. Melyik víztestben lesz a legnagyobb a hajó teherbírása? a) a Szvityaz-tóban, b) a Földközi-tengerben, c) a Fekete-tengerben, d) a Kunigunda-tóban?

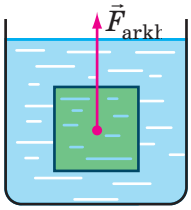
8. Készíts jelentést vagy prezentációt az alábbi témák egyikéről: „A léghajózás története” vagy „A hajózás története”.

Kulcsfogalmak

Vízkiszorítás · Teherbírás · Vízvonal · Merülés

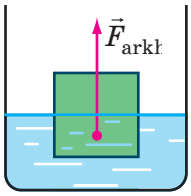
A 3. FEJEZET ÖSSZEFOGLALÁSA
5. rész „Felületi erő. Testek úszása”

1. Megtudtad, hogy a folyadékban vagy gázban lévő testre *felhajtó (Arkhimédész) erő hat. Arkhimédész erő*:

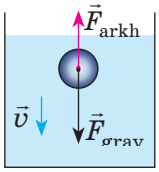
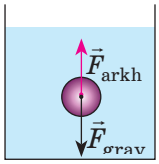
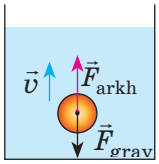
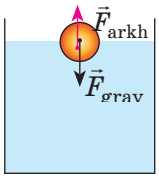


Arkhimédész erő:
$F_{arkh} = \rho_{folyg} V_{mer}$

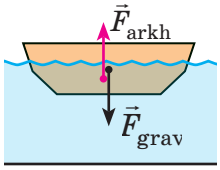
Az Arkhimédész erő függőlegesen felfelé irányul és a test merített részének *középpontjára hat.*



2. Megvizsgáltad a *testek úszásának feltételeit.*

Merülés	Úszás a folyadék belsejében	Felúszás	Úszás a folyadék felszínén
			
$F_{neh} > F_{arkh}$	$F_{neh} = F_{arkh}$	$F_{neh} < F_{arkh}$	$F_{neh} = F_{arkh}$
$\rho_{test} > \rho_{foly}$	$\rho_{test} = \rho_{foly}$	$\rho_{test} < \rho_{foly}$	

3. Megtudtad, miért úsznak a hajók, megismerted azok jellemzőit (vízkiszorítás, teherbírás) és néhány kifejezést (merülés, vízvonal).



Hajók úszása: $\rho_{test} < \rho_{viz}$ $F_{grav} = F_{arkh}$

4. *Megtudtad, mit jelent a léggömb felhajtó ereje és milyen magasságig emelkedhet a léggömb. Léghajózás:*

Léghajózás

$\rho_{léggömb} < \rho_{levegő}$, $F_{grav} < F_{arkh}$
— a léggömb emelkedik

$\rho_{léggömb} = \rho_{levegő}$, $F_{grav} = F_{arkh}$
— a léggömb egy bizonyos magasságban marad

FEJEZETHEZ TARTOZÓ ELLENŐRZŐ FELADATOK

5. Rész: „Felhajtóerő. Tárgyak úszása”

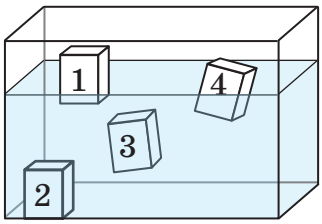
rnk.com.ua/106684

A 1–6. feladatokban válassza ki az egyetlen helyes választ.

1. *(1 pont)* A test átlagos sűrűsége 900 kg/m³. Melyik folyadék felszínén fog úszni ez a test?
   a) víz b) olaj c) étolaj d) alkohol

2. *(1 pont)* A testet plexiből acetonba merítették, hogy ragasztót készítsenek. Hogyan fog viselkedni a test?
   a) elsüllyed
   b) úszik az acetonban
   c) felúszik
   d) a válasz a test térfogatától függ

3. *(2 pont)* Négy azonos méretű, de különböző anyagból készült rúd került egy folyadékba. A 2. rúd szorosan tapad az aljzathoz. Melyik rúdra hat a legnagyobb felhajtóerő?
   a) 1. rúd c) 3. rúd
   b) 2. rúd d) 4. rúd



4. *(2 pont)* Melyik víztestben hat a legnagyobb felhajtóerő ugyanarra a testre, amely a felszínen úszik?
   a) Szvityaz-tó d) Kunigunda-tó
   b) Fekete-tenger e) minden esetben azonos a felhajtóerő
   c) Földközi-tenger є однаковою.

5. *(3 pont)* A felhajtóerő, amely egy teljesen folyadékba merült, 0 ,21 m³ térfogatú testre hat, 2,1 kN. Milyen folyadékba merítették a testet?
   a) alkohol b) olaj c) étolaj d) víz.

6. (3 pont) Egy 800 m³ térfogatú és 960 kg tömegű léggömb egy bizonyos magasságban megállt. Mekkora a levegő sűrűsége ezen a magasságon?

   a) 0,83 kg/m³ b) 1,2 kg/m³ c) 1,29 kg/m³ d) 12,9 kg/m³

7. *(3 pont)* Az utasszállító repülőgépek minden ülése alatt található mentőmellény. Milyen esetekben van előírva a mellény használata?

