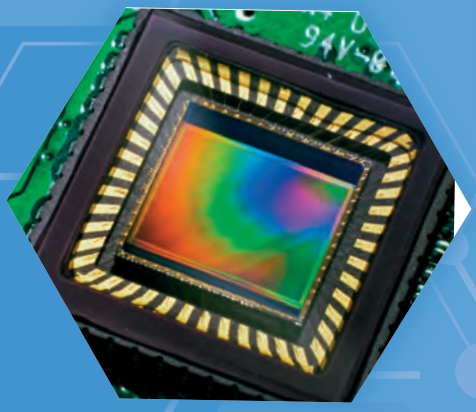
OKTATÁSI HIVATAL

NAT 2020

11











Természettudomány

Fizika modul

Természettudomány
Fizika modul 11.

Oktatási Hivatal

A tankönyv 2022. február 17-től 2027. augusztus 31-ig tankönyvvé nyilvánítási engedélyt kapott a TKV/89-7/2022. számú határozattal.

A tankönyv megfelel a Nemzeti alaptanterv kiadásáról, bevezetéséről és alkalmazásáról szóló 110/2012. (VI. 4.) Korm. rendelet alapján készült – 2020.01.31. után kiadott 9–12. évfolyam Természettudomány tantárgy kerettantervének.

Tananyagfejlesztők: Bárány Zsolt, Egri Sándor, Horányi Gábor, Veres Gábor
A tankönyvvé nyilvánítási eljárásban közreműködő szakértő: Botka Lajosné
Lektor és kerettantervi szakértő: Ádám Péter
Szerkesztette: Csajági Sándor
Szakábra: Hegedűs-Egeresi Ilona Lilla, NASA, Shutterstock
Tipográfia: Knausz Valéria
Borító: Bánáti János
Fotó: Shutterstock, Cultiris, Flickr, Library of Congress, MTI Fotó, NASA, USGS, Virgo Collaboration, Wikimedia

© Oktatási Hivatal, 2022
ISBN 978-963-436-265-4
Oktatási Hivatal • 1055 Budapest, Szalay utca 10–14.
Telefon: (+36-1) 374-2100 • E-mail: tankonyv@oh.gov.hu
A kiadásért felel: Brassói Sándor mb. elnök • Raktári szám: OH-FIZ11TA
Tankönyvkiadási osztályvezető: Horváth Zoltán Ákos
Műszaki szerkesztő: Orosz Adél
Grafikai szerkesztő: Nagy Áron
Nyomdai előkészítés: Buris László
Terjedelem: 11,85 (A/5) ív • Tömeg: 260 gramm • 1. kiadás, 2022

Gyártás: Könyvtárellátó Nonprofit Kft.

Nyomta és kötötte az Alföldi Nyomda Zrt., Debrecen
Felelős vezető: György Géza vezérigazgató
A nyomdai megrendelés törzsszáma:

magyar nyomdatermék
NYOMDA- ÉS PAPÍRIPARI SZÖVETSÉG

Ez a tankönyv a Széchenyi 2020 Emberi Erőforrás Fejlesztési Operatív Program EFOP-3.2.2-VEKOP-15-2016-00001. számú, „A köznevelés tartalmi szabályozóinak megfelelő tankönyvek, taneszközök fejlesztése és digitális tartalomfejlesztés” című projektje keretében készült. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

SZÉCHENYI 2020
MAGYARORSZÁG KORMÁNYA
Európai Unió
Európai Szociális Alap
BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Bevezető

A tantárgy általános célja, hogy megmutassa, hogyan szövik át mindennapjainkat természettudományos ismeretek, mennyi izgalmas, a jövőnket alapvetően befolyásoló kérdést vetnek fel, és hogyan kapcsolódnak természetes módon más tudományterületekhez, beleértve a humán tudományokat és a művészetet is. A tárgy lehetséges speciális céljai az alábbiakban foglalhatók össze:

- A korábbi tanulmányok során megszerzett ismeretek alkalmazása
- A természettudományos gondolkodásmód, az ehhez rendelhető készségek és képességek fejlesztése, más ismeretterületekkel való integrálása
- Önálló ismeretszerzés a számotokra érdekes területeken
- Egyéni munkavégzés vagy csoportos projektalapú tevékenység a saját magatok által kitűzött célok mentén
- A prezentáció legkülönbözőbb formáinak elsajátítása, gyakorlása
- A kölcsönös értékelés és önértékelés alkalmazására az osztályszintű vagy kis csoportos munkában

A TANKÖNYV SZERKEZETÉRŐL ÉS TARTALMÁRÓL

A tantárgy felsorolt céljaival összhangban a könyv a kerettanterv témáit követve egyfajta ötlettárként működik, segíti a feladat, a résztéma kiválasztását az adott témakörben.

Minden egyes témakör elején egy rövid motiváló felvezetésben mutatjuk be a témakör jelentőségét, aktualitását. Utána a **TUDÁSHÁTTÉR, FOGALMAK** rész következik, ahol részben korábban tanult, részben új ismereteket, érdekességeket gyűjtöttünk össze a témakör kapcsán, melyek a témában való elmélyülést segítik. A téma feldolgozása során meglehetősen szerteágazó ismeretekre, információkra lesz szükségetek. Ezek elsődleges forrása nem ez a könyv, hanem az internet, illetve bármilyen, szükségesnek vélt forrás.

A fejezetek következő egysége a **TÉMÁK, PROBLÉMÁK, KÉRDÉSEK** címet viseli. Ebben fejezetenként több lehetséges, a témához köthető problémakört adtunk meg. A problémakörök leírását követően többféle kérdést, feladatlehetőséget, tevékenységet vázoltunk. Az általunk megadott ötletek, feldolgozási módok csak javaslatok, tehát lehet a fejezeten (kerettantervi témakörön) belül más problémakört meghatározni, s az egyes problémakörökön belüli más feladatot, illetve más feldolgozási módot választani, mint ami a könyvben meg van adva.

Minden fejezet lezáró része a **FORRÁSOK**. Ebben a részben írunk a felhasználható forrásokról, egyes esetekben honlapcímeket adunk meg, vagy utalunk ezek jellegére, helyére.

ÚTMUTATÓ ÉS JAVASLAT A *TÉMÁK, PROBLÉMÁK, KÉRDÉSEK* RÉSZ FELDOLGOZÁSÁHOZ

Javaslatok az anyag feldolgozására, bemutatására

A könyv nem az új ismeretek közös tanulására, hanem az önálló ismeretszerzésre épül.

Az órákon történhet az elvégzett munka prezentációja és az azokat követő értékelő megbeszélés.

A rendelkezésre álló heti órakeret aligha teszi lehetővé, hogy mindenki, egyénileg vagy csapattagként minden témában egyaránt és azonos mértékben elmélyedjen.

Mik lehetnek a projektmunka előnyei?

A tárgy lehetőséget teremt arra, hogy ne egyénileg, hanem csapatban próbáljunk dolgozni, munkánkat egy-egy közös projektként megoldani. Ebben az esetben ki-ki azon a területen tud hozzájárulni a közös munkához, amelyikben magát a legerősebbnek érzi. A csapatmunka nehézsége, hogy a csapat tagjai egymásra vannak utalva. Ugyanakkor ez a munka világában sincs másképpen. Az egymásért vállalt felelősség fontos eleme a csapatmunkának, s ennek sikerességét az egymás felé irányuló visszajelzésekkel lehet elősegíteni.

A közös munka prezentálásánál mindig ki kell derülnie, hogy ki milyen mértékben és mely részében vett részt a munkának.

Miért lehet előnyös számodra a csoportban végzett munka?

- Kiindulópontja a saját érdeklődéseden alapuló problémafelvetés, épít kíváncsiságodra, ismereteidre és tapasztalataidra, kielégíti tudásvágyadat, a sikeres munka élményét adhatja.
- Tervezése közösen történik, fejleszti a stratégiai gondolkodást, a felelősségtudatot, a lényeglátást.
- A módszeres, tudományos gondolkodás kialakítását segíti, amely az élet bármely területén hasznodra válhat.

- A probléma, a feladat megoldása tevékenységeken keresztül történik, ezáltal változatos, érdekes.
- Valóságos, életközeli helyzetekhez kapcsolódik, meglévő, nem csak iskolai ismeretekre épít, komplex, a világ gazdagságának élményét adja.
- Döntésekre kényszerít, döntésekhez szoktat, eredményességét a saját döntéseid alapozzák meg.
- A feladat elvégzésének minőségét közösen megalkotott kritériumrendszer határozza meg.
- Lehetőséget ad önálló, kreatív munkavégzésre, épít az egyéni adottságokra, képességekre, tapasztalatokra, egyéni fejlődési utakat biztosít, maximálisan igazítható személyiségedhez, fejleszti az önismeretet, önbizalmat, önértékelést.
- Lehetőséget teremt az egymástól való tanulásra, az együtt tanulásra, lehetséges lesz az eltérő nézőpontok összeegyeztetése, alkalom adódik sokféle tudásotok összehangolására, a társaid árnyalt megismerésére.
- Közös élményt ad. Mindenkinek fontos a munkája, kiküszöbölődik a rivalizáló verseny, az együttműködésre való képességet erősíti.

Mi lehet az elvégzett munka eredménye?

A végzett munka eredménye lehet valamilyen tanulmány, dolgozat, amely az adott kérdés kapcsán fellelhető információkat rendszerezi, egy egyszerű kutatást valósít meg, valamilyen mérést vagy kísérletet ír le, de számos más megoldás is lehetséges. Lehet egy tárgy, modell vagy akár valamilyen irodalmi alkotás, kép, szobor is. Izgalmas és hasznos lehet például egy interjú készítése, valamilyen film, egy közösségi esemény szervezése, esetleg valamilyen egyszerűbb vállalkozás is. De lehet eredmény egy prezentáció, infografika, óriásposzter vagy akár csak egy kiadós beszélgetés az adott témáról.

A felvetett problémák általában sokféle, egymástól eltérő típusú feladat elvégzését igénylik, ezért lehet szerencsés, ha projekt formájában oldjátok meg ezeket, azaz a munkában többen vesznek részt. Pl. egy interjút meg kell szervezni, elő kell készíteni, fel kell rá készülni, fel kell venni, ehhez a technikai hátteret biztosítani kell, a nyersanyagot meg kell vágni, az alannyal el kell fogadtatni stb.

Javaslatok az elvégzett munka bemutatásához

Hagyományos prezentációs formák

A prezentáció miként jét nagymértékben befolyásolja a végzett munka jellege. Az elsődleges bemutatási forma a végzett munka folyamatának és eredményeinek ismertetése hallgatóság előtt.

Ha sikeresen szeretnétek prezentálni, az alábbi szempontokat javasoljuk megfontolásra:

- Sose olvassátok a szöveget a prezentáció során. Vázlatot érdemes készíteni és azt használni, de a legjobb az önálló szövegalkotás.
- Figyeljetek arra, hogy pontosan értsétek a saját szövegeteket. Internetről letöltött s számotokra sem igazán érthető szövegek felolvasása nagyon visszatetsző.
- Adjatok lehetőséget a közönség számára a kérdésekre és hozzászólásokra.
- Olyan prezentációs eszközt használjatok, amelyet jól ismertek (ppt, Prezi stb.). Egy projektben kiemelt feladat a színvonalas prezentáció. Lehetséges, hogy a csapat egy tagja éppen ebben a legjobb.

Példák nem hagyományos prezentációs formára

Poszter készítése

Ez a forma párhuzamos prezentációt tesz lehetővé. A poszter megtervezése, elkészítése közös munka, előre rögzített formai keretek mellett. Egy aulában vagy folyosón ki-ki elhelyezheti a munkáját bemutató posztert, s a többiek ezt tanulmányozhatják, kérdéseket

intézhetnek a poszteren rögzített vizsgálattal, munkával kapcsolatban.

Egy tárgy, valamilyen modell elkészítése

Ebben az esetben érdemes rögzíteni a megoldandó feladatot, amelyre válasz a tárgy maga, illetve az egyes munkafázisokat, tehát az eredmény kialakulásának menetét.

Riport, interjú

Izgalmas lehetőség egy-egy témakör kapcsán az adott témában kiemelkedő szakemberrel beszélgetni, kérdezni őt. Az ilyen beszélgetések rögzíthetők írásban, de lehet eredménye egy film- vagy hangfelvétel is, mely például könnyen közzétehető a projekt számára létrehozott felületen.

Film készítése

A mai világban nagyon jelentős szerepe van a vizualitásnak. Egy-egy gondolatot, érzelmet rövid, digitális alkotásokban is ki lehet fejezni. Egy adott feladat megoldása lehet akár egy rövid, TikTok mintájú, telefonnal készített videó, mely tanít valamit, felhívja valamire a figyelmet, vagy akár csak a kérdéskörrel kapcsolatos érzelmeinket fejezi ki.

Források kezelése

Bármilyen feladatot oldunk meg, munkánk során mások eredményeire támaszkodunk, mások alkotásait, képeit használjuk. Minden projekt alapkövetelménye a felhasznált források feltüntetése.

- Kinek a munkáját használtuk fel?
- Mit használtunk fel?
- Hol találtuk a felhasznált anyagot?

Az értékelésről

- A projekt értékelése eltérhet az egyéni munka értékelésétől. Ebben az esetben nemcsak a tanár értékelheti a diákot, hanem megjelenhet a társak értékelése is. Milyenek vagyunk a csapatban? Hogyan látnak minket a többiek? Mennyiben segítettük elő szerintük a közös eredmény születését?
- Az értékelés fontos része lehet az önértékelés. Igazából legtöbbet az önmagunkról alkotott kép és a mások által rólunk alkotott kép egyezéseiből és különbségeiből tanulhatunk.

I.

Földrengések, viharok, klímaváltozás



A hírekben nap mint nap hallunk természeti katasztrófákról. Magyarország ebből a szempontból biztonságos környezetben fekszik. A Kárpát-medencét ritkán rázza meg földrengés. A történelmi feljegyzések szerint hazánkban az 1763-as, 6,3 magnitúdójú komáromi rengés volt a legpusztítóbb: a város harmada romba dőlt, 63 ember meghalt. Magyarországon nem kell tartanunk a tengerpartokat elpusztító szökőártól, a trópusi viharoktól vagy a gyakori tornádóktól sem. A nagy viharok kialakulásának gyakorisága szoros kapcsolatban van az időjárás megváltozásával. Ma már nem kérdés, hogy bolygónk éghajlata gyorsan változik. Ez megnyilvánul időjárásunk változékonyságában is: teleink enyhébbek, nyaraink forróbbak és hosszabbak, a viharok hevesebbek, mint akár 20 évvel ezelőtt. A távoli katasztrófák, ha általában közvetlenül nem, de közvetve bennünket is érintenek. Az enyhébb telek és melegebb nyarak miatt olvad a magas hegyekben és a sarkvidékeken a hó és jég. A hatalmas esőzések miatt árvíz, földcsuszamlás fenyeget. A sivatagok egyre nagyobb területet foglalnak el, a korábban művelhető földek már nem képesek táplálékot nyújtani az ott élőknek, s ez is hozzájárul az állatok és az emberek elvándorlásához. Lényeges felismerni, hogy a bioszféra egyensúlyának fennmaradása rajtunk is múlik. Sokat tehetünk bolygónk jövőjéért, ha mérsékeljük az üvegházhatású gázok kibocsátását vagy megőrizzük, újratelepítjük az erdőket.

FÖLDRENGÉSEK

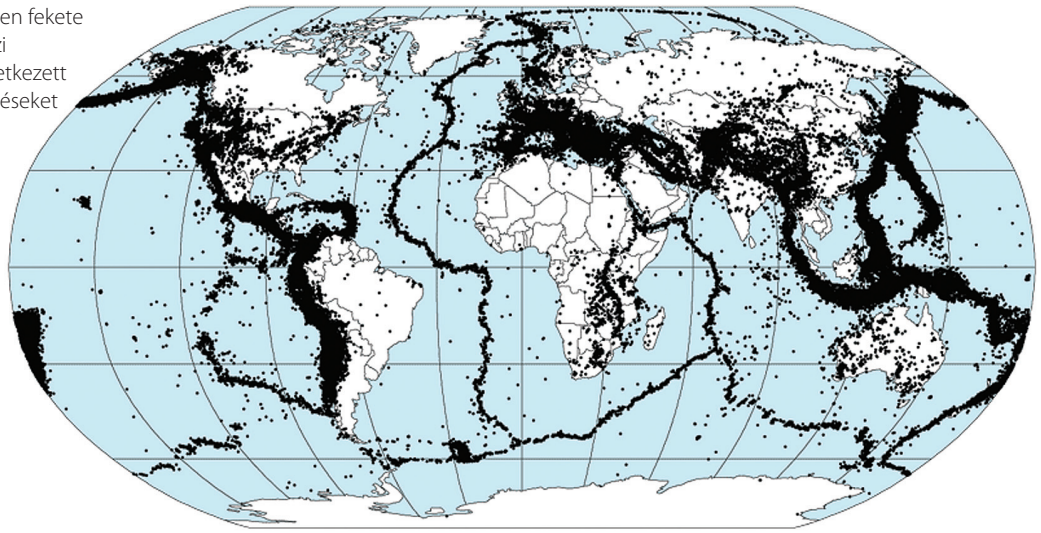
A Föld felszínének egy részén bekövetkező, a felszínt alkotó kőzettestek sokszor váratlan, rövid ideig tartó mozgását és ezek térbeli tovaterjedését nevezzük földrengésnek. A közel gömb alakú Föld réteges szerkezetű, külső kérge kőzetlemezekből áll. A szilárd kőzetlemezek az alattuk lévő, nehezen áramló, nagyobb sűrűségű, mégis folyadékszerűen viselkedő magmaréteg tetején úsznak.

A folyadékszerű, forró vulkáni anyag lassan áramlik, és magával sodorja a kőzetlemezeket. Vannak olyan területek, ahol felfelé, máshol lefelé, illetve vízszintesen áramlik a földrészeket is megmozgató magma. A legismertebb magmaáramlás a vulkánokból felszínre törő láva. A kontinenseket hordozó kőzetlemezek mozgását a lemeztektonika írja le. Ez a tudomány értelmezi a földrengések keletkezését is. A földrengésveszélyes területek lényegében kirajzolják a kőzetlemezek határait.

A földrengések oka jellemzően a kőzetlemezek kölcsönhatása. Előfordul, hogy a találkozó kőzetlemezek közül az egyik a másik alá bukik, s az eközben egymásnak feszülő lemezek rugalmas deformálódása során fokozatosan hatalmas energia halmozódik fel. A deformáció földmozgások formájában oldódik ki, szűnik meg, s a felszabaduló energia hullámok formájában szóródik szét a környezetben.

Ezt figyelhetjük meg a Japánban oly gyakori földrengések esetében is. Hasonló módon halmozódik fel az energia az egymással párhuzamosan, de ellentétes irányba mozgó, rugalmas kőzetlemezek között, például a Szent András-törésvonal mentén, ahol a 3000 ember életét követelő San Franciscó-i földrengés pattant ki 1906-ban. Jelentős esély van hasonló rengésekre akár a törésvonal mentén fekvő Los Angelesben is.

A földrengések kipattanási helye a Föld mélyében van. Ezt nevezzük a rengés hipocentrumának. A híradásokban a rengés epicentrumának helyét szokták megadni, ami a földfelszínnek a hipocentrumhoz legközelebb eső pontja, általában itt a legnagyobb a földmozgás pusztító hatása. A tenger alatti földrengés (tengerrengés) óriási energiát ad át a közelében elhelyezkedő víztömegnek. Ebből az energiából táplálkozik a partvidéket gyakran elpusztító óriáshullám (cunami) ereje.