8. *(4 pont)* Egy homogén tömb sűrűsége 0,7 g/cm³. A tömb úgy úszik a víz felszínén, hogy csupán 60 cm³-es része emelkedik a víz fölé. Számítsd ki a tömb teljes térfogatát!
9. *(5 pont)* Egy golyót egy zsinór segítségével teljesen vízbe merítünk, ekkor a zsinór feszítőereje 3 N. Amikor ugyanezt a golyót teljesen petróleumba merítjük, a feszítőerő 3,2 N-ra nő. Határozd meg a golyó anyagának sűrűségét!

Hasonlítsd össze a feladatok megoldásait a tankönyv végén található válaszokkal. Azoknál a feladatoknál, amelyeket helyesen oldottál meg, számold össze a pontokat, és oszd el kettővel. Az így kapott szám megfelel a tanulmányi eredményeid szintjének.

ТЕМИ РЕФЕРАТІВ І ПОВІДОМЛЕНЬ

1. Mélységek, amelyeket a búvárok meghódítottak
2. Biztonsági intézkedések a tengeri mélységek meghódítása során.
3. Eszközök a tengeri és óceáni mélységek tanulmányozására.
4. Tengeri hajók osztályozása. A léggömbrepülések története.
5. A léggömbtől a modern repülőgépekig.
6. Az ősi vitorlásoktól a modern óceánjárókig.
7. Kiemelkedő ukrán származású tervező, I. Szikorszkij.

KÍSÉRLETI KUTATÁSOK TÉMÁI

1. Testek úszása: a $V_{mer} / V_t = \rho_t / \rho_{foly}$ egyenlőség kísérleti ellenőrzése házi eszközökkel.
2. A meleg levegővel töltött szemeteszsák viselkedésének vizsgálata és magyarázata.

PROJEKTFELADATOK TÉMÁI

1. Az ukrán tervezők léghajózási eredményei.
2. Hajók úszásának modellezése házi készítésű eszközökkel.
3. Léghajózás modellezése héliummal töltött léggömbök segítségével.

TANULMÁNYI PROJEKTEK MUNKAFÁZISAI

1. SZERVEZÉSI SZAKASZ: A tanulmányi projekt témájának kiválasztása, a projekt céljainak és feladatainak megvitatása, a projekt megvalósítási tervének elkészítése.

A projektterv egy olyan dokumentum, amely tartalmazza az előre meghatározott cselekvési sorrendet, amely szükséges a projekt céljának eléréséhez.

A terv segít felmérni a saját lehetőségeket és rávilágítani azokra a problémákra, amelyek a munka során felmerülhetnek.

Célszerű meghatározni a projekt munkafázisainak tartalmát, az egyes fázisokban végzendő munkák típusait, azok végrehajtásának határidejét, valamint a projekt résztvevőinek feladatait és felelősségét.

2. ELŐKÉSZÍTŐ SZAKASZ: Információkeresés, amely bemutatja a tanulmányi projekt témáját, és segít a projekt feladatainak elvégzésében. A projekt anyagainak keresése során azokat azonnal rendezni kell. Ehhez gyakran használnak portfóliót.

A projektportfólió egy meghatározott céllal összegyűjtött anyagok rendezett gyűjteménye. Az elektronikus projektportfólió a projekt elektronikus anyagainak gyűjteménye, amelyeket egy meghatározott struktúra szerint rendeztek el.

Az **elektronikus portfólió** lehetővé teszi a dokumentumok gyors keresését; könnyen szerkeszthető, kiegészíthető, áthelyezhető, tárolható stb. További irodalom és internetes források használatakor ne felejtsük el megőrizni az információforrások hivatkozásait — jegyezzük fel a forrás nevét, a szerző nevét. Ne feledkezzünk meg a szerzői jogról!

3. PROJEKT SZAKASZ: Ebben a szakaszban dolgozzuk fel az összegyűjtött információkat, létrehozunk modelleket, valamint megfogalmazzuk a következtetéseket és javaslatokat.

További információk megszerzése érdekében kézikönyveket, szótárakat és a tanárt is igénybe vehetjük.

4. FORMÁZÁSI SZAKASZ: Az eredmények formázása és a projekt védelmére szolgáló prezentáció elkészítése ebben a szakaszban történik.

A sikeres prezentáció érdekében időt kell szánni annak alapos előkészítésére. Győződjünk meg arról, hogy minden projektfeladatot teljesítettünk. Készítsünk egy beszámolót, amelyben a legfontosabb gondolatokat röviden, világosan és érthetően adjuk elő.

Ha számítógépes támogatással tervezed bemutatni a projektet, előre írj egy tervet, amelyben jelöld meg a diák sorrendjét. A következőképpen lehet ezt hozzávetőlegesen megtenni:

Diák tartalma	Előadás tartalma
A projekt témája, végrehajtók	A projekt témájának bejelentése, a végrehajtók bemutatása
Kulcskérdés	A kulcskérdés bejelentése, amely tükrözi a projekt témáját és célját
Projekt anyaga	A kutatás bemutatása
Következtetése	A következtetések bejelentése
Felhasznált irodalom	Azoknak a forrásoknak a bemutatása, amelyeket a projekt során használtál
Köszönetnyilvánítás	Köszönet mindenkinek, aki segített a projektben. Köszönet a jelenlévőknek a figyelemért és jókívánságok

5. PREZENTÁCIÓS SZAKASZ: A tanulmányi projekt eredményeinek bemutatása, a projekt ötletének és az elért eredmények védelme.6.

6. ÖSSZEGZŐ SZAKASZ: Az oktatási projekt feladatainak végrehajtásának elemzése, a projekt eredményeinek meghatározása: milyen hasznot hozott vagy hozhat a projekt.

A projekt bemutatásának általános szabályai:

1. Tartsd az előadást jó hangulatban.
2. Figyelj a megjelenésedre és testtartásodra.
3. Az előadás elején világosan mutatkozz be, ismertesd a témát és a problémát, amelyen dolgoztál.
4. Nézz a közönségre az előadás során.
5. Beszélj hangosan és világosan.
6. Ne olvasd fel az előadást a lapról; csak ellenőrizd a jegyzeteidet, hogy semmit ne hagyj ki.
7. Figyelj az előadás időkeretére, amely nem haladhatja meg a megadott időt. Az időkeretről előre tájékozódj.
8. Legyél felkészülve a kérdések megválaszolására. A válaszokat célszerű köszönettel kezdeni.
9. Az előadás és a kérdések megválaszolása után köszönd meg a jelenlévők figyelmét.

NÉHÁNY ANYAG SŰRŰSÉGÉNEK TÁBLÁZATA
(0 °C hőmérsékleten és 760 mm Hg nyomáson)

Néhány anyag sűrűségének táblázata szilárd állapotban

Anyag	ρ, kg/m³	ρ, g/cm³	Anyag	ρ, kg/m³	ρ, g/cm³
Alumínium	2700	2,70	Ólom	7300	7,30
Beton	2200	2,20	Plexi	1200	1,20
Gránit	2700	2,70	Ozmium	22 500	22,50
Száraz tölgy	800	0,80	Parafin	900	0,90
Vas	7800	7,80	Platina	21 500	21,50
Arany	19 300	19,30	Polietilén	940	0,94
Irídium	22 400	22,40	Polietilén	2300	2,30
Kapron	1140	1,14	Ólom	11 300	11,30
Parafa	240	0,24	Üveg	2500	2,50
Kréta	2400	2,40	Száraz fenyő	440	0,44
Sárgaréz	8500	8,50	Ezüst	10 500	10,50
Jég	900	0,90	Acél	7800	7,80
Márvány	2500	2,50	Cink	7100	7,10
Réz	8900	8,90	Öntöttvas	7000	7,00

Néhány anyag sűrűsége folyékony állapotban

Anyag	ρ, kg/m³	ρ, g/cm³	Anyag	ρ, kg/m³	ρ, g/cm³
Aceton	790	0,79	Kenőanyag	900	0,90
Benzin	710	0,71	Méz	1420	1,42
Benzol	880	0,88	Olaj	900	0,90
Tengervíz	1030	1,03	Folyékony ón (t = 409 °C)	6830	6,83
Tiszta víz	1000	1,00	Kőolaj	800	0,80
Gáz	800	0,80	Higany	13 600	13,60
Glicerin	1260	1,26	Alkohol	800	0,80
Dízel üzemanyag	840	0,84	Kénsav	1800	1,80

Néhány anyag sűrűsége gáz halmazállapotban

Anyag	ρ, kg/m³	ρ, g/cm³	Anyag	ρ, kg/m³	ρ, g/cm³
Nitrogén	1,250	0,001 25	Oxigén	1,430	0,001 43
Hidrogén	0,090	0,000 09	Levegő	1,290	0,001 29
Szén-dioxid	1,980	0,001 98	Szén-monoxid	1,250	0,001 25
Hélium	0,180	0,000 18	Klór	3,210	0,003 21

FELELETEK A GYAKORLATOKHOZ ÉS AZ ELLENŐRZŐ FELADATOKHOZ

1. Fejezet A természet megismerésének módszerei. A fizika mint természettudomány

№ 2. 2. a) 2; b) 3; c) 1. № 3. 1. 0,145 m; 1500 m; 2032 m. 2. Felső határ — 60 ml; C = 2 ml. 3. Tömeg, m, kg; sebesség, v, m /s ; hossz, l, m. 5. 420 m^2; 4 , $2 \cdot 10^4$ dm^2; 4 , $2 \cdot 10^6$ cm^2 . № 4. 1. Igen. 2. 5 millió molekula. 3. A molekula átmérője legalább 1 nm.

Feladatok önellenőrzésre az 1. fejezethez

1. a. **2.** c. **3.** c. **4.** b. **5.** a. **6.** b. **7.** c. **8.** a. **9.** Mérőhenger; térfogata; cm^3; $2cm^3$; 40 cm^3; 70 cm^3; 2 cm^3. Hőmérő; hőmérséklet; ˚C; 1 ˚ C; 22˚ C; 53 ˚C; –32˚ C. **10.** 1–B; 2–D; 3–C; 4–G; 5–A; 6–E. **11.** 2 mm. **12.** 60.