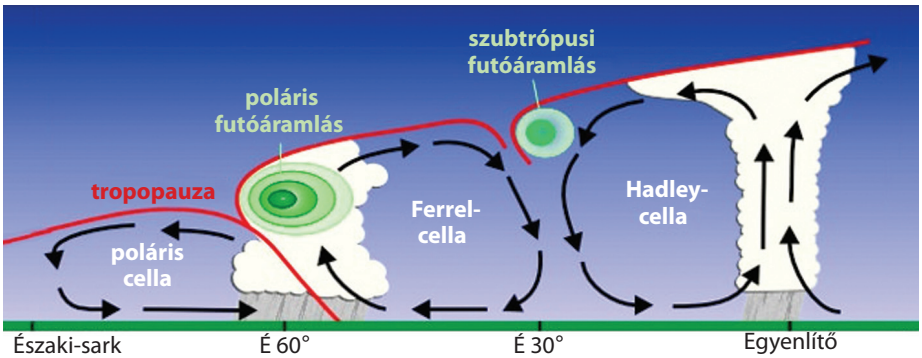


A térképen fekete pont jelzi a bekövetkezett földrengéseket

VIHAROK, KLÍMAVÁLTOZÁS

A Föld éghajlata napjainkban gyorsan melegszik. Mindez közvetlenül is hatással van életünkre. Szárazföldek lakott partvidékét fenyegeti az emelkedő tenger, óriási területek válhatnak alkalmatlanná a mezőgazdasági termelésre, s ez éhínséghez, a helyi lakosság elvándorlásához vezethet. Az éghajlat alakításában nagy szerep jut a légáramlatok és tengeri áramlatok egymással összefüggő, bonyolult rendszerének is.

szoros kapcsolat van. A feljegyzések 1500-tól említik a perui halászok megfigyelését, mely szerint 2–8 évente a tengervíz a szokottnál melegebb, ilyenkor kevesebb halat is fogtak. Később kiderült, hogy az El Niñónak elnevezett jelenség a tengeráramlások mellett a légáramlatokban is megfigyelhető. A kutatók mára felismerték, hogy a trópusi öv egymástól távolabb fekvő részein az időjárási események kapcsolatban állnak egymással.



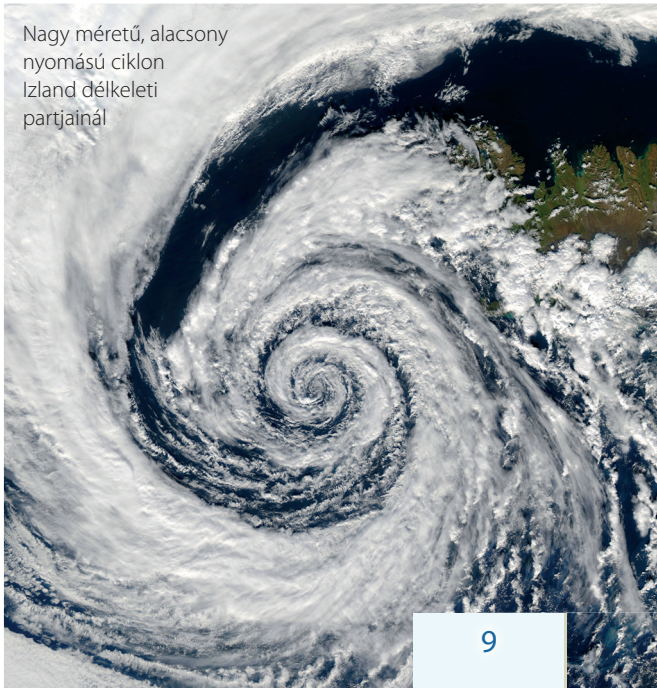
A kép a nagy légáramlási cellákkal együtt az úgynevezett futóáramlásokat is mutatja. Ezek iránya az ábrázolt keresztmetszetre merőleges.

A napsütés hatására felmelegedő levegő kitágul, sűrűsége csökken, ezért a magasba emelkedik, helyét hidegebb levegő foglalja el. Ez a jelenség a nagy, **globális légáramlatok** kialakulásának az alapja. A hideg és meleg levegő keveredése gyakran hoz létre légörvényeket (ciklonokat) és nagy erejű viharokat.

A Földünkön kialakuló szélrendszereket jelentősen befolyásolja bolygónk forgása. A forgó rendszerekben fellépő tehetetlenségi erők, mint például a Coriolis-erő, döntő szerepet játszanak a légörvények kialakulásában.

A nagy légáramlási cellákhoz hasonlóan alakul ki az óceánokban az úgynevezett globális óceáni szállítószalag. Ebben a mélytengeri áramlások a sarkok felől hideg és sós vizet szállítanak az Egyenlítő felé. Az óriási víztömeg az erős napsugárzás hatására felmelegszik, és a meleg, felszíni áramlások segítségével a pólusok felé áramlik. Az egyik legismertebb felszíni áramlat a Golf-áramlat, az általa szállított meleg víztömeg szerepet játszik például a Brit-szigetek enyhe és csapadékos időjárásában. Ma már azt is tudjuk, hogy a légmozgások és a tengeráramlások között

A történelem során megfigyelték már az éghajlat változásait. Az úgynevezett **középkori meleg időszak** alatt az éghajlat melegebb volt a szokásosnál. A 13. századtól kezdve Európa éghajlata hűvösebbre és csapadékosabbra fordult, ami nagyjából a 19. század közepéig tartott. Ezt az időszakot nevezik **kis jégkorszak**nak.



Nagy méretű, alacsony nyomású ciklon Izland délkeleti partjainál

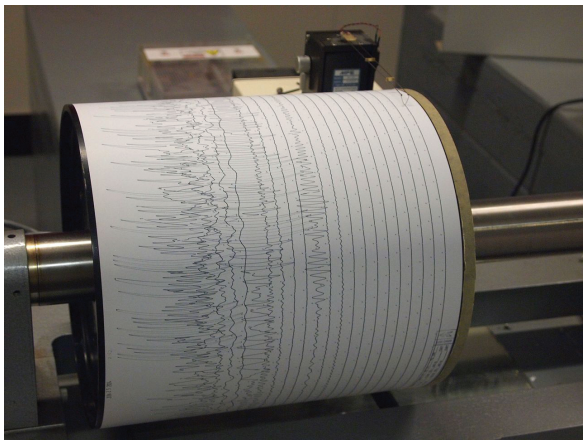
1. Meg lehet-e előre jósolni a földrengéseket?

A földrengések gyakran óriási pusztítást okoznak, különösen a nagyvárosokban. Köztudott, hogy a rengések leggyakrabban a szomszédos kőzetlemezek határánál, törésvonalak mentén keletkeznek. Általában elmondható, hogy a Föld egyes területein jóval nagyobb a földrengés bekövetkezésének esélye, mint máshol. Közismert San Francisco példája. Az amerikai nagyváros éppen a Szent András-törésvonalon fekszik, ahol sokak szerint nagy földrengés várható a közeljövőben.



A Szent András-törésvonal a levegőből

A földtörténeti időskálán közeli jövő emberi léptékkel mérve azonban beláthatatlanul távolinak tűnhet, a lakosokat nem riasztja el a jövőben esetleg bekövetkező földrengés gondolata, ahogyan a vulkánok lejtőin élőket sem a múltbeli kitörések emléke vagy a lehetséges következő kitöréstől való félelem. Sokak életét menthetnénk meg, ha előre meg tudnánk mondani, hol és mikor következik be jelentős földmozgás. A kutatók szerte a világon érzékeny berendezésekkel, úgynevezett szeizmográfokkal mérik a Föld rezgéseit, így utólag jól nyomon követhető a földrengés kipattanása és az utórengések sorozata. Vannak esetek, amikor a szemtanúk az állatok furcsa viselkedését figyelték meg közvetlenül a rengések kezdete előtt, mások a Föld mágneses terében bekövetkező változások alapján válik előre látni az eseményeket. Milyen kísérleteket teszünk jelenleg a földrengések előrejelzésre? Szerinted milyen mértékben lehet megjósolni a földrengéseket? Mi okozhatja például az állatok furcsa viselkedését? Ismerd meg mások véleményét és érveit is!



Szeizmográffal készülő szeizmogramm

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Nézz utána, milyen próbálkozások folynak annak érdekében, hogy előre jelezhessük a földrengéseket!
- Rövid ötletbörze, illetve az interneten történő tájékozódás után készíts olyan eszközt, amelynek segítségével észrevehetővé válnak a talaj kisebb rezgései is! A nagyobb épületek, hidak rezgésbe jönnek a mellettük, rajtuk elhaladó nagyobb tömegű járművek hatására. Mutasd ki ezeket a rezgéseket az eszközöd segítségével!
- Írj újságcikket egy olyan találmányról, amelynek segítségével előre lehet jelezni a földrengéseket, vagy legalább a nagyobb rengések megérkezését! Gondolj arra, hogy a villámot követő hanghullámok megérkezését is előre lehet jelezni a villámot kísérő fényvillanás segítségével.
- Készíts előrejelzést arról, hogy szerinted hol pattan ki a közeljövőben nagyobb földrengés! Használd a kőzetlemezekre, azok mozgására vonatkozó adatokat és statisztikai megfontolásokat.

2. Hogyan védekezhetünk a földrengés hatásai ellen?

A közelmúlt egyik legnagyobb rengése 2011-ben történt Japán keleti partjainál, ami a földrengések erősségét megadó úgynevezett Richter-skálán 9-es erősségű volt. Ez volt Japán modern kori történelmének legnagyobb földrengése, ami hatalmas cunamit okozott (40 métert meghaladó magasságú árhullámokkal), és tönkretette az atomerőművet Fukusima közelében. A rengés hipocentruma 32 km mélyen volt a tenger alatt, míg az epicentrum nagyjából 70 km-re a legközelebbi partoktól. Ha csökkenteni szeretnénk egy földrengés pusztítását, olyan épületeket kell emelni, amelyek nem rongálódnak meg vagy omlanak össze, ha megmozdul alattuk a föld. Lehet-e földrengésbiztos épületeket emelni, milyen épületek állnak ellen jobban a földrengéseknek? A sok száz méteres toronyházak vajon hogyan reagálnak a földrengéshullámokra, milyen tervezési megoldások csökkenthetik az épület gyakran egyébként is számottevő kilengését? A másik érdekes kérdés, hogy milyen módon csökkenthetjük egy földrengés során a sérülés esélyét. A téma kidolgozása során építhetsz modellházakat is, melyeket egy könnyen mozgó asztallapon mesterséges földrengés hatásának teszel ki.



II. Kürosz király sírja az i. e. 6. századból olyan módon épült, hogy ne tegyenek kárt benne a földmozgások

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Állíts össze beszámolót az öt legpusztítóbb és az öt legerősebb földrengésről! Vannak-e olyan rengések, amelyek mind a két listában előfordulnak? Milyen tényezők befolyásolják a földrengés pusztító hatását?
- Gyűjts össze a földrengésbiztos épületek tervezésére vonatkozó ismereteket, információkat! Milyen módon próbálják a tervezők elejét venni az épületek földrengések hatására való megrongálódásának?
- Építs a földrengések hatásának tanulmányozására alkalmas kísérleti eszközt! A kiindulópont lehet például egy asztallap vagy egy matrac, amit megfelelő eszközzel mozgásba hozol. Szükség van még épületek, tárgyak, emberek modelljeire. Ezeket akár egy legókészletből is veheted. A mesterségesen keltett földrengéseid hatásáról készíts felvételt, majd próbálj megállapításokat megfogalmazni a világodban dúló földrengés erősségének és pusztító hatásának kapcsolatáról, a történésekben fellelhető szabályszerűségekről!
- Nézz utána, milyen, a talajban haladó hullámok szállítják el a földrengés kipattanásakor felszabaduló óriási energiát? Mekkora ez az energia a tömegpusztító fegyverek energiájával összehasonlítva?

3. Előre jelezhető-e az óriáshullám?

Közismert, hogy a tenger alatti földrengés (tengerrengés) nyomán kialakuló cunami óriási pusztítást okozhat a partokon, Az elmúlt évtizedben sok ezer ember lelte halálát a partra zúduló óriási hullámok miatt, tetemes anyagi kár is keletkezett a víztömeg útjába kerülő épületekben. Nem szólnak azonban a hírek a háborgó tengeren felborult és elsüllyedt hajókról. Vajon miért nem?

A másik érdekes kérdés, hogy az óriáshullám érkezése váratlanul érte a parti településeket. Mi ennek a magyarázata? Miért nem figyelmeztették a lakosságot a közelgő veszélyre?

Miért szállít sokkal több energiát a cunami hulláma, mint a felületi hullámok?



A 2004-es földrengés és cunami pusztítása Indonéziában

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Modellezd a tengerrengést! Egy nagy fémtálcába önts vizet, majd kelts benne felületi hullámokat a víz felszínének megütésével. Figyeld meg, videózd le ezek terjedését! Utána modellezd a tengerrengés során kialakuló hullámokat a tálca aljának lökésszerű megmozdításával. Mi történik, amikor a térfogati hullámok partot érnek, azaz nekicsapódnak a tálca falának? Hogyan lehetne cunamit létrehozni kicsiben?
- Gyűjts ismereteket a cunami eredetéről, olyan fizikai jellemzőiről, mint a sebessége és méretei! Mennyiben hasonlít, és mennyiben különbözik a cunami hulláma a szél által keltett felszíni fodrozódásoktól? Hogyan viselkedik a hullám, ha egyre sekélyebb partközeli vizekre ér?
- Tekintsd át az elmúlt évtizedek legnagyobb cunamikatasztrófáit! Vizsgáld meg, mi váltotta ki a cunamit az egyes esetekben, mitől vált a hullám különösen veszélyessé, s miért nem menekült el az érintett partokról a lakosság!
- Tegyél javaslatot olyan biztonsági rendszer kiépítésére, amely képes érzékelni a cunamit és idejében figyelmeztetni a veszélyben lévő embereket! Milyen elemekből állna a rendszer, hogyan működne?
- Tekintsd át a cunamiról szóló videókat, filmeket, filmrészleteket! Állapítsd meg, mennyire hiteles a filmrészlet, összehasonlítva a valódi jelenséggel!

4. Változik-e éghajlatunk?

Az utóbbi évtizedekben a meteorológiai megfigyelőállomásokon végzett, jól dokumentált mérések alapján egyértelművé vált, hogy a Föld átlagos hőmérséklete növekszik. Ha feltételezzük, hogy ezek a folyamatok állandósulnak, néhány évtized alatt olyan mértékű felmelegedéssel kell számolnunk, ami alapvetően megváltoztathatja Földünk arculatát. Az emelkedő tengerszint miatt szigetek tűnhetnek el, az éghajlat melegebbre fordulása veszélyeztetheti az élőlények – a legborúlátóbbak szerint akár az emberi faj – fennmaradását. Vannak azonban, akik máshogy értelmezik a mérési eredményeket. E vélemények szerint a jelenlegi adatok olyan rövid idő alatt gyűltek össze, hogy inkább mutatják az időjárás véletlenszerű ingadozását, mint a jövőre is érvényes tendenciát. Mások arra mutatnak rá, hogy az emberiség történelme során több alkalommal megfigyelhető volt már az éghajlat gyors hidegebbre fordulása (kis jégkorszak) vagy felmelegedése (középkori meleg időszak). Vajon túlzóak a Föld felmelegedésével kapcsolatos aggodalmak, vagy érdemes azokat komolyan venni?



Az éghajlat felmelegedése miatt fogyatkozó jégmezők a jegesmedvéket is veszélyeztetik.

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Milyen módszerekkel vizsgálható a régmúlt korok éghajlata? Gyűjts össze néhány eljárást, melyek segítségével megállapítható, milyen volt a hőmérséklet a Földön évezredekkel vagy évmilliókkal ezelőtt! Mutasd be ezen eljárások lényegét a többieknek!
- Gyűjts historikus hőmérsékleti adatokat arról, hogyan változott meg a közelmúltban a Föld éghajlata, átlaghőmérséklete! Milyen nyomát találod az úgynevezett kis jégkorszaknak vagy a középkori Európa meleg időszakának? A munkádat hőmérsékleti diagramokkal illusztráld!
- Kérdezzetek idősebb embereket arról, ők hogyan emlékeznek a fél évszázaddal ezelőtti telekre és nyarakra! Vessétek össze a beszámolókat és a meteorológiai statisztikákat! Abban a tudósok egyetértenek, hogy az éghajlat változik. A viták arról szólnak, mekkora az emberi tevékenység szerepe az éghajlat változásában. Rendezzetek ti is vitát! Osszátok ki a vitában a szerepeket! Legyen, aki az éghajlatváltozás elsődleges okaként az emberi tevékenységet jelöli meg, s emellett érvel, míg valaki más az emberi tevékenységtől független éghajlatváltozás mellett!

5. Hogyan befolyásolható a globális éghajlatváltozás üteme?

Ha elfogadjuk, hogy a Föld éghajlatának az utóbbi évtizedekben tapasztalható megváltozása (felmelegedése) nem véletlenszerű ingadozás, hanem a jövőben is folytatódó tendencia, fontos kérdés annak eldöntése, hogy mi okozhatja ezt a változást. A Nap nem süt erősebben az utóbbi években; az emberiség energiatermelése és -fogyasztása ugyan jelentősen megnövekedett, az ebből származó hőenergia azonban nem tűnik elegendőnek a bolygónk légkörének mérhető felmelegedéséhez. A tapasztalt változás valószínű oka az üvegházhatás, amit a légkörben jelen lévő üvegházhatású gázok megnövekedett koncentrációja okozhat. Mennyire felelős az emberi tevékenység az üvegházhatású gázok koncentrációjának megnövekedéséért, és milyen intézkedések, tervek születtek a kibocsátás csökkentése érdekében? Megállítható vagy mérsékelhető lesz-e ezek segítségével a globális felmelegedés? Az egyik legfontosabb



A fosszilis erőművek jelentősen hozzájárulnak a globális éghajlatváltozáshoz

üvegházhatású gáz a közönséges vízgőz, ami a koncentrációjától függően az üvegházhatás 36–72%-áért felelős. A legfontosabb további üvegházgázok a szén-dioxid (CO_2), a metán (CH_4), a dinitrogén-oxid (N_2O), a kén-hexafluorid (SF_6), a halogénezett szénhidrogének (CFC-k) és az alsó légköri (troposzferikus) ózon. A Vénusz bolygó tanulmányozása a szélsőségesen erős üvegházhatás következményeire világíthat rá.

Ajánlott feladatok, tevékenységek

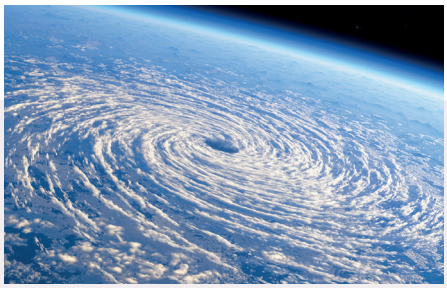
- Keress a világhálón az éghajlat változását hitelesen bemutató adatokat, híradásokat, majd szemléletes kiselőadásban mutasd be azokat osztálytársaidnak!
- Építs egyszerű üvegházmodellt, vagy figyeld meg a jelenséget szűkebb környezetünkben, például egy üvegezett teraszon. Egy üvegházban vagy fóliasátorban nem az üvegházhatású gázok, hanem maga az üveg vagy műanyag okozza a belső tér erőteljes felmelegedését. Magyarázd el, hogyan! Hasonlítsd össze, milyen gyorsan olvad pl. egy darab csokoládé az üvegházmodelled belsejében és az üvegházon kívül!
- Szervezzetek vitát az osztályban arról, hogy a felmelegedés a közeljövőben fel fog gyorsulni vagy éppen ellenkezőleg, le fog majd lassulni! Gyűjtsetek érveket a folyamat gyorsulása és lassulása mellett is! Mi a tudományos álláspont a kérdésben?
- Az utóbbi években világszerte komoly intézkedéseket hoztak az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése érdekében. Melyek ezek az intézkedések? Szerinted elegendőnek bizonyulnak-e a káros folyamatok lassítására?
- Nézz utána, mely területeket, városokat veszélyeztetnek leginkább a globális felmelegedés következményei! A Föld melyik szigetét, nagyvárosát nyelheti el legelőször a megemelkedő tenger, a Föld mely területei válhatnak rövidesen sivataggá? Milyen hírek szólnak gátak és öntözőrendszerek építéséről, amelyek segítségével védekezni próbálunk a fenyegető veszély ellen?

6. Szuperviharok

A globális éghajlatváltozás egyik következménye az időjárási jelenségek szélsőségessé válása: óriási viharok, nyomukban özönvízszerű felhőszakadások, jégverés, a folyókon gyorsan levonuló, hatalmas árhullámok. A hírekben sokat hallunk a Japánban tomboló tájfunokról vagy az amerikai városokat fenyegető tornádókról, hurrikánokról. Ezek az óriási viharok a múltban is gyakran letarolták a Föld egyes területeit. Mivel kell szembenéznünk, ha még erősebbé válnak? Számos katasztrófafilm témája a városokat elpusztító óriási tornádó vagy a halászhajót elsüllyesztő szupervihar. Ismerd meg jobban ezeket a jelenségeket!