2. Fejezet Mechanikai mozgás

1 rész «Egyenesvonalú egyenletes mozgás»

№ 6. **1.** a) Víz; b) autó; c) Föld. **3.** A golyó majdnem ugyanolyan sebességgel haladt, mint a repülőgép. **4.** a) Igen; b) nem. 5. lдк = 3 km; lдс = 4,5 km; lкс = 1,5 km. № 7. **1.** Út ; smin = 0. **3.** a) l = 7,5 m — a vonathoz képest; l = 407,5 m — a Földhöz viszonyítva; b) l = 7,5 m — a vonathoz képest; l = 392,5 m — a Földhöz viszonyítva. **4.** a) l 40,8 m, s = 26 m; б) l 81,6 m, s = 0. № 8. **1.** 3 km. **2.** v_1 = 0 , 5 5 m/s; v2 = 0,45 m/s. **3.** 16 m/s. **4.** 5 m/s; 1800 m/s; 0,012 m/s. **5.** 7,2 km/h; 1800 km/h; 0,72 km/h. **6.** ≈ 9,5 trill. km. № 9. **1.** 54 km. **2.** Otthol; megközelítőleg 1,3-szor. **3.** 1 m/s. **4.** Harmadik; Második; Második **5.** 50 s. **6.** Nem. № 10. **2.** Gyalogosátkelő — I, Biciklis — II, traktor — III. **3.** a) Egyenletes, a mozgásod sebességének kétszeres csökkentésével ugrással; б) vI = 15 m/s; vII = 5 m/s; vIII = 0; в) lI = 30 m; lII = 20 m; lIII = 0. **5.** a) 3,5 m/s; b) 2,5 óra; c) 25 m. № 11. **2.** 20 km/ó. **3.** 70 km/ó. **4.** 40 perc. **5.** 700 km/óra. **6.** 75 km/óra. **7.** a) Az első 20 másodpercben felgyorsult, 10 másodpercig egyenletesen mozgott, majd 30 másodpercre lelassult, és az utolsó 20 másodpercben nyugalomban volt.; b) 700 m; c) 10 s; d) ≈ 11,7 m/s; ≈ 8,75 m/s.

Feladatok önellenőrzésre a 2. fejezethez 1 rész

1. b. **2.** d. **3.** c. **4.** c. **5.** c. **6.** 1–C; 2–B; 3–A. **7.** a. **8.** a. **9.** 0,9 m/s; 3 ,24 km/óra. **10.** 3 km/óra. **11.** 4 másodperc alatt. **12.** 75 km/óra; 2 km.

2 rész «Egyenletes körmozgás. Rezgőmozgás»

№ 12. **1.** 0,75 s. **2.** 15 ford/s. **3.** 5 ford/s; 3,3 ford/s. **4.** ≈ 16,7 ms. **5.** Ha mozgás egyenletes. **6.** 31,4 m/s. **7.** ≈ 0,67 s. № 13. **1.** 7. 2. a) 48 óra; b) ≈ 17 520 óra. **3.** 86 400 s; 604 800 s; 31 536 000 s. **4.** ≈ 1. **5.** ≈ 1 km/s. **6.** ≈ 9,4 m/s, vagy ≈ 40 km/óra. **7.** Föld, ≈ 2,3-szoros. № 14. **1.** 2 cm. **2.** 2 s. **3.** 2 Hz. **4.** 480. **6.** 4 m.

Feladatok önellenőrzésre a 2. fejezethez 2 rész

1. b. **2.** a. **3.** a. **4.** b. **5.** d. **6.** c. **7.** 0,5 Hz.

3. Fejezet Testek kölcsönhatása. Erők a természetben.

1 rész «A tehetetlenség jelensége. A tehetetlenség és a tömeg. Az anyag sűrűsége»

№ 15. **7.** 1) a) $5{,}3 \cdot 10^3$ kg; b) 250 kg; c) 4,7 kg; d) $1{,}5 \cdot 10^4$ kg; 2) a) 5230 g; b) 270,84 g; c) 56,091 g. № 16. **1.** Balra. **2.** 189 g 740 mg. № 17. **1.** a) Nem változik; b) csökken; c) növekszik. **2.** 21 t 500 kg; 21,5 g. **3.** Sűrűség. **4.** Azonos sűrűségeket feltételezve. **5.** Méz, körülbelül 1,6-szoros. **6.** Plexi, 1,5-szeres. № 18. **1.** A fenyő száraz **2.** Igen. **3.** Levegő tömege. **4.** 2,7 g/cm^3; alumíniumot lehet használni.

Feladatok önellenőrzésre a 3. fejezethez 1 rész

1. d. **2.** a. **3.** a. **4.** a. **5.** 100 g. **6.** 2 dm^3. **7.** ≈ 2,9 kg. **8.** 8540 kg/m^3. **9.** 80 g.

2 rész «A test impulzusa. Reaktív mozgás»

№ 19. **1.** a) 1,8 kg·m/s; b) 0. **2.** A sugár impulzusa nagyon magas. **3.** Lecsökken 27 500 kg·m/s. **4.** Átadva a légkört alkotó gázok molekuláinak. **5.** 0,8 kg·m/s, a labda mozgásának irányában; 0,4 kg·m/s, a második golyó mozgásának irányában. № 20. **1.** 3 kg·m/s; 0. **2.** Nem. **3.** 1) 6; 2) a) 1,4 kg·m/s; b) 1 kg·m/s. **4.** 25 m/s. **5.** 4 m/s. **6.** $v_2 = 17{,}5$ m/s. **7.** a) 4 m/s; b) 1 m/s; 10 m/s. № 21. **4.** Igen, lehet. **5.** 2,4 m/s; az induláskor nem folyik ki az összes víz.

3Feladatok önellenőrzésre a 3. fejezethez 2 rész

1. a. **2.** b. **3.** b. **4.** d. **5.** d. **6.** b. **7.** c. **8.** d. **9.** a. **10.** 0,9 m/s. **11.** 1,5 kg·m/s. **12.** 4,5 m/s. **13.** 4,5 m/s. **14.** 1,2 m/s.

3 rész «Erők a természetben»

№ 22. **2.** $F_2 = 300$ N; $R = 0$. **3.** 20 N vagy 120 N. **4.** a) 1 N; b) 3 N; c) 1 N. **5.** 1 kN. **6.** Igen, ha az autó fékez. **7.** 20 N; 80 N; 120 N; 180 N. № 23. **4.** 3,8 N. № 24. **1.** 10 cm. **2.** 2 N. **3.** a) 50 N/m; b) 20 kN/m; c) 600 N/m. **4.** a) $k = 650$ N/m; b) $F_{rug} = 0{,}8$ N; c) $x = 1{,}5$ m. **5.** 168 N. **6.** $k_1 = 2$

kN/m, $x_1 = 12{,}5$ mm; $k_2 = 500$ N/m, $x_2 = 5$ cm. **7.** 45 cm; 22,2 N/m. **№ 25. 1.** igen; igen. **2.** Az asztalon. **3.** 6 N. **4.** 50 g. **5.** 14,2 N. **6.** 70 N. **№ 26. 1.** Nem. **2.** Csökkentett súrlódási erő. **5.** a) 3 N; b) nyugalomban, 2 N. **№ 27. 1.** 40 N. **2.** 3,5 N; 350 g. **3.** 1) 0-ról 175 N-ra növelve; 2) 0,25. **4.** 3125 kg/m^3; 40 N/m. **5.** 5 sm. **7.** 15 sm.

Feladatok önellenőrzésre a 3. fejezethez 3 rész

1. d. **2.** b. **3.** a. **4.** c. **5.** c. **6** d. **7.** c. **8** d. **9.** $\vec{F}_1$ — súrlódási erő, $\vec{F}_2$ — toló erő, $F_1 = F_2$. **10.** 50 N, F_{neh} lefelé; $P = 50$ N, lefelé; $N = 50$ N, felfelé. **11.** A—5, B—3, C—1, D—4. **12.** 40 N. **13.** Víz. **14.** 250 kg. **15.** 750 N/m. **16.** 0,25.

4 rész «Szilárd testek, folyadékok és gázok nyomása»

№ 28. 1. Csökken. **3.** 2000 Pa; 400 Pa; 300 000 Pa; 350 Pa; 15 000 Pa; 360 Pa. **4.** 3 MPa. **5.** Az 1 m2 A traktor 27 kN erővel hat; 78,3 kN. **6.** 54 kg. **№ 29. 1.** Növekszik; nem lehet. **3.** Növekszik. **4.** Paszkál törvénye szerint **7.** 1,6 kg. **№ 30. 1.** 200 Pa. **2.** 1 MPa. **3.** Növekszik. **4.** ≈ 90 cm. **5.** A nyomás egyforma; $F_{nyomás2} > F_{nyomás1}$. **7.** Igen.. **8.** 80 kg. **9.** 24 kN; ≈ 2,4 t. **№ 31. 1.** Igen. **2.** A szalmaszálban a vízfelszín feletti légnyomás kisebb, mint a légköri nyomás.. **3.** Nem. **4.** ≈ 133 Pa; ≈ 700 Hgmm **6.** 220 m. **№ 32. 1.** A palackban; körülbelül 2 kPa. **3.** ≈ 80 GPa. **№ 33. 2.** 400 kg. **3.** 1200 N.

Feladatok önellenőrzésre a 3. fejezethez 4 rész

1. c. **2.** b. **3.** b. **4.** c. **5.** a. **6.** 50 MPa. **7.** 15 m. **8.** ≈ 1020 Hgmm **9.** ≈ 92 kPa.

5 rész «Felhajtó erő. A testek úszása»