A Michael hurrikán pusztítása Floridában



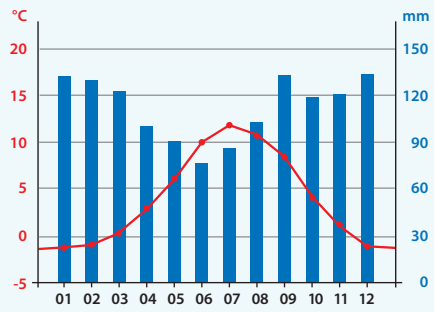
Egy trópusi vihar légörvénye a magasból. Jól látszik az örvény közepén egy felhőmentes és szélcsendes terület, a vihar szeme.

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Hogyan keletkeznek, és mekkora kiterjedésűek a hurrikánok és a tornádók, mekkora sebességgel mozognak? Mekkora sebességgel és hogyan áramlik bennük a levegő? Vesd össze adataidat az interneten található videókon látottakkal!
- Derítsd ki, miben rejlik a viharok pusztító hatása, és hogyan lehet védekezni ellenük! Vizsgáld meg, milyen módon pusztít a hurrikán vagy a tornádó!
- Építs épületmodelleket a környezetedben található anyagokból, papírból, fából, műanyagból! Tedd ki a maketteket erős szél hatásának, például egy hajszárító segítségével! Vizsgáld meg, milyen formájú épületek állnak jobban ellen a szél erejének!
- Nézd meg a 2021-es csehországi tornádó okozta pusztítást videón, beleértve a letarolt erdőkről készült képeket! Hogyan célszerű viselkedni, ha a közeledben ilyen erős légörvény keletkezik? Meríts ötleteket katasztrófafilmekből vagy regényekből, gondold át kritikusan, amit ezekben találsz, s alakítsd ki saját túlélési stratégiád!
- Nézz utána olyan történelmi csatáknak, amelyek kimenetelét döntően befolyásolta egy tájfun vagy cunami vagy akár csak egy nagy vihar!

7. A tengeri áramlatok és az időjárás

A nagy óceáni szállítószalag és a légköri áramlások rendszere jól mutatja, hogy a tengeri-óceáni és a légköri áramlások egységes rendszert alkotnak a Földön, melyben bonyolult kölcsönhatások eredményezik ezeknek a gigászi mozgásoknak a hajtóerejét, és ezek a rendszerek határozzák meg döntően a földi időjárást. Florida időjárása télen is nagyon kellemes, az átlaghőmérséklet 13 °C feletti. Izlandon a szigetek északi fekvése ellenére a telek többnyire enyhék. Skócia és Skandinávia időjárása is melegebb, mint ami északi földrajzi fekvéséből következne. A norvég partvidéken csaknem végig fagymentesek télen a kikötők. Melyik tengeri áramlat okozhatja a jelzett területek enyhe téli időjárását?



Reykjavík hőmérsékleti adatai jól mutatják, hogy a városban északi fekvése ellenére enyhék a telek

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Gyűjts példákat a nagy tengeráramlások és az időjárás közötti kapcsolatra! Mutasd be, az adott áramlást, s hatását a közeli kikötők éghajlatára!
- Vizsgáld meg a Föld nagy anyagáramlásait (víz- és szélrendszerek), értelmezd működési mechanizmusukat! Járj utána, hogy milyen mennyiségű anyagot mozgatnak, mennyi energiát szállítanak! Keress érdekességeket ezekkel az időjárást meghatározó jelenségekkel kapcsolatban! Hogyan befolyásolják például az élővilágot?
- Egy híradás a közelmúltból arról szólt, hogy több jel utal a Föld egyik legnagyobb melegvízi áramlatának, a Golf-áramlatnak a lassulására, esetleges leállására. Nézz utána, mennyire kell számolnunk ezzel az eshetőséggel, a Golf-áramlat esetleges megszűnésével! Vesd össze az adatokat, a szakértők véleményét, s alkosd meg a saját véleményed!
- Mutasd be részletesen az El Niño és a La Niña jelenségeket!

8. Katasztrófák a múltban



Szerencsére az emberiségnek nem kellett szembesülnie fajunk kipusztulását és a civilizáció megsemmisülését okozó globális természeti katasztrófával. Borúlátó jóslatok szerint hasonló következményei lehetnek a jelenlegi klímaváltozásnak vagy a folytatódó környezetszennyezésnek. Vannak azonban ismereteink olyan korábbi eseményekről, melyek jelentős fajpusztulást okoztak.

A dinoszauruszok kihalása gyorsan és az egész bolygóra kiterjedően ment végbe. Sokak szerint az esemény egy klímakatasztrófa következménye volt. Egy becsapódó meteor vagy óriási vulkánkitörés nagy mennyiségű port juttatott a felső légkörbe, ami az egész bolygót árnyékba borította. A Nap fényereje jelentősen csökkent, a növények megritkultak, s az ezeket fogyasztó dinoszauruszok kipusztultak.

A minószi civilizációt valószínűleg egy tenger alatti vulkánkitöréshez kapcsolódó óriáshullám törölte el a föld színéről.

Több kutató szerint a Mars bolygón egykor tengerek hullámzottak, és folyók folytak. Ma csak a kiszáradt medreket látjuk a kősivatagban. Lehetséges, hogy a Marsról klímakatasztrófa következtében tűnt el a folyóvíz? A múlt katasztrófáinak nyomait, történetét dolgozhatod fel ebben a fejezetben, az internet segítségével, tetszés szerinti eszközökkel és módszerrel.

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Ismerd meg a dinoszauruszok kihalására vonatkozó, interneten elérhető adatokat, és vesd össze a kipusztulást magyarázó elméletekkel! Melyik elmélet tűnik hitelesnek?
- Gyűjts ismereteket a minószi civilizációról és a civilizáció végét okozó katasztrófáról!
- Az egyik megrázó, már az emberiség története során bekövetkező katasztrófa Pompeji városának pusztulása a Vezúv kitörése miatt. A kitörés körülményeiről és lefolyásáról rengeteg információval rendelkezünk. Képzeld el, hogy szemtanúja vagy az eseményeknek, s számolj be a látottakról az osztálytársaidnak!
- Nézd át a Marsról készült űrfelvételeket, keresd meg rajtuk az egykori vízfolyások, tengerek nyomait! Mennyire tartod valószínűnek, hogy egykor valóban víz hullámzott a Marson, és mi okozhatta a helyzet drámai megváltozását?
- Készíts listát az emberiség történetének öt legnagyobb katasztrófájáról (meteorbecsapódás, vulkánkitörés, atomrobbanás…). Olyan katasztrófákra gondolj, melyek hatása az egész Földön érezhető volt!
- Nagyon sok jövőben játszódó film és könyv kiindulópontja egy, a földi civilizációt elpusztító katasztrófa. Melyek a filmekben és könyvekben ábrázolt „legnépszerűbb" katasztrófatípusok? Hogyan okozzák ezek a katasztrófák a Föld, vagy az emberiség végpusztulását?

JAVASOLT FORRÁSOK

A földrengéskutatók és a meteorológusszervezetek honlapjait érdemes megnézni.

Az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) honlapja.

A hozzáférhető korábbi tankönyvek:
Fizika 10. Kísérleti tankönyv OFI 2016 *Szelek, viharok, légáramlások* fejezet
Fizika 9. Kísérleti tankönyv OFI 2016 *Földrengések* fejezet

A *Fizikai Szemle* archívuma

A *National Geographic* honlapja

foldrenges.hu

szupervihar

OMSZ

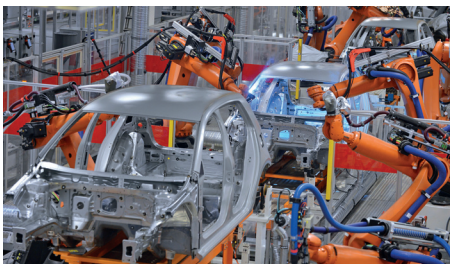
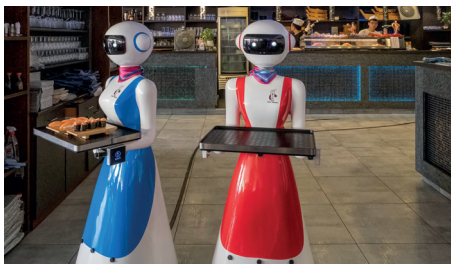
OH-FIZ09TA

Fizikai Szemle

National Geographic

II.

Okos gépek



Az emberi faj sikeressége annak köszönhető, hogy képes eszközöket használni céljainak elérése érdekében.

Az őskori, ókori mechanikus szerkezeteket egyszerűbb célok érdekében hozták létre. Például azért, hogy segítsék a tűzgyújtást, a nagy terhek mozgatását, az ellenséges erődítések lerombolását. Már az ókorban építettek olyan gépet, amely a gőz energiáját hasznosította egy tárgy megforgatásához.

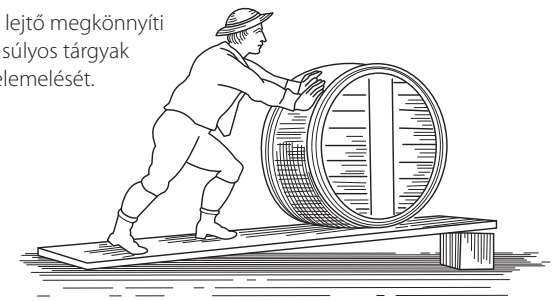
Az első olyan gőzgépeket, melyek az emberi munka kiváltására voltak alkalmasak az ipari termelés során, az 1700-as évek végén kezdték el tömegesen alkalmazni. Ekkor születtek meg az első gőzmozdonyok és gőzhajók.

Az 1800-as évek elején alkották meg az első elektromos motorokat – ilyen volt például Jedlik Ányos „villámdelejes forgonya" –, majd később az ezek segítségével működő első gépeket. Az autók hosszú ideig elsősorban a kőolajszármazékok kémiai energiáját használták fel működésük során, csak mára kezdtek elterjedni a hibrid vagy teljesen elektromos meghajtású járművek.

Modern korunk gépei a számítógépekhez hasonlóan elektronikus vezérlőegységgel (mikroprocesszor vagy mikrokontroller) rendelkeznek. Az ezeken futó programok nemcsak azt teszik lehetővé, hogy például egy robotkar bonyolult mozdulatsorokat pontosan és gyorsan megismételjen, hanem a gép és környezete közötti folyamatos kölcsönhatást is. A szenzorokkal és motorokkal felszerelt robotok érzékelik a körülöttük zajló változásokat, képesek azokra megfelelő választ is adni. A gépek legújabb generációja amellett, hogy megőrzi a memóriájában eltárolt tudást (adatokat, programokat), saját tapasztalatai alapján tanulni is képes, és a tanultaknak megfelelően meg tudja változtatni viselkedését. A mesterséges intelligenciával rendelkező, általános célú humanoid robotot (ma már kapható ilyen) a vásárló tanítja be azokra a feladatokra, amelyeknek az elvégzésére beszerezte. Tanúi vagyunk tehát a robotok gyors fejlődésének és elterjedésének. Hogyan tudunk majd együtt élni velük?

A GÉPEKET LÉTREHOZÓ MÉRNÖKÖK TUDÁSA A FIZIKA TÖRVÉNYEIRE ÉPÜL

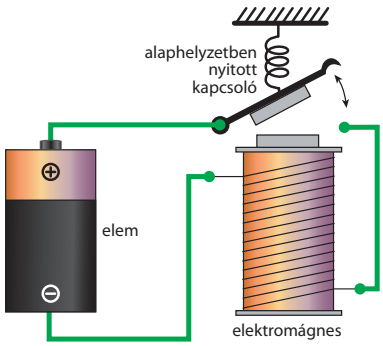
A gépeket létrehozó mérnökök tudása a múltban, a jelenben és a jövőben is a fizika törvényeire épül. A gépek egy jelentős csoportja az emberi erő kiváltására vagy használója határainak kitágítására készül. A fizikában tanult egyszerű gépek ilyen alapvető eszközök. Ezek egyike a lejtő, mely segítségével sokkal kisebb erővel is egy adott magasságba juttathatunk egy testet, mint annak a súlya. Ha például egy hordót 30 fokos lejtőn gurítunk fel egy teherautó platójára, éppen feleannyi erőre van szükségünk, mint a hordó súlya. Erőt igen, energiát azonban nem spórolhatunk ilyen módon. A lejtőn ugyanis kétszer akkora úton kell mozgatni a testet ugyanabba a magasságba, mint a függőleges emelésnél. A végzett munka, az emeléshez felhasznált energia a két esetben tehát ugyanakkora. A gépek segítségével erőt spórolhatunk, energiát azonban nem.



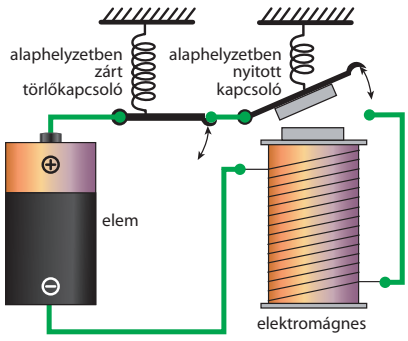
A lejtő megkönnyíti a súlyos tárgyak felemelését.

A fizikai munka megkönnyítése mellett az ember régi törekvése a gondolkodás, a szellemi munka gépesítése is. A számolás ilyen alapvető feladat. A számolási műveletek elvégzését kezdetben számolótáblák, később mechanikus szerkezetek segítették.

A mechanikus számológépek utódai a mai elektronikus számítógépek. A számítógépek az adatokat kettes számrendszerben kódolják és tárolják. A kettes számrendszerben két számjegy van, ezek az 1 és a 0. Az elektromos memóriák olyan áramköröket tartalmaznak, amelyek képesek megkülönböztetni ezt a két értéket például oly módon, hogy egy kapcsoló zárt állása 1-et jelent, a nyitott pedig 0-t. A számítástechnika fejlődését a „minél kisebb helyen” és „minél gyorsabban” elvek határozták meg. Az elektromos áramköröket tartalmazó mikrochipek egyszerű műveletek elvégzésére képesek rendkívüli sebességgel. A legújabb mikroprocesszorok olyan miniatűr áramköröket tartalmaznak, amelyek viselkedését csak atomi szinten lehet értelmezni, s a kvantumfizika segítségével lehet jól leírni.



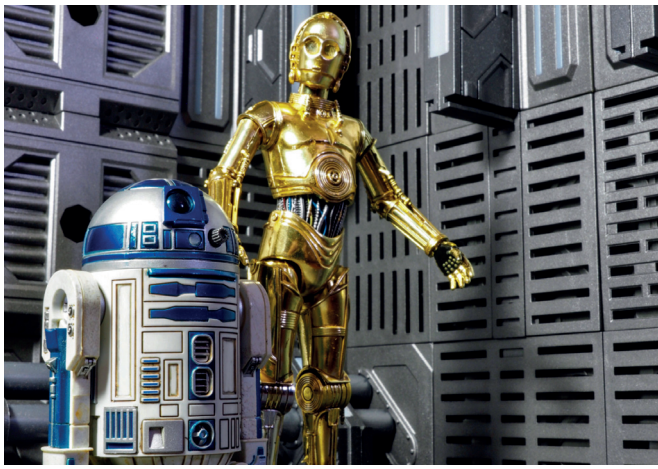
A rugós kapcsolót lenyomva a kettős nyíllal jelölt helyen zárjuk az áramkört. Ezzel bekapcsolódik az elektromágnes, ami magához vonza és akkor is zárt állapotban tartja a rugós kapcsolót, amikor már elengedtük. Az áramkör így jegyzi meg az 1-es számjegyet.



A törlőkapcsoló lenyomásával megszakad az áramkör, az elektromágnes elengedi a rugós kapcsolót és az nyitott állapotban is marad, akkor is, amikor a törlőkapcsoló ismét alaphelyzetbe kerül. A memóriából így töröltük az 1-es számjegyet.

Kezdetben a kellően bonyolult tevékenységek elvégzésére alkalmas, számítógéppel vezérelt gépeket nevezték **robotnak**. A modern robotok azonban ennél többre képesek. Érzékelők segítségével (például: fényintenzitás-érzékelő, kamera, nyomásérzékelő, mikrofon, hőérzékelő, mágnesestér-érzékelő, radar) információkat szereznek be a környezetükről, és ennek megfelelően módosítják működésüket. Az egyszerű porszívózó robot például érzékeli és kikerüli a bútorokat, vagy megfordul, ha falhoz ér. A fejlettebb robotok működése ennél sokkal összetettebb. A különböző tudományterületek más és más oldalról közelítik meg a **mesterséges intelligencia** fogalmát. Hétköznapi értelemben azt mondhatjuk, a mesterséges intelligenciával rendelkező gép az emberéhez hasonló gondolkodásra és cselekvésre képes. A mesterséges intelligencia részét képezi a tanulás képessége, azaz a **gépi tanulás**. Az ilyen gépek a szenzorok által mért adatok (például a kamera által rögzített kép) elemzése során összefüggéseket és szabályszerűségeket ismernek fel, és ez alapján képesek helyesen értelmezni az új adatokat.

A hadászati alkalmazások mellett (robotrepülőgép) egyre szélesebb körben használjuk a távirányítással működő, a fedélzeten tartózkodó pilóta nélküli repülőgépeket (drón). A drónokra szerelt kamerákkal készült jó minőségű légi felvételek segítségével korunk ismeretterjesztő filmjei új, izgalmas nézőpontból mutatják be az épületeket, a természeti látványosságokat vagy az állatvilágot. A kereskedelemben elterjedt drónokat általában négy szimmetrikusan elhelyezett légcsavar emeli a magasba. A stabil repülés és precíz manőverezés a motorok összehangolt működése segítségével érhető el.

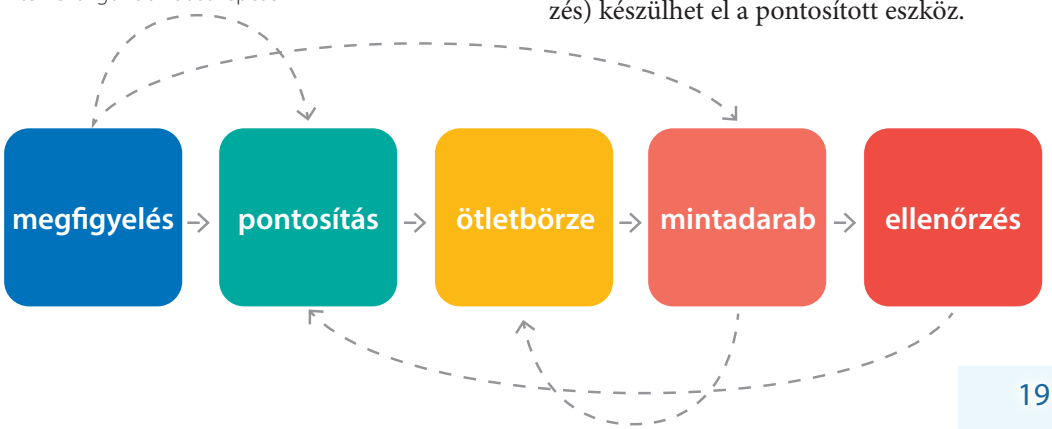


A *Csillagok háborúja*-filmek két legendás robotja

Szükségleteink változása miatt és a tudományos technológiai fejlődés által nyújtott új lehetőségeknek megfelelően használati tárgyaink, gépeink folyamatosan átalakulnak. A termékeink tudatos fejlesztésének folyamata a **termékinnováció**. Ennek során felismerjük az általunk használt eszközök hiányosságait, illetve az időközben felmerülő új szükségleteket, és a legújabb tudományos eredményeket felhasználva kreatív ötletek, újszerű elgondolások megvalósításával tökéletesítjük azokat. A folyamat része a tervezés, újratervezés, melynek lépései a problémamegoldás egyik – a tervezőasztalon túlmutató, akár a tudományos kutatásban is használható – módját is jelentik.