№ 34. 1. Így a hajóra nyomóerő kezd hatni. **2.** 3,2 N. **3.** 1 dm^3. **4.** a) $F_{arkh1} = F_{arkh2} = F_{arkh3}$; b) $F_{arkh3} < F_{arkh1} < F_{arkh2}$; c) $F_{arkh1} < F_{arkh2} < F_{arkh3}$; d) $F_{arkh1} = F_{arkh2} = F_{arkh3}$. **5.** 1/4 úszik. **6.** 6 N. **7.** 5,4 kg; 2700 kg/m^3. **8.** Paszkál törvénye — igen; Arkhimédész — nem. **9.** 1,4 t. **10.** Nem. **№ 35. 1.** Igen; nem; nem. **2.** $\rho_4 < \rho_3 < \rho_1 < \rho_2$. **3.** igen **5.** 200 g. **7.** 14 m^3, 14 t. **8.** A–4, B–3, C–2, D–1. **9.** 2,5 g/cm^3, 80 N, $\rho_t = m_t/V_t$, $F_{arkh} = V_t \rho g$; 80 kg, 0,02 m^3, $m_t = r_t V_t$, $V_t = F_{arkh}/\rho_f g$; $2{,}5 \cdot 10^{-4}$ m^3, 800 kg/m^3, $V_t = m_t/\rho_t$,, $\rho_t = F_{arkh} / gV_t$. **№ 36. 1.** a) 150 MN; б) 100 MN. **2.** 900 kg. **3.** a) 1 N; b) 3 N; c) 2 N; d) 200 g. **4.** F_{arkh} nem változik. az üledék csökken. **5.** Csökken ≈ 583 м^3. **6.** Kisebb mint 0,99 kg/m^3. **7.** g.

Feladatok önellenőrzésre a 3. fejezethez 5 rész

1. a. **2.** a. **3.** c. **4.** e. **5.** d. **6.** b. **8.** 200 cm^3. **9.** 4000 kg/m^3.

BETŰRENDES TARTALOMJEGYZÉK

A Anyag 25
Anyagi pont 44
Arkhimédeszi (felhajtó) erő 237
Arkhimédesz törvénye 238
Atom 27

B Barométer 218
Brown mozgás 32

Cs Csúszási súrlódási együttható 183
Csúszási súrlódás 182

D Deformáció 159
Diffúzió 31
Dinamométer 167

E Egyenetlen mozgás 69
Egyenletes mozgás 52
Egyenes vonalú mozgás 53
Elmozdulás 48
Eredő erő 156
Erő 153

F Fizikai 8
Fizikai jelenség
Fizikai kutatás 12
Fizikai mennyiség 19
Forgási frekvencia 84
Forgási periódus 83

G Grafikon mozgási sebesség 65
Gravitáció 175
Gördülési súrlódás 185

H Hajózási zsilip 227
Hidraulikus prés 228
Hidrostatikus nyomás 210
Hooke törvénye 166

I Impulzus 130
Impulzusmegmaradás 134
Inerciális 107
Inga 93

K Keménység 166
Kísérlet 12
Körkörös mozgás 82
Körkörös sebesség 85
Közlekedőedények 221

L Légkör 215
Légköri nyomás 215

M Manométer 223
Mechanikai mozgás 42
Megfigyelés 12
Mérőeszköz határai 22
Mérőeszköz skálaosztásánakértéke 22
Mező 25
Molekula 27
Molekuláris kinetikai elmélet (MKT) 30
Mozgáspálya 47

N Newton 153
Normál reakcióerő 162
Nyugalmi súrlódás 180
Nyúlás 165

P Pascal 199
Pascal törvénye 207

R Reaktív mozgás 141
Referenciarendszer 44
Referenciatest 43
Rezgés 93
Rezgés amplitúdója 95
Rezgés frekvencia 96
Rezgés periódusa 95
Rugalmasság 162

S Súlytalanság 177
Sűrűség 118

Sz Szabad esés gyorsulása 175

T Tehetetlenség 110
Testtömeg 111
Testtömeg 176
Tétlenség 106
Törvény: Amonton — Coulomb 183

TARTALOM

Bevezetés 3

1. fejezet. A természet megismerésének módszerei. A fizika mint természettudomány

§ 1. Fizika — a természet tudománya. Fizikai testek és fizikai jelenségek 6
§ 2. A természeti törvények kutatásának kísérleti és elméleti módszeri 12
§ 3. Fizikai mennyiségek és mérésük 18
§ 4. Különböző matériafajták fogalma. Az anyag szerkezete 25
§ 5. Az anyag részecskéinek mozgása és szerkezete 30
Kísérleti munka 36

A 1. fejezet összefoglalása 37
Feladatok önellenőrzésre az 1. fejezethez 38
Referátum és beszámoló témák. Kísérleti kutatások témái. Projektfeladatok témái 40

2. fejezet. Mechanikai mozgás

1 rész «Egyenesvonalú egyenletes mozgás»

§ 6. Mechanikai mozgás. A mozgás és nyugalmi állapot viszonya 42
§ 7. A mozgás pályája. A megtett út. Elmozdulás 47
§ 8. Egyenletes mozgás. Sebesség 52
§ 9. Ismerjük meg a feladatok megoldásának menetét. 58
§ 10. Az egyenletes mozgás grafikonja 62
§ 11. A változó mozgás. Átlagsebesség 69
Laboratóriumi munka № 1 75

A 2. fejezet 1 rész összefoglalása 77
Referátum és beszámoló témák. Kísérleti kutatások témái. Projektfeladatok témái 78
A 2. fejezet 1 rész-hez tartozó ellenőrző feladatok 79

2 rész «Egyenletes körmozgás. Rezgőmozgás»

§ 12. Az anyagi pont egyenletes körmozgása. Forgási periódus 82
Laboratóriumi munka № 2 87
§ 13. A Föld és a Hold mozgása 88

§ 14. Rezgőmozgás. Amplitudó. A rezgések periódusa és frekvenciája 93
Laboratóriumi munka № 3 99