A tervezés a megoldandó probléma lényegének megismerésével, majd pontos megfogalmazásával veszi kezdetét. A lehetséges megoldások széles körének feltárása (ötletbörze) után sor kerül az egyik javaslat kiválasztására. Ezt követi a kiválasztott javaslatot felhasználó egyszerű prototípus elkészítése, majd kipróbálása. A tesztelés eredményeinek és a közöttük lévő kapcsolatok ismeretében (megfigyelés, pontosítás, ötletbörze, mintadarab, ellenőrzés) készülhet el a pontosított eszköz.

A tervezői gondolkodás lépései



1. Hogyan működik?

A környezetünkben megtalálható egyszerű és bonyolultabb eszközöket nap mint nap rutinszerűen használjuk. Általában nem gondolkozunk el működésükön, szerkezetükön, formájukon. Egyszerűbb és bonyolultabb gépeink, amilyen például egy kalapács, toll vagy vasaló, gyakran a fizika legújabb eredményeit felhasználva, fejlesztőmérnökök munkája révén válnak egyre tökéletesebbé. Ha megvizsgáljuk eszközeink alkatrészeit, és megértjük, milyen feladatot látnak el a működés során, akkor felismerhetjük a használati tárgyainkban megjelenő fizikai és mérnöki tudást. Olyanokká válnak számunkra mindennapi tárgyaink, mint egy nyitott könyv, amelyből a természet működéséről és a technológiai fejlődésről egyaránt tanulhatunk.



Egy optikai egér részei

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Bonts alkatrészeire egy gépet! Használj egyszerű szerszámokat, mint például egy csavarhúzó. Olyan szerkezetet válassz, amit akkor sem sajnálsz, ha esetleg nem sikerül működőképessé tenni újra. Lehet a kiválasztott eszköz például egy zseblámpa vagy egy kerékpároslámpa, egy toll, esetleg számítógéphez használt egér. Vizsgáld meg az egyes alkatrészeket és azoknak az eszköz működésében betöltött szerepét! Írd le, minek köszönhető, hogy az adott alkatrész alkalmas szerepének ellátására! Készíts fényképgalériát az eszköz részeiről s részletes leírást működéséről!
- Rájössz-e, hogyan érzékeli a működési mód váltásra alkalmas gombnyomást a kerékpárod hátsó villogója? Hogyan működik a golyóstoll ki- és bekapcsoló szerkezete?
- Milyen optikai, elektromos és mechanikus alkatrészek vannak az optikai egérben? Fényképezd le közelről (mobiltelefon, makróüzemmód) a kérdéses alkatrészeket!
- Válassz ki egy, a környezetedben található tárgyat, és fejtsd meg, milyen fizikai törvényeken alapul működése, s ez hogyan jelenik meg a kialakításában! Használd az internetet, kérj segítséget szakemberektől, ha ez szükséges.
- Építs olyan gépet, mellyel egy nehéz tárgyat könnyen fel tudsz emelni! Mutasd be az osztálytársaidnak, magyarázd el a működését!

2. Mit árulnak el eszközeink?

Használati tárgyaink egy részét régóta ismerjük, megszoktuk látványukat, természetesnek vesszük jelenlétüket a környezetünkben. Ezek a tárgyak egy adott feladat elvégzését segítik, és kifinomult tudást testesítenek meg, érdemes őket jobban, új szempontokból megvizsgálni! Mi lehet érdekes egy közönséges golyóstollban? Tanulmányozhatjuk például a golyóstoll kialakulásának történetét. Hogyan, mire írtak az emberek történelmünk kezdetén? Hogyan használták a lúdtollat, a töltőtollat? Mikor jelent meg az első golyóstoll, miért terjedt el? Fogjuk-e még használni 30 év múlva? Milyen eszköz fogja felváltani? Milyen alternatív lehetőségek vannak ma a szabadkézzel való írásra?

Akár össze is hasonlíthatjuk a jelenleg kapható sokféle golyóstollat. Miben különbözik formájuk, színük, méreteik, súlyuk? Mi lehet a különbség oka? Milyen különleges megoldásokat találunk? Hogyan működik például a színváltós vagy a lézermutatós golyóstoll? Mi a szerepe a reklámozásra használt ajándék tollaknak?

Érdekes feladat lehet egy eszköz legolcsóbb, tömegesen gyártott változatának és a nagyon drága luxuspéldányainak összehasonlítása. Érdemes lehet magunkat formatervezőként kipróbálni. Tudnánk-e újszerű eszközt létrehozni, megtervezni, a tárgykészítés fentebb ismertetett lépéseinek alkalmazásával? Egy érdekes példa, a piaci megjelenésig eljutó innováció eredménye az a műanyag evőeszköz, amelyet villának és egyszerű késnek is használhatunk.



A kés és a villa tulajdonságait egyesítő evőeszköz műanyag kivitelben

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Vizsgáld meg egy általad választott egyszerűbb eszköz történetét, jelenét és lehetséges jövőjét! Mikor kezdték használni, milyen változásokon ment keresztül a formája, hogyan fog kinézni várhatóan a közeli és távolabbi jövőben? Válassz olyan tárgyat, amelyet személyesen is tanulmányozhatsz!
- Hasonlítsd össze egy általad választott egyszerűbb eszköz különféle változatait, a tömegesen gyártott olcsó és a nagyon drága, egyedi vagy különleges darabokat! Használd az internetet, az áruházi katalógusokat, termékleírásokat! Milyen tényezők befolyásolhatják az eszköz árát?
- Legyetek feltalálók! Járjatok nyitott szemmel a világban, és vegyetek észre olyan problémákat, melyek megoldása nehézkes, vagy olyan eszközöket, melyek jobban is működhetnének! Ha találtatok néhány megoldandó problémát, tartsatok ötletbörzét, ahol minden olyan, akár furcsának tűnő megoldás is felvethető, ami segíthet a probléma megoldásában! Válasszátok ki a legjobbnak tűnő vagy leginkább megvalósítható megoldást, és készítsétek el az egyszerű mintadarabot vagy egy tervet a megoldást jelentő innováció kivitelezésére! Mutassátok be többieknek az elkészített eszközt, a megvalósítandó tervet s annak folyamatát, ahogy eljutottatok idáig!
- Gyűjtsd össze környezetedből azt az öt tárgyat, eszközt, ami a legnagyobb hatással volt rád! Mondd el a többieknek, milyen alapon döntöttél, mi fogott meg ezekben a tárgyakban!

3. Önvezérelt autók

A WHO egyik kimutatása szerint a földön 1,25 millióan halnak meg közlekedési balesetben egy év során, ami több, mint a háborúkban vagy súlyos betegségekben (ebola, malária) elhunytak száma. A balesetekből származó kár még nagyobb, ha figyelembe vesszük a súlyos sérülteket vagy az elgázolt állatokat is. Szinte minden családban fordult elő kisebb-nagyobb közlekedési baleset. A balesetek leggyakoribb oka az emberi hiba: ittas vezetés, súlyos figyelmetlenség. Az önvezető autók kifejlesztésének és alkalmazásának egyik mozgatórugója a közlekedési balesetek számának várható csökkenése. Az ilyen gépjármű érzékeli az időjárási viszonyokat, az útjelzéseket, a közlekedés többi szereplőjét, majd gyorsan meghatározza és elvégzi az optimális kormánymozdulatokat. Egy kereszteződéshez közeledő két önvezető autó kommunikálhat, „megbeszélheti” egymással az áthaladás sorrendjét. Az ilyen autó lényegében intelligens robot, ami idővel gyorsabb és biztonságosabb közlekedést biztosít az emberi sofőröknél.



A kép önvezető (autonóm) közlekedési eszközökkel (autóbusz, személyautó, csomagszállító drón) zsúfolt utcaképet mutat az elképzelt közeli jövőből.

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Tarts egy prezentációval kísért előadást, mely során egy nagyvállalat vezetői előtt érvelsz! Az eldöntendő kérdés: bevezessék-e az önvezető eszközökkel zajló közlekedést és anyagszállítást a vállalat nagy kiterjedésű telephelyén. Mi szól a bevezetés mellett, s mi ellene? Ha ketten vállaljátok ezt a feladatot, akkor egymással vitatkozva fejthetitek ki véleményeteket.
- Gondold át, milyen etikai kérdéseket vet fel az önvezérelt közlekedés! Lehetséges-e az önvezérelt autók és az emberek által vezetett autók egyidejű használata az utakon? Mi szól mellette, és mi ellene? Milyen problémákat vet fel az emberek és az önvezérelt gépek találkozása az utakon? Írj a témával foglalkozó rövid újságcikket!
- Ha teheted, építs önvezérlő robotot, amely megfordul, ha akadályhoz ér, vagy követi a talajon alkalmasan kijelölt útvonalat!
- Vizsgáld meg a jelenlegi közlekedési baleseti statisztikákat, és szemléletesen mutasd be az adatokat az osztálytársaidnak! Hány baleset történik, melyek a legjellemzőbb okok?
- Nézz utána, hol tart ma az önvezető járművek technológiájának fejlesztése! Milyen gyártók milyen eszközöket készítettek, mi az, amit már kipróbáltak, s milyen eredménnyel? Gyűjts információkat a zalaegerszegi tesztpályáról!

4. Okostárgyak

Az okostárgyak a robotokhoz hasonlóan érzékelők és mikroprocesszorok segítségével próbálják megkönnyíteni az életünket. Másik jellemző vonásuk, hogy az internet vagy más számítógépes hálózat segítségével összekapcsolódnak, kommunikálnak egymással. A felhasználóval és egymással is kapcsolatot tartó eszközök segíthetik például egy háztartás energiatakarékos működését. A hőmérséklet-érzékelő (okoshőmérő) folyamatosan méri a lakás hőmérsékletét, egy másik szenzor a napsugárzás erősségét. Amikor odakint kisüt a nap, és ennek hatására emelkedni kezd a szoba hőmérséklete, a vezérlőegység utasítást ad a redőnyt mozgató motoroknak a redőny leengedésére. További hőmérséklet-emelkedés hatására a megfelelő fokozatba kapcsolva beindítja a légkondicionálót.



A kép az okosotthont ábrázolja, melyben a háztartási eszközök vezeték nélküli hálózatba kapcsolódnak össze és mobiltelefonról vezérelhetőek.

Ajánlott feladatok, tevékenységek

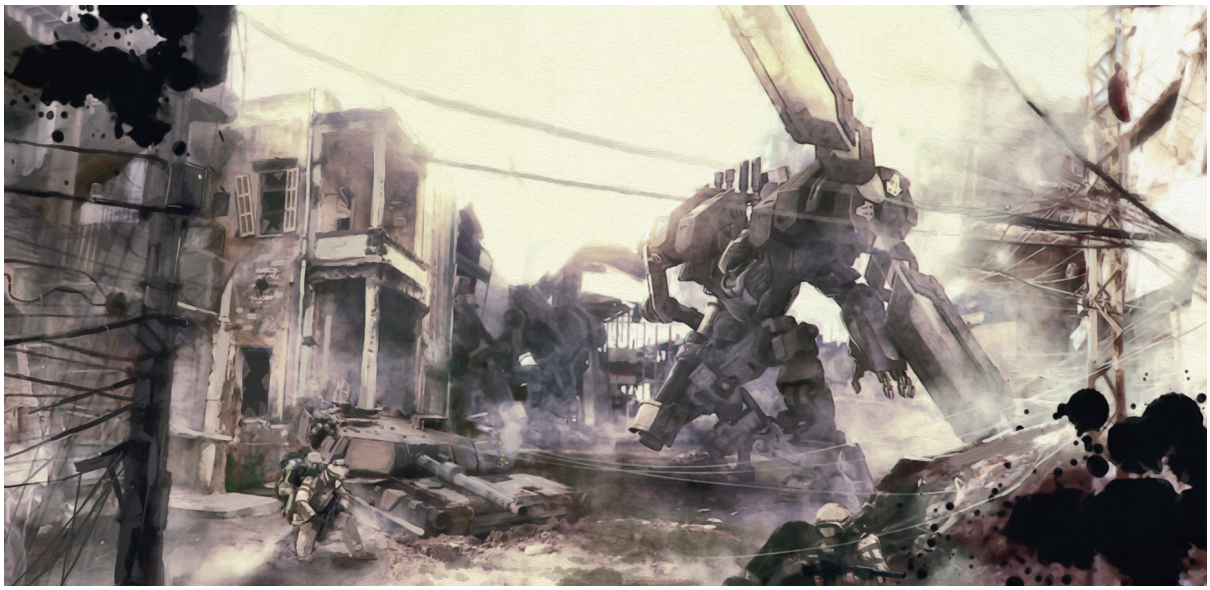
- Gondold át, milyen mértékben használjuk már ma is az okoseszközöket, mikor jelentenek valódi segítséget a számunkra, és mikor tűnik indokolatlannak az alkalmazásuk! Nem válunk-e mi magunk lustává, nemtörődömmé és figyelmetlenné, ha minden lépésünket az okostárgyak követik nyomon, és észrevétlenül korrigálják hibáinkat?
- Kutass fel okosnak mondott eszközöket, és nézz utána, miért nevezhető az adott termék okosnak! Indokolt-e az elnevezés használata? Állítsd sorrendbe az eszközöket az alapján, mennyire nevezhetők okosnak!
- Készíts szemléltető rajzot egy okosotthonról! Add meg az alaprajzot, a fontosabb berendezési tárgyakat, az okoseszközöket, a közöttük lévő kapcsolatokat!
- Nézz utána, ha teheted, próbáld ki, hogyan segítik az okoseszközök a futást, kerékpározást, gyaloglást! Milyen fizikai mennyiségeket mér az adott eszköz, milyen értelemben jellemzik ezek az adatok a sportolást, hogyan nyújtanak segítséget az optimális mozgás megtervezésében?

5. Együttélés a robotokkal

A robotokkal foglalkozó könyvek és filmek, tudományos elképzelések és utópiák egyik leglényegesebb kérdése, hogy mi véd meg minket a magunk által teremtett robotoktól, mi a garanciája annak, hogy nem fordulnak ellenünk, nem okoznak kárt az emberiségnek. Vannak, akik attól félnek, hogy a *Terminátor*-filmekben ábrázolt jövő megvalósulhat. A felfegyverzett gépek majd gazdáik ellen támadnak, és elpusztítják a civilizációt. Mások szerint ez felesleges aggodalom, az emberiség eddig sem pusztította el magát a technológiai fejlődés során.

Mi a különbség robot és ember között? Hogyan ismerhető fel, hogy a feltett kérdésekre adott intelligens válaszokat ember vagy gép adja? Például ilyen helyzetben alkalmazható Turing gyakorlatias mesterségesintelligencia-tesztje. Nézz utána, hogyan kell alkalmazni a tesztet! Vajon vannak-e, lehetnek-e a robotoknak érzelmei? A robotok bináris kóddal programozott, komplex számítógépek. A technika és tudomány fejlődése révén egy robot megjelenése és összetettsége egyre jobban megközelítheti majd az emberekét. De válhat-e egy gép minden szempontból emberivé? Más oldalról megfogalmazva a kérdést: van-e az emberben valami olyan sajátság, amit a gépekben ő maga sohasem fog tudni létrehozni?

Sokan gondolják úgy, hogy az elegendően kifinomult gépeket élőlényeknek kell tekinteni. Emellett érvel a *Szárnyas fejvadász* című film is, melyben a robotok gyakran több emberséget mutatnak, mint a valódi emberek. Te mit gondolsz? Adhatók-e emberi jogok a jövőben a szuperintelligens robotoknak?



Harcoló robotokat ábrázoló festmény

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- A feladatod olyan eljárás kidolgozása, amely alapján eldönthető, hogy emberrel csetelsz vagy pedig robottal. Tájékozódj a mások által javasolt megoldásokról, a témát feldolgozó filmekről, irodalomról, beszéld meg ötleteidet osztálytársaiddal, végül alkosd meg az eljárást! Érvelj az eljárás sikeressége mellett!
- Szervezzetek vitát arról, hogy lesz-e lényegi különbség a távoli jövőben megalkotott robotok és az ember között! Lehetnek-e valaha is a robotnak érzelmei, mérlegelhet-e erkölcsi szempontokat döntéseinek meghozatala során?
- A fejlett robotok és emberek kapcsolatát, számos film és regény ábrázolja. Újabban nemegyszer szerelmét is! Egy ilyen műben egy felhasználó a legújabb, mesterséges intelligenciával rendelkező operációs rendszerbe szeret bele. A film készítője szerint a gépek jóval nagyobb sebességgel élnek, mint az emberi

lények, számukra egy Homo sapiens kínosan lassú, előbb-utóbb tehát a robotok egymás társaságát keresik majd. Te mit gondolsz erről a témáról? Hogyan vélekedsz az emberek és robotok kapcsolatáról hosszabb távon?

- Alkosd meg a robotok jogait megfogalmazó vagy a robotok és emberek együttélését szabályozó első törvényeket! Ezt a témát is sokan feldolgozták. Tájékozódj! Magyarázd meg az általad javasolt szabályok célját, jelentőségét!

6. Robotok és társadalom

A robotok elterjedésének emberi társadalomra gyakorolt hatásai már megfigyelhetőek napjainkban. A korai sci-fi-irodalomban még úgy képzelték, hogy a gépek majd minden munkát elvégeznek az emberek helyett, akiken eluralkodik a lustaság a mindennapi feladatok kényszere nélkül. Már a korai mechanikus gépek is hatékonyabbak voltak az embernél a fizikai erőt kívánó tevékenységek jelentős részében, megszüntetve ezáltal számos munkahelyet például a mezőgazdaságban. A számítógépek gyorsabban és pontosabban számolnak, mint az emberek, képesek tehát a szellemi munka egy részének kiváltására is. Manapság egyre több boltban váltják fel a pénztárosokat automatizált megoldások. Ezek segítségével, a vásárló aktív hozzájárulásával, nélkülözhetővé válnak a pénztárosok. Egyetlen emberi pénztáros több robotpénztárost is felügyel, és szükség esetén beavatkozik. A mai legfejlettebb robotok sokkal többre képesek a robotpénztárosnál. A mentális képességek egyik mércéjének tekinthető sakkjátékban 1997-ben győzte le először az aktuális világbajnokot a számítógép, főleg óriási adatbázisára támaszkodva, rendkívül gyorsan számolva, bizonyos értelemben az emberi sakklogikát követve. Ezeket a sakkozó gépeket most könnyedén megverik a mesterséges intelligenciát alkalmazó öntanuló gépek.



Humanoid robotok munka közben

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Építs robotot! Léteznek robotépítő-készletek, leginkább egy ilyen felhasználásával vagy virtuálisan (számítógépes programmal) tudod megoldani a feladatot.
- Vizsgáld meg, hogyan mozognak a legkorszerűbb robotok, például a Boston Dynamics humanoid robotjai! Hogyan emelnek fel egy ládát, hogyan szaltóznak, hogyan ugranak, forognak? Figyeld meg, és hasonlítsd össze a mozgásukat az emberekével! Milyen fizikai törvényeket ismersz fel a robotok mozgásában?
- Állítsd össze a robotok elterjedése miatt megszűnő szakmák 10-es listáját! Indokold meg, melyik szakma miért került fel a listára!
- Nézz utána egy-egy játék vagy sportág esetében az ember és gép közötti vetélkedés történetének! Milyen körülmények között zajlott az első verseny, és hogyan folytatódott a párharc később? Mi várható a jövőben?

- Felvetődik a kérdés: a gépek minden szempontból jobbak lesznek az embereknél, vagy mindig lesznek olyan területek, ahol az ember pótolhatatlan marad? Mit hoz a jövő az emberek és gépek viszonyában? Gyűjts érveket az ember pótolhatatlansága mellett és ellene!

7. A gépek és az ember összeolvadása

Az informatika és a biotechnológia fejlődése megnyitja az emberi lények és robotok összeolvadásának lehetőségét. Az ilyen lények – az úgynevezett kiborgok – is korán megjelentek a tudományos-fantasztikus irodalomban. Amikor a gyógyászat fejlődése révén elkezdődött az emberi szervezet egyes elhasználódott elemeinek kicserélése, pótlása, akkor indultunk el a kiborggá válás útján. De azért, ha betömik egy fogad, attól még nem lettél kiborg! De vajon hol a határ? Az ember és gép összeolvadásának egyik, ma már gyakran megvalósuló módja, amikor mesterséges szerv veszi át az eredeti szerepét, leginkább gyógyászati céllal. A korszerű művégtagok már agyműködésünk segítségével irányíthatóak. Nagy a fejlődés ezen a területen, bár egyes bonyolultabb emberi szervek mesterséges pótlására még nincs lehetőség. Ilyen például az agy.