A 2 fejezet 2 rész összefoglalása 101
Referátum és beszámoló témák. Kísérleti kutatások témái.
Projektfeladatok témái 101
A 2 fejezet 2 részhez tartozó ellenőrző feladatok 102

3. fejezet Testek kölcsönhatása. Erők a természetben

1 rész «A tehetetlenség jelensége. Tömeg és tehetetlenség. Az anyagok sűrűsége»

§ 15. A tehetetlenség jelensége 104
§ 16. A test tehetetlensége. Tömeg 110
Laboratóriumi munka № 4 116
§ 17. Sűrűség. A sűrűség mérése 117
Laboratóriumi munka № 5 122
§ 18. Ismerjük meg a feladatok megoldásának a menetét 124

A 3 fejezet 1 rész összefoglalása 126
A 3 fejezet 1 részhez tartozó ellenőrző feladatok 127
Referátum és beszámoló témák. Kísérleti kutatások témái.
Projektfeladatok témái 128

2 rész «A test impulzusa. Reaktív mozgás»

§ 19. A test impulzusa. Az impulzusmegmaradás törvénye. 130
§ 20. Ismerjükmegafeladatokmegoldásánakamenetét. 136
§ 21. Reaktív mozgás 141

A 3 fejezet 2 rész összefoglalása. 148
Referátum és beszámoló témák. Kísérleti kutatások témái.
Projektfeladatok témái 148
A 3 fejezet 2 részhez tartozó ellenőrző feladatok 149

3 rész «Erők a természetben»

§ 22. Az erő — a kölcsönhatás mértéke. Az erők grafikus ábrázolása. Erők összeadása 152
§ 23. A test deformációja. Rugalmassági erő 159
§ 24. Hooke törvénye. Dinamométer 165
Laboratóriumi munka № 6 172
§ 25. Nehézségi erő. A test súlya 174
§ 26. Súrlódás. Súrlódási erő 180

§ 27. Ismerjük meg a feladatok megoldásának menetét 188
Laboratóriumi munka № 7 191

A 3 fejezet 3 rész összefoglalása. 193
A 3 fejezet 3részhez tartozó ellenőrző feladatok 194
Referátum és beszámoló témák. Kísérleti kutatások témái.
Projektfeladatok témái. 196

4 rész «Szilárd testek, folyadékok és gázok nyomása»

§ 28. Szilárd testek nyomása a felületre. Nyomóerő 198
Laboratóriumi munka № 8 203
§ 29. Gázok és folyadékok nyomása. Pascal törvénye 205
§ 30. Hidrosztatikai nyomás 210
§ 31. Légköri nyomás és annak mérése. Barométer 215
§ 32. Közlekedőedények. Manométer 221
§ 33. Hidraulikus és pneumatikus eszközök 227

A 3 fejezet 4 rész összefoglalása 232
A 3 fejezet 4 részhez tartozó ellenőrző feladatok 233
Referátum és beszámoló témák. Kísérleti kutatások témái.
Projektfeladatok témái 234

5 rész «Felhajtóerő. A testek úszása»

§ 34. Felhajtóerő a folyadékokban és gázokban
Arkhimédész törvénye 236
Laboratóriumi munka № 9 243
§ 35. A test úszásának feltételei. 245
Laboratóriumi munka № 10 251
§ 36. Hajózás és léghajózás 253

A 3 fejezet 5 rész összefoglalása 259
A 3 fejezet 5 részhez tartozó ellenőrző feladatok. 260
Referátum és beszámoló témák. Kísérleti kutatások témái.
Projektfeladatok témái. 261

Tanulmányi projektek munkafázisai 262
Néhány anyag sűrűségének táblázata 264
Feleletek a gyakorlatokhoz és az önellenőrzési feladatokhoz 265
Betűrendes tartalomjegyzék 268

Рубрика «Фізика і техніка в Україні»: Б. Є. Патон (76), М. М. Боголюбов (109), Ю. В. Кондратюк (147), В. І. Вернадський (192), С. П. Тимошенко (204), Інститут механіки ім. С. П. Тимошенка (209).

A tankönyv használatával kapcsolatos adatok

№ з/п	Tanuló neve	Tanév	Tankönyv állapota	
			az év elején	az év végén
1				
2				
3				
4				
5				

Навчальне видання

БАР'ЯХТАР Віктор Григорович
БОЖИНОВА Фаїна Яківна
ДОВГИЙ Станіслав Олексійович
КІРЮХІН Микола Михайлович
КІРЮХІНА Олена Олександрівна

«ФІЗИКА»
Підручник для 7 класу з навчанням угорською мовою закладів загальної середньої освіти
За редакцією Довгого Станіслава Олексійовича
Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

Видано за рахунок державних коштів.
Продаж заборонено

Переклад з української мови
Перекладачі:
Янош Чобович Коложварі ,
Александра-Екатерина Йосипівна Коложварі ,
Бернадетт Йосипівна Пейтер
Угорською мовою

Підручник відповідає Державним санітарним нормам і правилам «Гігієнічні вимоги до друкованої продукції для дітей»

***Редактор** О. Литвин.*
Технічний редактор *А. Пліско.*
Художнє оформлення *В. Труфена, Т. Задорожної.*
Комп'ютерна верстка *Л. Ревзон*
Коректори: *Я. Коложварі , А.-Е. Коложварі , Б. Пейтер*

Формат 70×100/16. Папір офсетний. Гарнітура Шкільна.
Друк офсетний. Ум. друк. арк. 22,10. Обл.-вид. арк. 20,30. Наклад 1 581 пр.
Зам. № 24-11-1102

ТОВ «ВИДАВНИЦТВО АТЛАНТ»
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 7928 ВІД 08.09.2023
Адреса редакції: 02095, м.Київ, вул. Княжий затон, 9а, офс369
E-mail: atlant_publishing@ukr.net

Віддруковано у ТОВ «ПЕТ», вул. Максиміліанівська,17, м Харків, 61024
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 6847 від 19.07.2019р.