Az összeolvadás másik módja, amikor az emberi tudat kerül be a számítógépes világba. Egy ilyen összeolvadás történik a virtuális valóság használatakor, hiszen ekkor a számítógép által megjelenített s életre keltett világba kerülünk. A virtuális valóság már létezik, arról azonban nincs még szó, hogy az emberi tudat a testből egy számítógépbe kerülne át, mint ahogyan azt többen megálmodták. Ehhez mindenesetre fontos lenne tudni, hogy mi is az az emberi tudat. A mesterséges intelligencia és az emberi tudat nagyon elemi összekapcsolódását mindnyájan átélhetjük, amikor GPS-navigációt használunk. A GPS-navigáció megpróbál elvezetni minket célunkhoz, és a megfelelő forgalmi helyzet és térkép ismeretében helyettünk hoz döntéseket.

Mindez előrevetíti annak lehetőségét, hogy az élet más területein – például a párválasztásban – is a mesterséges intelligenciára támaszkodunk majd. Vajon milyen irányban fejlődik tovább az emberi faj, ha ilyen szorosan együttműködik az általa teremtett, de nála sokszor gyorsabb és gyorsabban tanuló intelligenciával? Milyen mértékben célszerű a Google-re támaszkodnunk döntéseink meghozatalában? Milyen lesz a párválasztó GPS?

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Nézz utána, milyen mesterséges szerveket használnak ma az orvostudományban! Állítsd sorrendbe a szerveket az alapján, hogy milyen fejlett technológiát használnak előállításukhoz!
- Építs számítógéppel vezérelhető műkezet vagy egyszerű robotkart! Vagy nézd meg, milyen hasonló eszközöket építettek mások! Mire képesek ma az ilyen távolról vezérelhető eszközök?
- Próbáld ki a virtuális vagy kiterjesztett valóságot, és írj úti beszámolót tapasztalataidról!
- A tévében már néha láthatóak virtuális autóversenyekről vagy kerékpárversenyekről szóló közvetítések. Virtuális valóságot figyelhetsz meg akkor is, ha videójáték-közvetítést vagy -felvételt nézel. Nézz utána, hogyan lehet csatlakozni egy virtuális kerékpárversenyhez!
- Szervezz vitát azzal kapcsolatban, hogyan nézzen ki a párválasztó GPS, milyen mértékben lenne célszerű a használata! A témát sokan, sokféleképpen feldolgozták. Ezekből is kiindulhatsz. Melyek azok a megoldások, applikációk, amelyeket már ma is használnak?

8. Drónok

2021-ben az egyik hírportál arról tudósított, hogy harci drónok ütöttek rajta egy város ostromából visszavonuló katonákon. A drónok kameráik segítségével vették észre és azonosították célpontjaikat, amelyeket emberi beavatkozás nélkül, saját döntésük alapján vettek tűz alá. A tudósítás szerint a II. világháborús kamikazetámadásokról kamikazedrónoknak elnevezett eszközök már több államban is szolgálatban állnak, de a hírek alapján eddig a támadási parancsok kizárólag emberi operátoroktól érkeztek.



Az építészek minőség-ellenőrzést végeznek a drónra szerelt kamera segítségével.

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Állítsd össze azoknak a leggyakoribb, békés célú munkafolyamatoknak, feladatoknak a listáját, amelyeket ma is drónokkal végeztetnek el! Miért előnyös a drónok alkalmazása az adott feladatra?
- Nézz utána, hogyan lehet drónpilótává válni! Segíts osztálytársaidnak, hogy ők is tájékozottak legyenek! Milyen kockázatokat hordoznak a mind jobban elterjedő, mind többek számára elérhető drónok?
- Keress a drónokkal kapcsolatos harci cselekményekről szóló híradásokat! Készíts összefoglaló írást arról, mennyire veszélyes ma egy drónhadsereg!
- Nézz utána, hogyan működik egy, a boltban is megvásárolható, egyszerű drón! Mi hajtja, hogyan képes megőrizni az egyensúlyát, hogyan lehet irányítani?
- Szerinted valóban fel kell készülnünk arra, hogy a drónok, vagy más gépek önállósítják magukat? Te hogyan akadályoznád meg, hogy a közeli jövőben a gépek esetleg indokolatlanul támadjanak emberekre?

JAVASOLT FORRÁSOK

A témakörben szereplő összes részterület kapcsán vizsgálhatod a korábbi korszakok és napjaink könyvekben és filmekben megjelenített utópiáit, elképzeléseket a közben már jelenné vált jövőről, illetve a ma még ismeretlen jövőről. Gazdag, lényegében kimeríthetetlen anyag áll rendelkezésedre!

A digitális tankönyvtárban vagy más elektronikus gyűjteményben elérhető könyvek

MIK

Mesterséges Intelligencia Koalíció – honlap

A témával foglalkozó nyomtatott, könyvesboltban, könyvtárban elérhető friss anyagok és korábbi tankönyvek:
OH-FIZ910TA/I. Fizika 9–10. I. kötet (Oktatási Hivatal, 2021)
OH-FIZ910TA/II. Fizika 9–10. II. kötet (Oktatási Hivatal, 2021)

www.bitport.hu vagy más internetes szakmai újságok

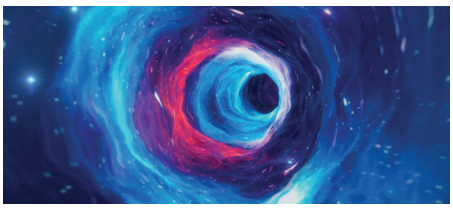
www.bitport.hu

Egy elfogadott szakmai szervezet vagy ismeretterjesztő szervezet magyar honlapja. Például: National Geographic (www.ng.24.hu)

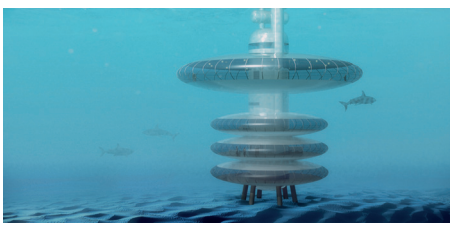
ng.24.hu

III.

Fantázia és valóság: Földünk és a világűr, ahogy a fantasztikus filmekben megjelenik



Földünk folyamatosan változik. Mindez befolyásolja a földi életet, s maga a földi élet, elsősorban az ember nagymértékben befolyásolja a Föld állapotát. Az ember szempontjából meghatározó kérdés, hogy meddig maradhat lakható a Föld, s túlélheti-e az emberiség a Föld lakhatatlanná válását. Mi a felelősségünk abban, hogy bolygónk minél tovább élhető maradjon? Múltbéli katasztrófák emlékeztetnek a Földre leselkedő véletlenszerű veszélyekre, saját tudományos megfigyeléseink a Földön lezajló változások irányára. A Föld jövője és az emberiség jövője jelenleg elválaszthatatlan egymástól, de a tudomány fejlődése révén egyre nagyobb az esélye annak, hogy az emberiség a Földön kívül is fennmaradhat, hogy egyszer – ha ez már elengedhetetlen lesz – elhagyhatja a Földet. Ebben a fejezetben olyan feladatokat és problémákat fogalmaztunk meg, melyek ezeket a meglehetősen húsba vágó kérdéseket járják körül. Hogyan védekezzünk a kozmikus véletlenek ellen? Hogyan maradhat a Föld minél hosszabb ideig lakható? S ha el kell hagynia az emberiségnek a Földet, milyen lehetőségek állnak előtte? A fantasztikus filmek mindig a tudományos tények előtt járnak. De fontos átgondolnunk, mi tartozik pusztán a fantázia birodalmába, és mi a valóság, illetve melyek azok az elképzelések, amik ma még csak álomnak tekinthetők, de egyszer valósággá válhatnak.

A RELATIVITÁSELMÉLET ÉS AZ IDŐ

A klasszikus newtoni fizika a két esemény között eltelt időt abszolútnak tekinti. Ez azt jelenti, hogy ha kiemelünk bármelyikünk életéből két eseményt, tehát például azt, amikor ezeket a sorokat olvasod, s azt, amikor legközelebb megmártózol a Balatonban, akkor e két esemény között eltelt idő ugyanakkora lesz minden megfigyelő (mindenki) számára. Ez az állítás annyira nyilvánvalónak tűnik, hogy nehéz elképzelni az ettől eltérő valóságot. Ezzel szemben a konkrét mérésekkel is alátámasztott tény az, hogy két esemény között eltelt idő függ a megfigyelő mozgásától.



Az idő relativitása a gravitációs tér hatásaként is megnyilvánul

A te életed bármely két pillanata között eltelt idő csak a te időd (sajátidő), s ez mindig rövidebb, mint amit bárki más mér, aki a te két életpillanatod között hozzád képest mozgott. Ez azt jelenti, hogy mindenki a maga sajátidejében él, s időink nem telnek pontosan azonosan (időtorzulás). Így válik valósággá az a lehetőség, hogy egy nagy sebességű űrhajón utazó űrhajós a Földről célpontja felé tartva kevesebbet öregedjen útja során, mint azok, akik az úti céljánál várják.

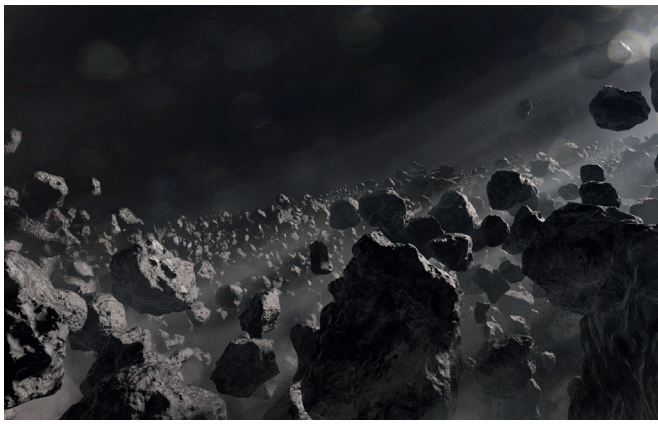
Az idő „relativitása” a gravitációs tér hatásaként is megnyilvánul. Egy nagy torony tetején, azaz a Föld közepétől egy kicsit távolabb, valamivel gyorsabban telik az idő, mint a torony alján. Ez az eltérés a GPS-műholdak esetében is kimutatható, és figyelembevételük a pontos helymeghatározás szempontjából elengedhetetlen. Általában is érvényes, hogy egy nagy tömegű égitest közelében lassabban telik az idő, mint attól tisztes távolságban.

Az idő „lassulása” a hétköznapokban észlelhetetlen jelenség. A mozgással összefüggésben csak a fénysebesség 10%-ánál nagyobb sebességek esetén szokták egyáltalán figyelembe venni a relativisztikus hatást. A gravitáció időre gyakorolt hatása akkor jelentős, ha egy nagyon nagy égitest nagyon sűrű, így gravitációs középpontjához kellően közel lehet kerülni. Ilyen lehet például egy fekete lyuk. De a hatás már a GPS-műholdak esetében sem elhanyagolható.

AZ ASZTEROIDÁK

Az aszteroidák vagy kisbolygók mindenütt előfordulnak a Naprendszerben. Van azonban két jellegzetes övezet is, ahol különösen sok található: a Mars és a Jupiter között, valamint a Neptunuszon túl (Kuiper-öv). A kisbolygók vagy aszteroidák – a meteoroidokhoz hasonlóan – jellemzően egy nagyobb égitest feldarabolódásából keletkeztek, s a Kepler-törvényekkel összhangban Nap körüli ellipszispályákon keringenek. A Mars és Jupiter közötti kisbolygóövben milliószámra találhatunk 1 kilométernél nagyobb átmérőjű aszte-

roidákat. Vannak olyan kisbolygók is, melyek megközelítik a Földet, ahogy a legismertebb meteorrajok pályája is keresztezi a Föld pályáját. Miközben a porszemcse méretű meteorok a Föld légkörében látványos fényjelenséggel elégnek, de a Földre semmilyen veszélyt nem jelentenek, egy kisbolygó becsapódása a Földbe súlyos katasztrófát okozhatna, ahogy már okozott a múltban is. A kozmikus törmelékkel, szikladarabokkal, kisbolygókkal egyrészt tehát számolni kell, ha azok megközelítik a Földet, másrészt pedig figyelembe kell vennünk jelenlétüket, ha az ember valamilyen űrjárművel a Föld elhagyására készül.



A kozmikus törmelék mérete a porszemtől a kisbolygók méretéig terjedhet

A KLÍMAVÁLTOZÁS KÖVETKEZMÉNYEI

A Föld klímájának változása az ember megjelenése előtt is zajlott. Tehát nem a változás jelenti a problémát, hanem az, hogy az ember olyan változások okozója lehet, melyek megbontják a Föld, vízburok és légkör dinamikus egyensúlyát, azaz egyirányú, visszafordíthatatlan és a földi életet veszélyeztető következményekkel járnak. Az egyre szélsőségesebb időjárással, a vízszint emelkedésével, a hőmérséklet növekedésével együtt járó folyamatok ütemét és pontos lefolyását lehetetlen megjósolni, de az aggasztó jelek már nemcsak a kutatókat, hanem a közvéleményt is erősen foglalkoztatják, hiszen jelentős veszélyekre figyelmeztetnek a nem túl távoli jövőben. Ezzel összefüggésben jelentek meg a Föld katasztrofális pusztulását vizionáló könyvek, filmek s más művészeti alkotások.



A klímaváltozás a tenger partján lévő városok pusztulását okozhatja.

MESTERSÉGES GRAVITÁCIÓ

Az emberi szervezet hosszabb távon nem tud alkalmazkodni a súlytalanság állapotához. Ezért van szükség a „mesterséges gravitációra”. A mesterséges gravitáció egy adott környezetben mesterségesen létrehozott, nagyjából homogén erőteret jelent, azaz a testekre tömegükkel egyenesen arányos, egy irányba ható

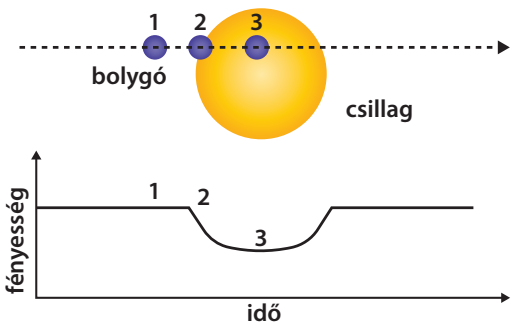


Futurisztikus elképzelés a mesterséges gravitáció létrehozására

erőket feltételez. Ezen erők iránya határozza meg a „fent és a lent” fogalmát. A mesterséges gravitáció létrehozására a legegyszerűbb megoldás egy hengerszimmetrikus űrállomáson, ha azt tengelye körül forgatjuk. Így az űrállomás forgástengelye felől palástjának irányába úgynevezett centrifugális erő fog hatni, ami a gravitációt pótolja. Pontosan úgy nyomódnak az emberek a forgás során az űrállomás palástjának belső falához, ahogy a vizes ruha a centrifuga dobtárának falához a centrifugálás közben.

EXOBOLYGÓK

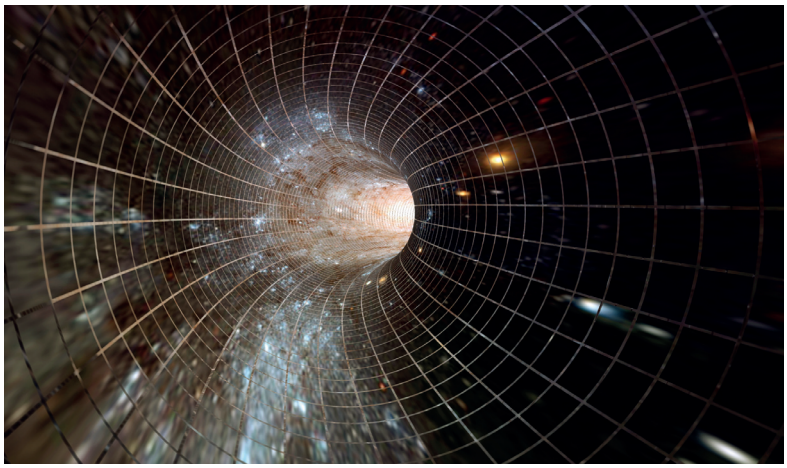
Exobolygóknak nevezzük azokat a bolygókat, melyek nem a Nap körül keringenek, hanem egy másik csillag bolygórendszeréhez tartoznak. Az elmúlt évtizedekben rengeteg exobolygót fedeztek fel. Az exobolygók felfedezésének legegyszerűbb módja a bolygórendszer központi csillagának fényességvizsgálata. Amennyiben az exobolygó a csillag körüli keringése során a Földről nézve kitakarja a csillagot, annak fényessége csökken. A fényességcsökkenés mértékéből, a fokozatos fényességváltozás időtartamából az exobolygó méretére, a csökkenések periódusából az exobolygó keringési idejére következtethetünk.



Az exobolygók felfedezésének egyik módszere, a tranzitmódszer

FEKETE LYUKAK, FÉREGLYUKAK

Egy nagy tömegű csillag gravitációs összehúzódása során olyan sűrűvé válhat, hogy felszínét már a fény sem tudja elhagyni. Ettől a pillanattól kezdődően a csillagról semmilyen információ nem érkezik a csillagon kívüli világba. A csillag ekkor fekete lyukká vált, melynek mérete az a tértartomány, melyet a csillag a fekete lyukká válás pillanatában elfoglalt, attól függetlenül, hogy a csillag összehúzódása folytatódik. Ahogy korábban írtuk, a gravitációs tér és az idő szoros kapcsolatban áll (a téridő szerkezete határozza meg a gravitációt), ezért jelenlegi tudásunk szerint van elvi lehetősége annak, hogy egy megfelelő fekete lyukon keresztül utazni lehessen a téridőben. Az olyan fekete lyukak, melyek a téridő egy másik tartományára „nyílnak”, az úgynevezett féreglyukak. A féreglyukakon való átkelés lehetőségét előszeretettel használják ki a tudományos-fantasztikus irodalomban és filmekben anélkül, hogy ennek részleteiről és következményeiről pontos tudományos bizonyítékokkal rendelkeznénk.

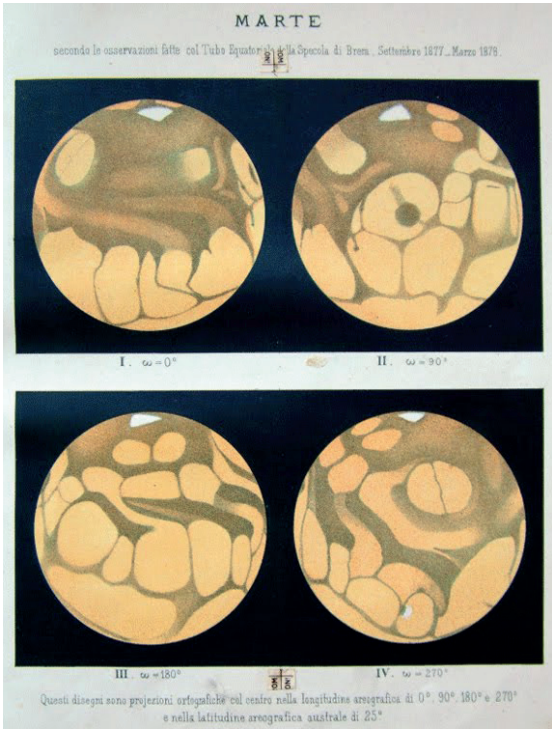


Féreglyuk elképzelt képe az univerzumban

TÉMÁK, PROBLÉMÁK, KÉRDÉSEK

1. Mit gondoltak eleink a marsi életről, miért hittek a marslakók létezésében?

A gondolkodó embert a kezdetektől foglalkoztatta a kérdés, egyedül vagyunk-e az univerzumban, vagy lehetséges másutt is értelmes élet. Ahogy tudásunk gyarapodott, a világ kitágult számunkra, s a lehetséges értelmes élet helyszínei mind messzebbre tolódtak a Földtől. A 20. század elején a Mars bolygó volt az a hely, ahol a földön kívüli életet sokan felfedezni vélték. Többen a Mars értelmes lényei által létrehozott csatornákat figyeltek meg a bolygó felszínén, de persze később kiderült, hogy ezek a megállapítások megalapozatlanok voltak. Az írók is felfigyeltek a témára, például H. G. Wells *Világok harca* című művében az emberek marslakók elleni küzdelmét örökítette meg. Az 1930-as években Orson Welles e regényből született rádiójátéka okozott óriási tömegpánikot az Egyesült Államokban, mivel a rádiózás hőskorában sokan valóságosnak vélték a marslakók támadását. A marslakók, mint értelmes földön kívüli lények sztereotip képe máig is él, visszaköszön írott szövegeinkben, komoly és kevésbé komoly filmjeinkben.