ЩО НЕОБХІДНО ЗНАТИ

Про фізичне явище

1) зовнішні ознаки перебігу явища, умови, за яких воно відбувається;
2) зв'язок з іншими явищами;
3) фізичні величини, які характеризують явище;
4) можливості практичного використання, способи запобігання шкідливим наслідкам явища

Про фізичний закон

1) формулювання, зв'язок між якими явищами, властивостями тощо встановлює закон;
2) математичний вираз;
3) дослідні факти, що привели до встановлення закону або підтверджують його справедливість;
4) межі застосування

Про прилад або пристрій

1) призначення;
2) будова;
3) принцип дії;
4) сфера застосування і правила користування;
5) переваги та недоліки

Про фізичну величину

1) символ для позначення;
2) властивість, яку характеризує фізична величина;
3) означення;
4) формула, покладена в основу означення, зв'язок з іншими фізичними величинами;
5) одиниці величини;
6) способи вимірювання

МЕХАНІЧНИЙ РУХ

Рівномірний прямолінійний рух

швидкість руху, м/с

переміщення, м

$$v = \frac{s}{t}$$

час руху, с

Рівномірний рух по колу

період обертання, с

$$T = \frac{t}{N}$$ — час спостереження, с

кількість обертів

$$n = \frac{N}{t}$$ — час спостереження, с

обертова частота, об/с

Коливальний рух

період коливань, с

$$T = \frac{t}{N}$$ — час спостереження, с

кількість коливань

$$\nu = \frac{N}{t}$$ — час спостереження, с

частота коливань, Гц

ГУСТИНА

Густина, кг/м³

маса, кг

$$\rho = \frac{m}{V}$$

об'єм, м³

ІМПУЛЬС

Імпульс, кг·м/с

маса, кг

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

швидкість руху, м/с

Закон збереження імпульсу

сума імпульсів до взаємодії

$$m_1\vec{v}_{01} + m_2\vec{v}_{02} = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$$

сума імпульсів після взаємодії

СИЛИ

Сила тяжіння, Н

маса, кг

$$F_{тяж} = mg$$

прискорення вільного падіння, Н/кг

Сила пружності, Н

видовження, м

$$F_{пруж} = k|x|$$

жорсткість, Н/м

Сила тертя ковзання, Н

сила реакції опори, Н

$$F_{тертя\ ковз} = \mu N$$

коефіцієнт тертя ковзання

Вага тіла, Н

маса, кг

$$P = mg$$

прискорення вільного падіння, Н/кг

Сила тиску, Н

тиск, Па

$$F = pS$$

площа поверхні, м²

Архімедова сила, Н

густина рідини, кг/м³

$$F_{арх} = \rho g V_{зан}$$

об'єм зануреної частини, м³

ТИСК

Тиск, Па

сила тиску, Н

$$p = \frac{F}{S}$$

площа поверхні, м²

Гідростатичний тиск, Па

густина рідини, кг/м³

$$p = \rho g h$$

висота стовпа рідини, м

ГІДРАВЛИЧНІ МАШИНИ

Формула преса

площа великого поршня, м²

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}$$

площа малого поршня, м²

Виграш у силі

сила, що діє на великий поршень, Н

$$\frac{F_2}{F_1}$$

сила, що діє на малий поршень, Н

видавництво АТЛАНТ

FIZIKA

tankönyv az általános oktatási rendszerű tanintézetek 7. osztálya számára

7

7

A tankönyv említést érdemel a következő anyagok alapos ismertetésével kapcsolatosan:

- szövegek és illusztrációk a tanulási tevékenységek motiválására
- algoritmusok a főbb fizikai feladatok megoldására
- példák a fizika gyakorlati alkalmazására
- a laboratóriumi munkák leírása lépésről-lépésre
- kísérleti feladatok és kutatások
- feladatok a kritikus gondolkodás fejlesztéséhez
- ellenőrző feladatok
- az anyag tematikus összegzése és rendszerezése
- referátum témák, kísérleti kutatások és projektek
- tájékoztató Ukrajna fizikai és technológiai eredményeiről

A digitális interaktív melléklet lehetővé teszi:

- a minden egyes témát követő online-tesztelést
- a különböző fizikai kísérletek vagy folyamatok szemléltetésére készült oktatóvideók megtekintését
- bővebb információk elérését

FIZIKA

ISBN 978-617-09-8758-7

A tankönyv digitális interaktív melléklete a QR-kóddal vagy az alábbi linken érhető el:
rnk.com.ua/106125