A Mars bolygó feltételezett felszíni alakzatai

Földön kívüli lény (marslakó) feltételezett képe



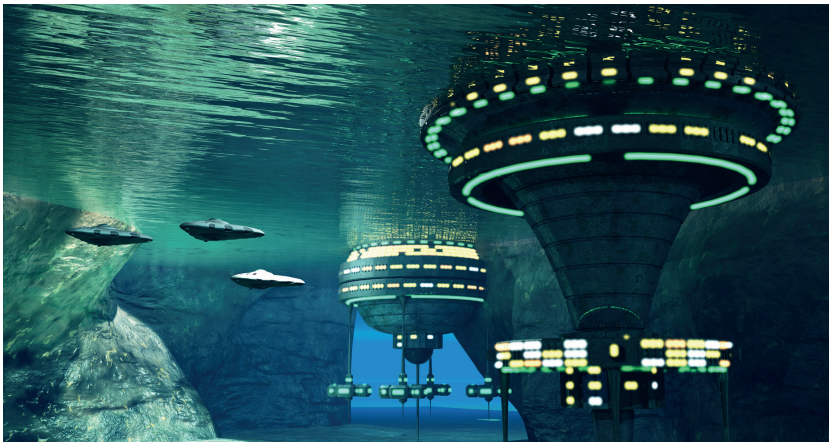
Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Tekintsd át a marslakókkal kapcsolatos hiedelmeket! Hogyan gondolkodtak a témáról a 19. században? Miképpen jelenik meg filmjeinkben, az irodalomban? Gyűjts marslakós vicceket! Idézd fel Orson Welles pánikot okozó rádiójátékának történetét!
- Vizsgáld meg a Mars-csatornák történetét, a csatornák megjelenítését, térképét különböző könyvekben, Schiaparelli és Lowell ezzel kapcsolatos nézeteit!
- Gondolkodhattok, vitázhattok a földön kívüli élet lehetőségein. Vizsgálhatjátok az ezzel kapcsolatos múltbeli és jelenkori elképzeléseket és kutatási programokat, filmeket. Áttekinthetitek a kérdéskör filozófiai, történeti hátterét.
- Tájékozódj a Mars meghódításával kapcsolatos tervekről, nehézségekről, az aktuális menetrendről, a Mars meghódítását célul tűző emberekről, országokról! Vizsgáld a témakör feldolgozását filmekben! Mennyiben adott a vizsgált film reális képet a tervezett utazás nehézségeiről?
- Kik voltak azok a híres magyar „marslakók", akik a Manhattan-terv kapcsán szereztek elismerést hazánknak? Honnan kapták a nevüket?

2. A Föld lehetséges jövőjének megjelenése a filmekben, regényekben

A Föld jövője mindannyiunkat foglalkoztat. Vajon milyen következményei lesznek a klímaváltozásnak? Milyen természeti csapások érhetik a Föld felszínét? Hogyan élhetik túl az emberek a Föld éghajlatának átalakulását? Meg tudjuk állítani ezeket a folyamatokat? Egy új stílusú, modern építészet és a tudomány eredményeinek felhasználásával lakható maradhat-e a Föld sokkal szélsőségesebb és mostohább időjárási körülmények között, vagy a Föld felszíne lakhatatlanná válik, s esetleg a Föld belsejébe kell költöznie az emberiségnek? Ezeket a kérdéseket számos irodalmi mű és film taglalja.

A feladat ilyen és ehhez hasonló utópiák feldolgozása, s annak elemzése, mennyire lehetnek reálisak az azokban megfogalmazott elképzelések. De magatok is készíthettek modelleket a Föld jövőjével kapcsolatban, tervezhettek (modellezhettek) olyan építményeket, melyek a Föld jövőbeli fizikai viszonyaira reflektálnak.



A jövő városainak futurisztikus képe sokféle lehet

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Tájékozódj a klímaváltozás lehetséges következményeiről az interneten fellelhető pesszimistább és optimistább modellek alapján! Milyen következményeket fogalmaznak meg ezek a modellek, és mennyi idő múlva várhatóak ezek a következmények az óceáni szigetekre, tengerparti városokra, a Kárpát-medencére vonatkozóan?
- Tervezz tengerparti városokat, épületeket a tengerszint erőteljes emelkedését követő időszakra!
- Hogyan dolgozzák fel a katasztrófafilmek a tengerszint jelentős emelkedésének bekövetkezését? Végezz gyűjtőmunkát!
- Mit kell tennünk a Föld lakhatatlanná válásának elkerülésére, illetve hogyan alakítsuk át élettereinket, ha a klímaváltozás következményei még súlyosabbakká válnak? Ismerkedj mások elképzeléseivel, gondolkozz önállóan, keress irodalmi és filmes feldolgozásokat!

3. Ha el kell hagyni a Földet… Űrvárosok a fantasztikus irodalomban, filmekben. Az űrvárosok életkörülményeinek megteremtése

Ha az emberiség a Föld elhagyására kényszerül, hosszú utat kell megtennie, amíg egy kiszemelt másik bolygóhoz elér. Hogyan élheti túl ezt a vándorlást? Milyen űreszközzel teheti meg a hosszú utat egy városnyi ember? Hogyan biztosítják az út során a földihez hasonló életkörülményeket? Hogyan pótolják a gravitáció hiányát? Honnan lesz fény, honnan nyernek energiát, táplálékot az űrvárosban? Mit tesznek a hulladékkal? Milyen pszichológiai és egészségügyi problémákkal kell szembenézniük? Ezeket a kérdéseket irodalmi alkotásokban és filmekben, valamint az interneten sokan feldolgozták, vizsgálják. A feladat ilyen és ehhez hasonló problémák vizsgálata, mások elképzelései vagy önálló gondolataitok alapján. A feladat keretein belül magatok is megtervezhettek egy űrvárost vagy annak bármely kisebb

egységét. Az űrvárosokban megvalósítandó mesterséges gravitáció akár egy függőleges tengely körül forgó biciklikerék segítségével is modellezhető vagy akár tanulmányozható.



Az űrvárosok kérdése számtalan új problémát vet fel

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Nézz utána, milyen tervek és elképzelések születtek a fantasztikus irodalomban és filmekben a nagyobb embercsoportot befogadó mesterséges bolygók, űrvárosok kialakítására, azok ellátására stb.!
- Tervezz mesterséges gravitációt vagy valamilyen, a gravitációt kiváltó rendszert egy űrállomásra, űrvárosba! Modellezd, ábrázold, magyarázd, érdeklődésed szerint!
- Vizsgáld az űrutazás emberi szervezetre gyakorolt hatását, az űrbéli környezet veszélyeit az űrhajósok vagy űrvároslakók egészsége szempontjából! Tanulmányozd a súlytalanság állapotának következményeit, a mesterséges gravitáció lehetséges hatásait!
- Elemezd egy űrvárosban zajló hétköznapok és a földi élet hasonlóságait, különbségeit: a napirend kérdését, a bioritmus, az alvásmennyiség problémáját! Javasolj megoldásokat tartós űrutazások esetére!

4. Az ember más bolygókon való megtelepedésének lehetőségei a filmekben és a valóságban. Az élet meghonosítása más bolygókon

Ha az emberiségnek más lakóbolygót kell keresnie, akkor az odajutáson túl fontos kérdés, hogy milyen fizikai viszonyok jellemezzék az új bolygót, mi szükséges ahhoz, hogy az emberi életre alkalmas legyen. Hol keressük ezt az exobolygót? Az exobolygók kutatása a csillagászat gyorsan fejlődő területe. Hogyan határozható meg egy bolygórendszerrel rendelkező csillag környezetében az úgynevezett lakhatási zóna, amely az a tartomány, ahol emberi életre alkalmas bolygókat remélhetünk? Nyilván kicsi az esélye annak, hogy valaha egy Földhöz nagyon hasonló bolygóra költözzünk át. De ha nincs másik Föld, hogyan



Űrhajós egy exobolygón

tehető egy bolygó az ember számára élhetőbbé? Hogyan kell életben maradni a Marson? Képesek vagyunk-e saját igényeink szerint alakítani az új Föld felszínét, klímáját, tudunk-e életet vinni egy élet nélküli bolygóra, s el tudjuk-e terjeszteni, önfenntartóvá tudjuk-e tenni ott az életet? Ezeket a kérdéseket sokan vizsgálták. Megjelennek a szépirodalomban, a filmekben, valamint természetesen a tudományos publikációkban. Feladat lehet ezen anyagok feldolgozása, önálló elképzelések megfogalmazása, akár egy okoslakóház – például egy bázis a Holdon – megtervezése az égitesten uralkodó feltételezett fizikai viszonyok alapján. Munkád eredménye lehet a holdbázis rajza, makettje.

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Nézz utána az exobolygó-kutatás módszertanának, az eddig azonosított legfontosabb exobolygóknak, mutasd be azt, hogy hogyan nyerhetők a megfigyelési adatokból az exobolygókra, illetve központi csillagukra vonatkozó információk!
- Tervezz meg egy bolygót (méret, keringés, forgás, légköri nyomás, hőmérséklet, gravitáció, tengelyferdeség stb.), majd tervezz a bolygóra élőlényeket, melyek az általad teremtett viszonyokhoz alkalmazkodni tudnak! Tervezz épületeket az odalátogató földieknek, melyek védenek a bolygó időjárásától! Rajzolj, számolj, modellez, írj, érdeklődésed szerint!
- A Mars, illetve a Hold meghódítása, akár állandó telepek létrehozása a nem túl távoli jövőben megvalósulhat. Tervezz épületeket ezekre az égitestekre, gondolkodj azon, hogyan alakíthatjuk át felszínüket, klímájukat, hogy kényelmesebbé tegyük az emberek számára, gyűjtsd össze, milyen megoldásokat találsz a fantasztikus irodalomban, filmekben!
- Nézz utána, hogyan szabályozza a jog az ásványkincsek és a föld birtoklását más bolygókon! Elvileg lehet tulajdont szerezni a Holdon? Meg lehet venni egy kisbolygót? Kitől, mennyiért? Kik adhatnak nevet az aszteroidáknak? Vannak olyan magyarok, akikről kisbolygót neveztek el? Kik ők? Élőkről is el lehet nevezni kisbolygót? Vásárolni is lehet elnevezést?
- A fantasztikus filmek és irodalom régóta foglalkozik az élet különböző formáival az exobolygókon. Gyűjts példákat ezekre, s elemezd, hogy a feldolgozott anyagok mennyire felelnek meg a tudományosság kritériumainak!

5. Nagy távolságú utazások mikéntje, elvi lehetőségei a fizika alapján (relativisztikus hatások, hibernálás, fekete lyukak, féreglyukak)

A fantasztikus irodalom sokat foglalkozik az univerzum felfedezésére irányuló utazásokkal. A hozzánk legközelebb lévő galaxis, az Andromédaköd tőlünk két és fél millió fényévre található, azaz még a nagyon gyors fénynek is két és fél millió évre van szüksége, hogy elérjen oda. Ezért a galaktikus utazások legnagyobb nehézsége az, hogy sokáig tartanának. Az emberiség története elenyésző idejű egy galaktikus utazás várható időtartamához képest. Hogyan jut-



Űrutazásokra felkészülés a fantasztikus irodalom alapján

hatunk el egyszer egy másik galaxisba vagy csupán csak egy másik bolygórendszerbe a világegyetem emberi léptékkel mérve óriási távolságai mellett? A lehetséges megoldások legfőbb típusai egyebek mellett a következők: hibernálás, azaz az élet tetszés szerinti idejű konzerválása; a nagy sebességű utazásból fakadó időnyereség, vagyis a relativisztikus időtágulás; vagy a görbült téridő izgalmas objektumain, a féreglyukakon való átutazás. Hogyan dolgozzák fel ezeket a lehetőségeket a fantasztikus filmekben és irodalomban? Mi az általatok vizsgált megoldások tudományos alapja? Milyen ötletek fogalmazhatók meg a felsoroltakon kívül? Egy intergalaktikus utazást – ha nem hibernált állapotban töltjük – pszichológiai szempontból is izgalmas vizsgálni. Hány generáció kell ahhoz, hogy célba érjünk? Lehetséges, hogy teljes generációk utaznak? Hogyan viseljük el egymást összezárva?

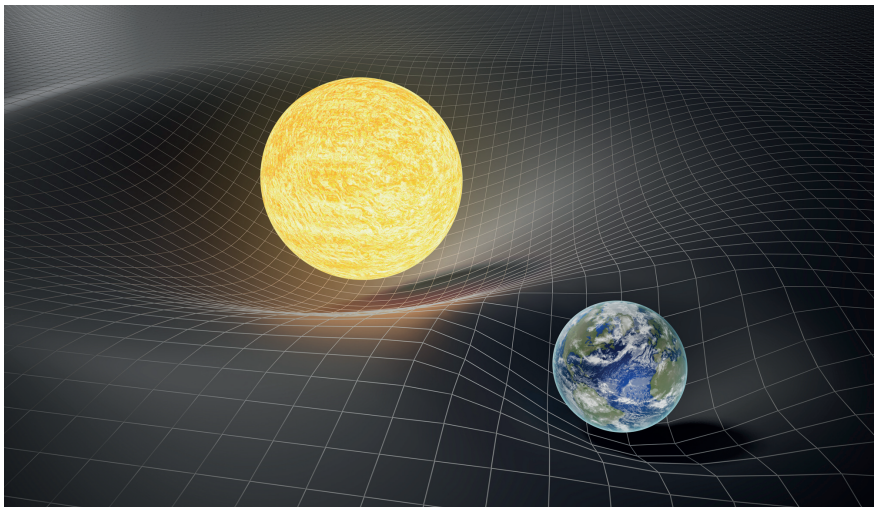
A felvetett kérdések az interneten fellelhető anyagok és fantasztikus filmek elemzésére, a nyitott kérdések megvitatására, saját ötletek végiggondolására egyaránt alkalmasak.

Ajánlott feladatok, tevékenységek

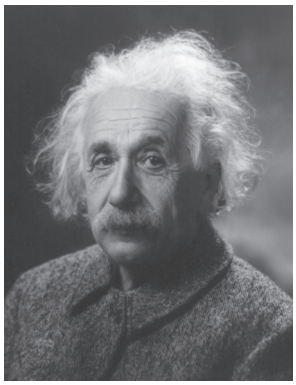
- Nézz utána, milyen lehetőségei vannak az emberi test hibernálásának, hogyan hibernálják magukat egyes földi élőlények, nyerhetünk-e ezáltal használható tudást az ember hibernálásával kapcsolatban! Gyűjts példákat, hogyan dolgozták fel a témát egyes fantasztikus filmek, illetve a fantasztikus irodalom!
- Tájékozódj arról, hogy mit jelent a speciális relativitáselméletben megfogalmazott időtágulás, hogyan lehet, lehet-e a jelenséget nagy távolságú utazás során kihasználni!
- Nézz utána, mit jelent, és mi a tudományos alapja egy féreglyukon át történő téridőutazásnak, mi az utazás következménye, kockázata, mennyire realisztikus a közeli jövőben a megvalósítása! Hogyan dolgozták fel a megoldást a fantasztikus filmek és irodalom?
- Vizsgáld meg a hosszú távú űrutazás során elkerülhetetlen összezártság pszichológiai következményeit, tájékozódj pszichológusoknál, nézz utána az űrpszichológia ezen területével foglalkozók munkájának!

6. Az idő valódi természetéből fakadó problémák felvetése

A relativitáselmélet időképének megértése meglehetősen bonyolult, a középiskolás fizika kereteit messze meghaladó feladat. Ugyanakkor az idő valódi természetének következményeire vonatkozó érdekes kérdések akkor is felvethetők, ha nem értjük pontosan, miért olyan az idő természete, mint amilyennek megismertük. Mit jelent az a tény, hogy két esemény között eltelt idő az egymáshoz képest mozgó megfi-



Az Einstein-féle téridő háromdimenziós ábrázolása



Albert Einstein, a speciális és az általános relativitáselmélet megalkotója

gyelők szerint más és más lesz? Ki méri helyesen az időt? Ha ez nem dönthető el, akkor melyik megfigyelő öregszik gyorsabban (ikerparadoxon)? Lehetek-e egyidős a jövőben egy nálam fiatalabb emberrel? Mehetek-e visszafelé az időben? Lehetséges-e, ha megbetegszem, elérni, hogy az én saját időm lassabban teljen a betegségem gyógyszerét kutatók idejénél, s így kifejleszthessék a betegségem gyógyszerét, mielőtt az elvinne engem? Mennyi időt nyerek egy repülőúttal? Ha az idő „nézőpont kérdése", akkor mit jelent az egyidejűség? Az is nézőpont kérdése? Ha igen, akkor hogyan definiáljuk a múltat, a jelent és a jövőt? Milyen tapasztalatok igazolják az időtágulatációt a mindennapi gyakorlatban? Hogyan fogadta a közvélemény Einstein gondolatait az időről? Miért lett Einstein „celeb" a maga korában? Ilyen és ehhez hasonló kérdéseket vizsgálhat az, akit nem riaszt vissza az idő valódi természetének rendkívül szokatlan volta.

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Ismertesd Albert Einstein életét, kutatását, népszerűségének okait!
- Téridőben élünk. Mit jelent ez az állítás? Mi az értelme annak a mondatnak, hogy „Aki távolba néz, az a múltba tekint"? Mit látunk, amikor felnézünk a csillagos égre, mikor a Tejútrendszer csillagait csodáljuk egy tiszta éjszaka? Milyen következményekkel jár a fénysebesség véges volta a látvány értelmezése szempontjából?
- Mit jelent az egyidejűség relativitása? Milyen hatással van az egyidejűség relativitása a múltra, a jelenre és a jövőre vonatkozó elképzeléseinkre?
- Mit jelent az idő relativitása? Milyen tévképzetek a legjellemzőbbek az idő relativitásával kapcsolatban? Mi az ikerparadoxon? Hogyan lehet feloldani?

7. Néhány űrháborús film vagy katasztrófafilm (részleteinek) megtekintése, a filmbeli jelenetek, történések fizikai hátterének elemzése, azok realitásának, a filmekben megjelenő természettudományos tévedéseknek a vizsgálata

A katasztrófafilmek, űrháborús fantasztikus filmek és videójátékok rendkívül népszerűek, mivel a jövő izgalmas kérdéseit feszegetik, s a filmes vizuális effektek fejlődése révén lélegzetelállító képi világba vezetnek minket. De vajon mennyire felelnek meg a filmes trükkök a természettudományos elvárásoknak? Milyen hibákat, tudományos tévedéseket találunk ezekben a filmekben? Mikor kapcsolja ki egy űrhajó a hajtóművét? Amikor leszáll a célpontra, vagy amikor utazópályára áll? Vajon hogyan nézne ki a valóságban egy világűrben zajló lézerharc? Milyen hangok juthatnak el hozzánk az űrben folytatott küzdelem során? Milyen következményei lehetnek egy űrbéli robbanásnak? Mekkora sugárterhelésnek vagyunk kitéve az űrben? Mi történik, ha kilyukad az űrhajó, vagy tönkremegy valamilyen berendezés rajta?



A Challanger űrrepülőgép felrobbanása 1986. január 28-án

A fantasztikus filmek készítése során elkövetett hibákat, következetlenségeket számos internetes csoport gyűjtögeti. A hibák felismeréséből is sokat lehet tanulni. Akit inkább a valóság érdekel, az űrkutatás történetének űrkatasztrófáit, emberéleteket követelő tragédiáit dolgozhatja fel. Ezek egy részét filmekben is megörökítették. Az űrkorszak tragédiái komoly hatással voltak és vannak az űrkutatás fejlődésére. Feladat lehet tehát egyebek mellett a fantasztikus filmek hibáinak elemzése, poszter készítése az űrkutatás történetéből, az űrkutatás valódi katasztrófáiról, azok okáról, hátteréről s az űrkutatás fejlődésére gyakorolt hatásukról.

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Keress jellegzetes hibákat fantasztikus filmekben! Elsődlegesen olyan hibákra gondolunk, amikor a készítők a fizika törvényeit nem vették kellő alapossággal figyelembe.
- Mutasd be az emberes űrkutatás történetét a 60-as évektől a napjainkig!
- Milyen űrkatasztrófák történtek az elmúlt 60 évben, mi volt ezeknek az oka, mit tanultunk belőlük?
- Mutasd be a magyar űrhajósok élettörténetét, járj utána azoknak a terveknek, amelynek célja magyar ember űrbe juttatása! Tájékozódj az űrkutatás magyar tudományos műhelyeinek és hivatalainak munkájáról, azokról a világűrre vonatkozó nemzetközi egyezményekről, melyeket Magyarország is elfogad!
- Nézz utána azoknak a magyar fejlesztésű eszközöknek, melyek a világűrben jártak, vagy a közeljövőben fognak! Lehetőség szerint vedd fel a kapcsolatot a témával foglalkozó magyar mérnökökkel!

8. Adatgyűjtés a Földre potenciálisan veszélyes égitestekről, az ezeket vizsgáló csillagászati módszerekről, műszerekről. Egy pusztító meteorbecsapódás megakadályozásának lehetőségei. Meteorbecsapódások nyomai a Földön, ütközések más bolygókkal.

A Földet a földtörténeti korok során számos meteorbecsapódás érte. Ezek némelyike meglehetősen pusztítónak bizonyult. A dinoszauruszok kihalását a legelfogadottabb vélekedés szerint egy a Yucatán-félszigetbe csapódó aszteroida okozta. Egy hasonló méretű aszteroida becsapódása felmérhetetlen pusztítást okozna az egész Földön. Folyamatosan kapjuk a híreket kisebb-nagyobb meteorbecsapódásokról, de ezek eddig nem okoztak jelentősebb károkat az emberéletekben. A Szibéria lakatlan részére 1908-ban becsapódó Tunguz-meteor felbecsülhetetlen pusztítást végezne ma a Föld sűrűn lakott részein. Hogyan ismerjük fel a felénk közeledő veszedelmet? Hogyan védekezhetünk ellene? Miképp téríthetjük le pályájáról, vagy robbanthatjuk fel, mielőtt elérne minket? Reális veszélyről van szó, a probléma nemcsak a tudósokat, hanem a filmforgatókönyvek íróit is megihlette. Valószerű vagy épp a valóságtól elrugaszkodottabb megoldásokat, ötleteket fogalmaztak meg az emberiség aszteroidabecsapódás általi pusztulásának megakadályozására. Nagy



Meteor becsapódása a bolygó felszínébe

számban találkozhatunk olyan filmekkel is, melyekben a természeti csapást nem sikerül megakadályozni. Mik a következményei egy ilyen becsapódásnak? Hogyan fejtik ki pusztító hatásukat rövid és hosszabb távon a becsapódó aszteroidák?

Ebben a témakörben a Földet veszélyeztető kozmikus testek eredetével, azonosításával, pusztító hatásával, eltérítésük, megsemmisítésük lehetőségeivel, az ezzel kapcsolatos tudományos nézetekkel és művészi, szórakoztató alkotásokkal foglalkozhattok, felhasználva meglévő ismereteiteket, valamint a már bekövetkezett becsapódások adatait, illetve a becsapódás témakörével foglalkozó filmeket, irodalmi alkotásokat. Megvizsgálhattok olyan közismert, múltban lezajlott eseményeket is, mint a dinoszauruszok kihalása, melyet valószínűleg egy aszteroida becsapódása okozott. Becsapódásra vonatkozó adatokat nagy számban találhattok az interneten. A közelmúltban nemcsak számtalan, egykori és új földi becsapódást azonosítottak, hanem részletesen megfigyeltek egy a Jupiterbe történő üstökösbecsapódást (Shoemaker–Levy-üstökös).

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Járj utána a dinoszauruszok kihalására vonatkozó elméleteknek, vizsgáld az aszteroidabecsapódás lehetőségét igazoló tényeket, mutasd be a becsapódás következményeit! Nézz utána, hogy mely fajokat érintette a kihalás, és miért nem volt teljes!
- Mutasd be a Tunguz-meteor pusztítását, az erre vonatkozó források tükrében! Elemezd, hogy a lakatlan területre hulló aszteroida mekkora kárt okozott volna, ha egy nagyvárosba csapódik be!
- A Földet veszélyeztető aszteroidák hatását s a hatások elkerülését egyaránt feldolgozták filmekben. Gyűjts ilyen filmeket, filmjeleneteket, és vizsgáld, hogy mekkora a realitása a filmbéli történéseknek természettudományos szempontból!
- A földfelszínt elérő meteordarabot meteoritnak nevezik. Mit lehet tudni a meteoritokról, milyen a kinézetük, hogyan osztályozzák azokat, mennyi hull a Földre, hol lehet látni kiállítva jelentős meteoritokat, illetve hogyan lehet ilyenekhez hozzájutni?
- Meteorbecsapódások nyomával van szabdalva a Föld. Adj meg ilyen helyeket a Google-térképen, keress potenciális becsapódási nyomokat a Földön és a Holdon Google-térkép segítségével vagy a Hold részletes fényképeinek tanulmányozásával. Modellezd a becsapódási eseményeket (például egy lábos vízbe vagy tál homokba bedobunk egy kavicsot), rögzítsd a mobiloddal, elemezd a – lehetőleg lassított – felvételt, értelmezd ennek segítségével a Hold fiatal meteorkrátereinek alakját!

JAVASOLT FORRÁSOK

A NASA honlapja

A Magyar Csillagászati Egyesület honlapja

Űrkutatással kapcsolatos tematikus hírek (Euronews)

Űrvilág, űrkutatási hírportál: www.urvilag.hu

OH-FIZ910TA/II. Fizika 9–10. (ISBN 978-615-6256-52-2, OH, 2020)
FI-505041101 Fizika 11. (ISBN 978-963-682-855-4, OFI, 2021)

NASA

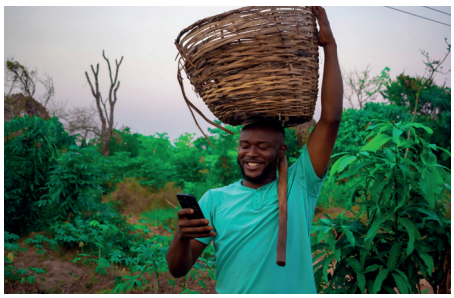
MCSE

euronews

urvilag.hu

IV.

A világfalu

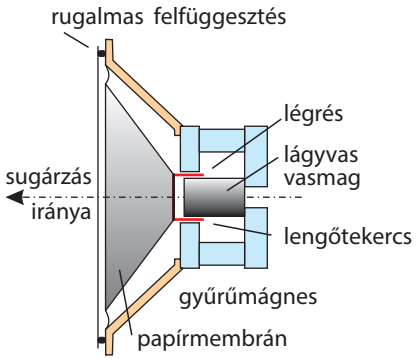





Az elmúlt évtizedekben az elektronika gyors fejlődése lehetővé tette a globális kommunikáció megvalósulását. Az emberek telefonjaikba épített kameráik révén könnyen készíthetnek képeket, videókat, és ezeket pillanatok alatt megoszthatják a fizikailag távol lévő ismerőseikkel. A szociális média felületein szerveződő közösségek összekapcsolják az azonos érdeklődési körű vagy hasonló dolgokkal foglalkozó embereket. A világ csaknem teljes lakossága olyan közel kerülhet egymáshoz kommunikációs szempontból, mint egykor a kis falvak nap mint nap találkozó lakosai. Az internetes vásárlás lehetővé teszi, hogy az eldugott helyeken élők is hozzájuthassanak a korábban csak a nagyvárosok áruházaiban kapható termékekhez. Az így kialakuló virtuális „világfalu”-val kapcsolatos két kérdéskör köré csoportosulnak jelen fejezet problémái és tevékenységei. Ez egyik problémakör az üzenetek felvételéhez és továbbításához szükséges technológiával, illetve a működéséhez szükséges fizikai ismeretekkel kapcsolatos. A másik a hálózatokkal, amelyeket a kommunikációban részt vevő eszközök, illetve az eszközök által egymással összeköttetésbe kerülő felhasználók alkotnak.

HANGOK ÉS KÉPEK FELVÉTELE, LEJÁTSZÁSA

A mikrofonok és hangszórók működése egymásnak fordítottjai. Mindkettő az elektromos áram és a mágnesség kapcsolatán alapul. Az eszköz lelke a könnyen elmozduló lengőtekercs, amit például egy rézvezeték feltekercselésével kapunk. A lengőtekercs megfelelően kiképzett mágneses térben van, és egy alkalmas méretű membránhoz csatlakozik. A hang felvételekor a levegőből érkező hanghullám megrezegteti a membránt, ami megmozgatja a tekercset. A mágneses térben mozgó tekercs végei között a mozgás lefolyását pontosan követő változó feszültség keletkezik.



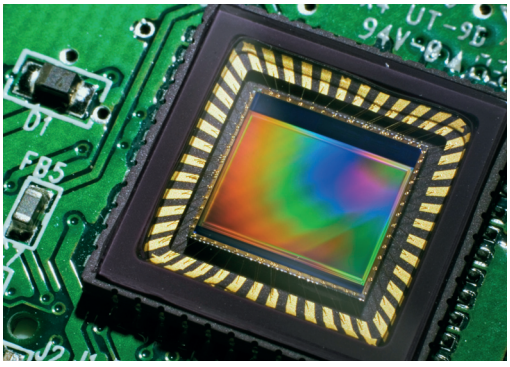
Az egyszerű hangszóró felépítése

A hang visszajátszásakor a lejátszani kívánt hangnak megfelelően változó feszültséget a lengőtekercsre kapcsolják. Abban áram indul meg, az áramra a mágneses térben erő hat, ami elmozdítja a tekercset, a hozzá kapcsolt membránt. A membrán pedig megrezegteti a levegőt, ezáltal hangot kelt.

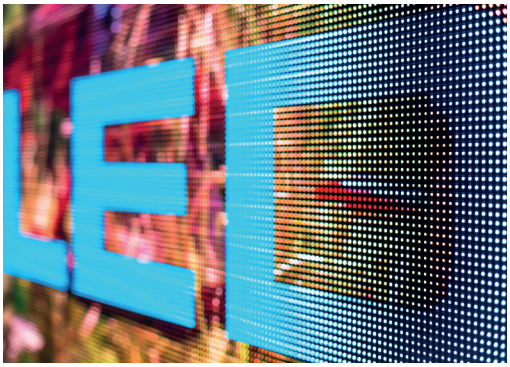
A képek rögzítésének alapja a kamerák, fényképezőgépek félvezető anyagból készült érzékelőjén (CCD) elhelyezett sok kis pixel. A pixeleket – apró fotodiódákat – érő fény a megvilágítás erősségének megfelelően elektronokat szabadít fel a diódák félvezető anyagából, a képet kiolvasó elektronika pedig összegzi, hogy melyik pozícióban lévő pixelből mekkora töltés gyűlt össze. Mindezt meghatározza, hogy az érzékelőt egy bizonyos pontján milyen erős fény érte.

A képek megjelenítése a képrögzítéshez képest fordított folyamat. A képernyő sok apró pixelből áll, a LED-képernyő esetén például fénykibocsátó diódákból. Ezek működését a megfelelően kialakított és gyors elektronika vezérli a kép rögzítésekor keletkezett és tárolt elektromos jelek alapján.

A mozgókép valójában gyors egymásutánban vetített állóképek sorozata. Az agy néhány tizedmásodpercig megőrzi a szem által látott képet, akkor is, ha az már eltűnt. A gyorsan vetített állóképeket ezért látjuk összemosódva folyamatos mozgásként. Ehhez megfelelően felvett, a mozgás egymás utáni pillanatait ábrázoló képeket kell vetíteni.



A CCD-érzékelő



A kép érzékletesen mutatja egy óriási méretű LED-képernyő pixelezettségét

Egy nagyon távoli tárgyról lényegében párhuzamos fénysugarak jutnak a szemünkbe. A jobb és a bal szemünkkel ugyanazt látjuk. Minél közelebb van a tárgy, annál jobban különbözik a jobb és a bal szem által látott kép. A különbség mértéke alapján képes az agy megbecsülni a megfigyelt tárgy egyes részleteinek távolságát és így térben érzékelni a tárgyat. A térbeli tájékozódásban segít a tárgyak látszólagos mérete is. Amelyik tárgy messzebb van tőlünk, az kisebbnek látszik. A 3D filmek felvételekor két képet vesznek fel: azt, amit a bal szem lát, s azt, amit a jobb szem. A lejátszás során azt kell elérni, hogy a szemek csak a nekik szánt képet lássák.

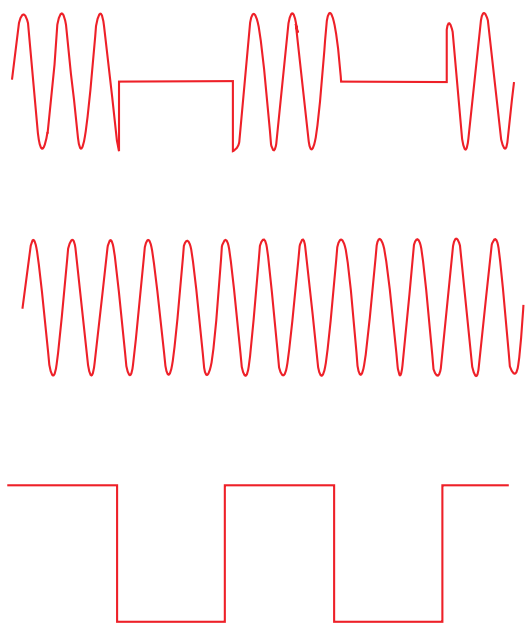


A felhasználó egy a térben előtte megjelenő hologram képernyőt használ

Egészen más elven működik a hologram, amely nemcsak a fény intenzitására, hanem a fényhullámok fázisára vonatkozó információkat is tartalmazza. A tárgy pontjainak eltérő térbeli helyzete miatt létrejövő interferencia-mintázatot rögzítik egy felület pontjaiban, majd ebből a bonyolult interferenciaképből, annak újbóli megvilágításával jön létre a holografikus kép. Ilyenkor tulajdonképpen reprodukálják azokat a sugarakat, melyek a tárgyról érkezve az interferencia-mintázatot létrehozták. A holografikus kép a térben lebegni látszik, s körbejárható minden oldalról. A holográfia atyja Gábor Dénes magyar fizikus volt.

AZ INFORMÁCIÓK TOVÁBBÍTÁSA

A továbbítandó információt (zenét, képet, mozgóképet, szöveget) először elektromos jellé, azaz időben változó feszültséggé alakítják. Kétféle jelet használnak: az analóg jel folyamatosan változik, és elvileg bármilyen értéket felvehet egy véges tartományon belül. A digitális jel – az átmenet nagyon rövid idejétől eltekintve – csak meghatározott értékeket vehet fel. A gyakorlatban használt digitális jelek általában binárisak, azaz csak két értéket vehetnek fel, ezeket tekintjük 1-nek és 0-nak. Az információ továbbítása során a kódolás révén keletkező elektromos jeleket úgynevezett vivőhullámokra ültetik. A vivőhullám lehet rádióhullám, mikrohullám vagy fény és infravörös sugárzás attól függően, milyen távolságra, milyen közegben történik a jelátvitel. Az információt tartalmazó jelek vivőhullámra való ültetését modulációnak nevezik. Digitális jel esetében a moduláció legegyszerűbben úgy történhet, hogy a digitális 1 jel átvitelekor be-



A digitális moduláció szemléletes ábrázolása

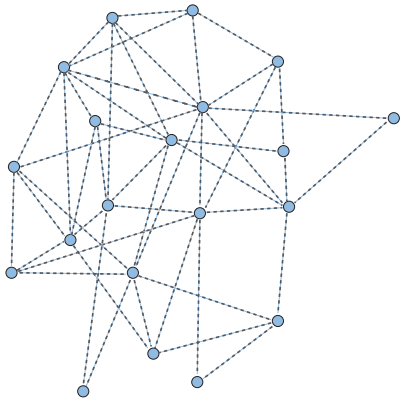
kapcsolják a vivőhullámot, a 0 átvitelekor pedig ki. Így lényegében a vivőhullám szaggatása kódolja az információt.

Az analóg jelek sugárzásakor általában amplitúdó, vagy frekvenciamodulációt használnak. Ezekre utal az AM, FM rövidítés. Az előbbi esetében a vivőhullám amplitúdójának nagyságába kódolják az információt, az utóbbi esetben pedig a vivőhullám frekvenciáját változtatják kismértékben az átvitelre szánt kódolt információ szerint.

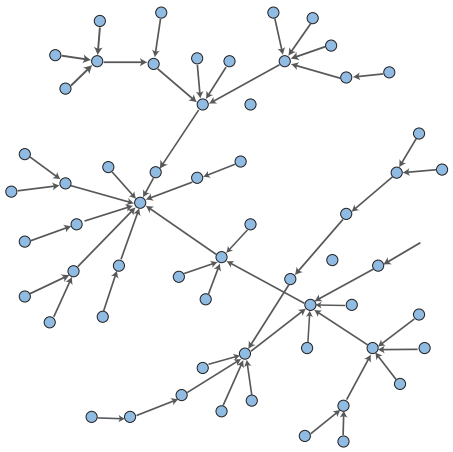
HÁLÓZATOK

A hálózat matematikai értelemben egy gráf: csomópontok és közöttük húzott élek együttese. A gráf egy olyan matematikai alakzat, ahol nem számítanak a méretek, csak a struktúra. Ha az éleket véletlen sorsolással húznánk be a csomópontok közé (azaz az él kezdő- és végpontja ugyanolyan eséllyel lehet bármelyik csomópont), olyan hálózatot kapnánk, amelyben a csomópontok egyenletesen osztoznak az éleken.

Az internet, talán a legismertebb hálózat, azonban nem így épül fel. Az új csomópont nagyobb valószínűséggel csatlakozik már több meglévő éllel rendelkező csomóponthoz. Azokhoz csatlakozunk könnyebben, rájuk mutatnak a keresők, amelyekhez már sokan csatlakoztak. Az egyik első gráfelméleti problémát Leonhard Euler vetette fel a 18. században. Ez a königsbergi hidak problémája volt. Egy utat kellett tervezni Königsberg (Kalinyingrád) nevezetességei között úgy, hogy minden helyre eljussunk, s egyik útszakaszt se tegyük meg kétszer. A 20. században Erdős Pál és Rényi Alfréd matematikusok a gráfelméletet izgalmas eredményekkel gazdagították. Akkor még nem lehetett tudni, hogy a 21. században, a hálózatok világában, ennek a tudásnak mennyi haszna lesz. A hálózatkutatás kiterjed az emberi kapcsolatok elemzésére, a járványok terjedésére és az önvezérelt járművek szabályozására. A téma élvonalbeli kutatói közé tartoznak a magyar Barabási Albert László és Lovász László matematikusok.



Az Erdős–Rényi-féle hálózat, amelyben a csomópontok egyforma valószínűséggel osztoznak az éleken



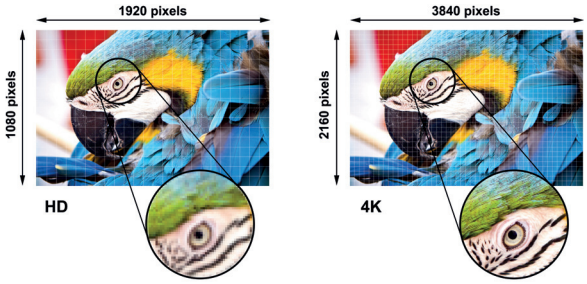
Az internethez hasonló szerkezetű, úgynevezett skálafüggetlen hálózat

1. Hogyan működnek, és mit tudnak a ma használt kamerák és képernyők?

Érdekes lenne kiszámolni, hogy naponta átlagosan hány órát töltünk képernyők előtt. Kis méretű képernyő az okostelefon kijelzője is, amely ráadásul érzékeli a tapintásunkat. Azután ott a számítógép monitorja és a tévé általában nagy méretű képernyője. Ha már ilyen sokszor használjuk ezeket az eszközöket, érdemes egy kicsit jobban megismerni őket. Az elvétve még megtalálható régi típusú televíziókészülékekben a képcsőben haladó elektronsugarak rajzolták ki a képeket. Milyen elven működnek a mai képernyők? Mekkora a felbontásuk és a méretük? Milyen gyors mozgásokat képesek megjeleníteni? Érdemes egy nagyáruházban megszemlélni a kínálatot és saját benyomást szerezni, milyen élményt nyújt egy 4K-s vagy 8K-s óriásképernyő.



A nagy méretű, széles vásznú és ívelt 8K televíziók a valóságos látvány érzetét keltik



A kép azt mutatja, hogy a 4K felbontású kép sokkal több és kisebb méretű pixelből áll, mint a HD-felbontású. Ezért, ha ugyanolyan közelről nézzük a papagáj szemét, a HD-képen már észrevehetőek a pixelek, a 4K-képen még nem.

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Tájékozódj a ma használatos tévék méretével, felbontásával, működési módjával, más jellemző paramétereivel (képfrissítési frekvencia) kapcsolatban! Szemléltesd az adatokat kellően érdekes ábrák segítségével, szerezz saját tapasztalatokat!
- Vajon a ma kapható legjobb tévék képe vetélkedhet-e már azzal a látvánnyal, amit a közvetlen szemlélés nyújt? Hány pixeles képernyőnek felelne meg az emberi szem? Ha megfelelő távolságból nézel egy kiváló minőségű monitort, az „ott vagyok" vagy a „képet nézek" élményt éled meg?
- Filmnézési szokásainkat érinti a következő kérdés átgondolása: egy adott méretű és felbontású tévét milyen távolságból érdemes nézni, hogy azt az élményt kapjuk, amiért fizettünk? Túl közelről szemlélve a képet, az pixeles lesz (próbáld ki!), távolról pedig nem vesszük észre a nagy felbontású műsor által egyébként számunkra közvetített legfinomabb részleteket. Hol van az arany középút? Mit javasolnak a gyártók, tanácsaik működnek-e a valóságban? Próbáld megtalálni az általad használt képernyő esetén az optimális távolságot!
- Ebben a témakörben foglalkozhatsz tévétörténelemmel is. Hogyan indult a televíziózás? Mikor jelentek meg az első színes televíziók? Hogyan oldották meg a színek megjelenítésének kérdését? Hogy zajlottak az első adások? Hogyan alakult a tévécsatornák kínálata itthon és külföldön? Mi a műholdak szerepe? Stb.
- Vedd észre, milyen sok helyen használnak különleges méretű képernyőket, például színpadi látvány létrehozásához! Állítsd össze a 3 legnagyobb és 3 legkisebb, általad felkutatott vagy használt képernyő listáját, és mutasd be felhasználási területüket!

2. Hogyan működnek, és mire képesek a jelenleg használt mikrofonok és hangszórók?

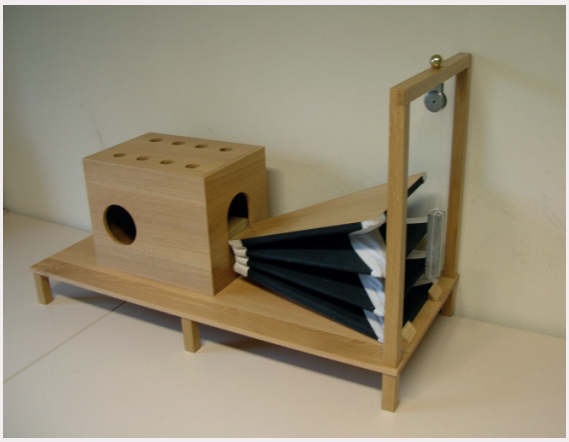
Néhány ezer vagy akár több millió forintért is kaphatunk hangszórót, mikrofont. Az emberi fül nagyjából 20 Hz és 20 000 Hz közötti frekvenciájú hangokat képes meghallani. Egyes kutatások szerint az ennél magasabb vagy mélyebb hangok egy része által kiváltott jelek is eljuthatnak az agyunkba, de ezek érzékelése nem tudatosul. A hangrögzítés és hanglejátszás egyik legfontosabb szempontja a rögzített és megszólaltatott hangok frekvencia-tartománya, az átvitel. A másik az élethűség, az, hogy a felvétel és a lejátszás során mennyire torzul az eredeti hang. A harmadik lényeges szempont a hangerő, az eszköz által a kibocsátás során nyújtott hangteljesítmény. A fejhallgatók például egészen kis teljesítménnyel dolgoznak, de árukhoz képest meglehetősen jó hangzást nyújtanak.



Hangszórók

Ajánlott feladatok, tevékenységek

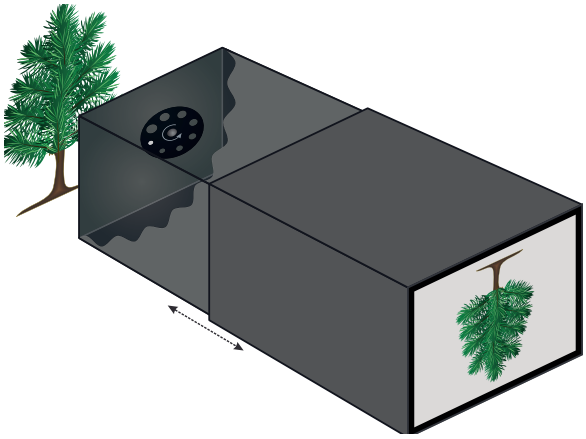
- Érdekes feladat lehet meghallgatni egy zeneszámot (pl. Vivaldi: *Vihar*) egészen olcsó hangszóróval, a mobiltelefonon, majd egyre jobb és jobb, akár nagyon jó minőségű, úgynevezett audiofil hangrendszereket használva. Hogyan szólnak a mély hangok, hogyan a magasak? Mennyire különülnek el egymástól hangzásban hangszerek? Érződik-e a hangszerek térbeli elhelyezkedése a zenehallgatás közben?
- Nézz utána, és hasonlítsd össze a különböző kategóriájú hangdobozok jellemző adatait! Mit tudnak a hifi sztereó-rendszerek, és ehhez képest mennyiben más a házimozik esetén alkalmazott hangrendszer? Mekkora az átvitele és a teljesítménye a különböző árkategóriájú eszközöknek? Hogyan adják meg ezeket az értékeket?
- A zenei hangzás fontos eleme a hangszóró. Tekintsd át, hogy az általános megoldáson túl, milyen más ötleteket felhasználva lehet hangszórót építeni! Hogyan keletkezik ezekben a hang?
- Egy olcsó, már használaton kívüli mikrofon vagy hangszóró alkatrészekre bontása sokat segíthet a hangszóró és mikrofon működésének megértésében. Vajon mi a jelentősége a hangszóró köré épített dobozoknak a hangzás szempontjából? A hangzás tudománya, az akusztika számos izgalmas kérdést és megoldandó feladatot vet fel. Ezek közül válogathatsz kedvedre.
- Az első beszélő gépet a magyar Kempelen Farkas készítette a 18. század végén. Hogyan működött ez az eszköz? Hogyan keltette a hangot? Milyen más, izgalmas találmányok fűződnek Kempelen Farkas nevéhez?
- Tanulmányozd a különbséget a digitális és analóg hangrögzítés, illetve lejátszás között! Ennek fényében foglalj állást abban a vitában, hogy a digitális eszközök minősége jobb vagy rosszabb az analóg eszközökénél!



Kempelen Farkas beszélő gépének egy újabb építésű példánya

3. Szuperérzékelés I. – Nagy felbontású és közeli képek

A mobiltelefonok egyre kiterjedtebb képességekkel rendelkeznek. A telefonokba épített kamerák képalkotása és képfelbontása sok szempontból meghaladja az emberi szem és látás lehetőségeit. A mára elérhetővé vált képfelbontás lehetővé teszi egy tárgy apró részleteit ábrázoló, jó minőségű nagyítások készítését. A makró üzemmód segítségével a kamerát nagyítóként használva egészen közelről fotózhatunk le például egy harmatcseppet vagy néhány szál mohát. A környezetünkben lévő tárgyak, anyagok, élőlények közelről sokkal többet árulnak el magukról, mint amit szabad szemmel meg tudunk figyelni. Egy ásvány nagyított képe az apró kristályok szabályos geometriájáról, a láthatatlanul parányi atomok szabályos rendjéről, a kristályszerkezetről üzen. Ha a fényképezés, a képfelbontás, a kamerák fejlődésének története érdekel, az ezzel való ismerkedés is egy izgalmas feladat ebben a témakörben.



A kép az egyik legegyszerűbb képalkotó eszköz, a *camera obscura* (lyukkamera) felépítését mutatja. Az előlapon található lyuk a megfigyelt tárgy egy adott pontjából érkező fényből csak egy keskeny nyalábot enged át, ami az ernyőn létrehozza a pontnak megfelelő képet.



Vajon milyen kristály közeli képét látjuk?

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Milyen fizikai elvekre épül a digitális fényképezés? Hogyan érzékeli a digitális fényképező a megvilágítás erősségét és a színeket? Az optikai elemek vagy a CCD minősége a lényegesebb, ha kiváló minőségű digitális képet szeretnénk készíteni? Tájékozódj a technológia részletei felől!
- Készíts makrofelvételeket környezetedben a telefonod kamerájának képességeit felhasználva, s elemezd azokat az információkat, amelyeket a nagyobb felbontás révén szereztél! Állíts össze galériát a legjobban sikerült képeidből! Mutass rá, hogy milyen többletinformációkhoz jutottál a szabad szemmel történő megfigyeléshez képest!
- Ismerd meg a fényképezés történetét! Milyen elven, mikor készültek az első fényképek? Mit jelentett a fényképek előhívása? Mely fontos lépéseken keresztül jutottunk el modern korunk képrögzítési technikáiáig? Hol használnak hagyományos, analóg fényképezőgépeket? Készíts prezentációt!
- A nagy felbontás és a közeli fényképezés lehetőségeit felhasználva amennyire tudod, nagyítsd ki egy általad választott tárgy egy apró részletét! A legsikerültebb nagyításokat mutasd meg osztálytársaidnak! Vajon felismerik-e, hogy mit látnak?
- Hasonlítsd össze a kompakt fényképezőgépeket, a mobiltelefonok kameráit és a videófelvétel készítésére szánt digitális kamerákat! Vesd össze a jellemző mennyiségeket, hogy mik az előnyei és hátrányai az egyik, illetve a másik eszköztípusnak! Segítsd társaidat eligazodni abban, mikor melyiket érdemes választani!

4. Szuperérzékelés II. – Lassított és gyorsított videók

Egy hagyományos videó esetén másodpercenként körülbelül 25-30 kép készül, és lejátszáskor az ennek megfelelő ideig szemlélünk egy képkockát (1/30 = 0,03 s) Ha másodpercenként nem 30, hanem jóval több, mondjuk 210 képet készítünk, és normális sebességgel játsszuk le a képeket, akkor lassítva láthatjuk a felvett jelenetet. Így a jelenségek egy újabb csoportját, a szabad szemmel való észleléshez túl gyorsan lejátszódó folyamatokat tudjuk megfigyelni. Hogyan rázza le magáról a vizet a kutya? Hogyan mozog a hangképző szervünk, miközben mély és magas hangokat adunk ki? Hogyan és milyen hullámokat kelt egy vízcsepp, amikor belecseppen egy tál vízbe? Hogyan zajlik a folyamat részleteiben?

A lassú folyamatokról felgyorsított felvételeket is készíthetünk. Ilyenkor a képkockák készítése között eltelt időközöknél rövidebb időközökkel játsszuk le a filmet. Egy ilyen felvétel megmutathatja, hogy a mozdulatlannak tűnő növények hogyan hajladoznak a fény felé, hogy hogyan mozgatja az örvénylő levegő a felhőket a magasban. Az interneten számtalan olyan fénykép és videó látható, amelyben használják a legújabb kamerák fejlett érzékelőit. Készíts te is hasonló felvételeket! A feladat legkreatívabb része a témaválasztás, s legtudományosabb a tapasztalatok elemzése. Osszátok meg egymással tapasztalataitokat, eredményeiteket!



A lassított videónak egy pillanatát mutatja a kép. A csepp szerinted felfelé vagy lefelé halad?



Különböző időpontokban készült felvételek arról, ahogyan egy virág kinyílik

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Keress olyan mozifilmeket, melyekben alkalmazzák a lassított, gyorsított felvételek technikáját, s akár drónokkal készült légi felvételeket is tartalmaznak! Állítsd össze a három, szerinted legjobb, legnagyobb hatású filmrészletet, amely valóban újat tud mutatni az alkalmazott korszerű technológia segítségével!
- Készíts vagy keress természeti jelenségeket hatásosan bemutató gyorsított videókat! Ilyen lehet egy zivatar átvonulása, az északi fény hullámzása, a csillagok mozgása az égbolton stb. Nézzétek meg együtt, és értelmezzétek a látottakat!
- Készíts lassított felvételt telefonoddal vagy egy kamerával! Vizsgáld meg például, hogy egy kutya hogyan rázza le magáról a vizet, vagy egy macska hogyan ugorja át az akadályt, vagy ugrik fel a kerítésre! A felvételeket használd arra, hogy a fizika egyes törvényeit tanulmányozod! Hogyan érvényesül a tehetetlenség törvénye, miközben a kutya szőrétől elszakadnak a vízcseppek? Van olyan pillanat, amikor az ugró macska teljesen a levegőben van? Hol lehet ilyenkor a tömegközéppontja? Hogyan mozog a tömegközéppont? (A kísérletezés közben az állatoknak ne essen bántódása!) A mozgások elemzését elvégezheted videóanalízissel is.

- Nézz utána, és hasonlítsd össze a boltokban kapható készülékeket abból a szempontból, hogy mennyire alkalmasak lassított felvételek és gyorsított videók készítésére! Mennyibe kerülnek, és másodpercenként hány képkockát tudnak készíteni korunk legjobb, szupersebességű kamerái? Nézd meg az interneten, milyen eszközök kaphatók, s azok mire képesek!

5. Helyettesítheti-e a virtuális valóság az igazit?

A virtuális valóság (VR) elődje a kiterjesztett valóság, amikor a valódi tartalmakat virtuális tartalmakkal egészítik ki. Egy népszerű mobiltelefonos játék például úgy hozott létre kiterjesztett valóságot, hogy digitális lényekkel egészítette ki a valódi térképeket. A lényeket meg kellett keresni, semlegesíteni kellett, vagy akár ránk is támadhattak.

A játékra és oktatásra, de tudományos kutatásra egyaránt alkalmazható virtuális valóság a felhasználó szemszögéből egy, a számítógép által megjelenített világ, melyben szemüvegbe épített térbeli kép segítségével vagyunk jelen, miközben a külvilág képeit a szemüveg elzárja előlünk. A rendszer érzékeli viselkedésünket (például a fejmozdulatokat, kézmozdulatokat, a testtartás változásait), és annak megfelelően változtatja nézőpontunkat a virtuális világban. Ha előre lépünk, a térben elénk vetített szobor is közelebb kerül hozzánk. Virtuális sétát tehetünk egy múzeumban vagy valamelyik városban, természeti környezetben anélkül, hogy a valóságban kimozdulnánk a szobánkból. Az utópia szintjén egy fejlett virtuális valóság akár helyettesítheti az igazit, mint például ahogy az a *Mátrix* című filmben történik. Elgondolkodhatunk azon, hogy mi is a valóság, mi a garancia arra, hogy az érzékeink közvetítette információk valamiféle külső realitást tükröznek. Sem a virtuális valóság, sem a kiterjesztett valóság nem vált még életünk alapvető részévé, noha egyre szélesebb körben használják ezeket a programokat. Hol alkalmazzák ma a virtuális valóságot, és mit hozhat a közeljövő? Mi nehezíti a jelenleg létező VR-megoldások elterjedését? Milyen filozófiai kérdéseket vet fel az emberi érzékelés kiterjesztése, illetve az érzékelés tárgyának helyettesítése? Hogyan segítheti a különböző tudományterületeket a VR?



A virtuális valóság jelképének számító szemüveget viselő virtuális ember

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Ha van rá lehetőséged, próbáld ki a kiterjesztett valóságot. Használhatsz olyan programot, amely digitális elemekkel egészíti ki, vagy módosítja a kamera által rögzített arcképet, megjeleníti például, milyen leszel 20 év múlva. Egy másik alkalmazás láthatóvá teszi a felhők felé néző kamera által felvett képen a meteorológiai radar által érzékelt – és szabad szemmel nem látható – nagy távolságban lévő csapadékot.
- Vannak, akik elképzelhetőnek tartják, hogy az általunk tapasztalt világ valójában a *Mátrix* című filmben ábrázolthoz hasonló virtuális valóság. Te mennyire tartod ezt valószínűnek? Szervezz vitát, gyűjtsetek érveket az állítás mellett és ellene is!
- Mutass be olyan eseteket, amikor az érzékszerveink és az elménk megtévesztenek bennünket, és nyilvánvalóan tévesen látjuk, érzékeljük a világot! Élj át minél több ilyen, úgynevezett érzékszervi csalódást!
- A Leonar3Do programcsomag segítségével ki-ki létrehozhat virtuális valóságot, a madárnak nevezett térben használható eszközzel megrajzolhatja a benne lévő tárgyakat, amelyek a fizika törvényeinek is engedelmeskedni fognak. Tudj meg minél többet a programról, a feltalálóról és az általa alapított cégről!
- Készíts prezentációt vagy óriásposztert, amelynek segítségével bemutatod, hol használják napjainkban a VR-t!

6. Mennyire élethűek a 3D képek?

Húzd le a filctolladról a kupakot, és próbáld visszatenni úgy, hogy az egyik szemed be van csukva! Sokkal nehezebben sikerül, mint ha mindkét szemed nyitva lenne, mert a kupak és a toll helyzetének megállapításához fontos a másik szem által mutatott kép is. Az első 3D-s televíziók megjelenésekor sokan az újdonság gyors elterjedésére számítottak. De nem így történt: a 3D megmaradt a mozik falai között.

A jobb és bal szem számára vetített képek eltéréséből fakadó 3D-s látvány számos más módon is létrehozható, például a holográfia segítségével. Az egyik, mobiltelefonon futó alkalmazás egy kis kiegészítő segítségével a hologramhoz hasonló, a telefon felett lebegni látszó térbeli képet hoz létre. Hologrampiramis a neve, de itt egyáltalán nem a hologramtechnikáról van szó. Sokkal inkább a két szem, két kép elvet követi a megoldás. Vannak olyan 3D-s ábrák, amelyek ránézésre kaotikusnak tűnnek, ám ellazult szemmel a kép síkja mögé nézve egyszer csak meglátjuk a káoszból kirajzolódó térbeli képet. Az ilyen képek alkotói az agyunk működésének sajátosságait használják ki. A témában a tudománytörténeti vizsgálódások, a technikai megvalósítások és alkalmazások megismerése és a többiekkel való megismertetése egyaránt érdekes lehet.



A színszűrős szemüveggel nézhető 3D-s filmek esetén különböző színnel vetítik a bal és a jobb szemnek szánt kissé eltérő képet

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Kutasd fel, és próbáld ki a 3D-s érzékelés minél több módját! Ha van rá lehetőséged, tanulmányozz holografikus képeket vagy hologram piramist működés közben! Rögzítsd tapasztalataidat a többiek számára!
- A binokulár távcsövekbe pillantva sokat javul a térlátásunk, mert a lencsék távolabb vannak egymástól, mint a két szemünk. Próbáld ki, hogy fél szemmel mennyivel bizonytalanabb a térérzékelés, mint két szemmel, s a binokulárba nézve mennyivel jobb, mint binokulár nélkül! Készíts tapasztalataidról elemzést, beszámolót!
- Értelmezd az élőlények térlátásának mechanizmusát, mutasd be az ezen elven nyugvó legegyszerűbb megoldásokat a természetben és a technikában! Magyarázd meg, miért láthat térben jobban az az élőlény, amelynek távolabb vannak egymástól a szemei!
- Keress az interneten olyan videót, amely a térlátás témakörét elemzi, vagy a térbeli technológiának használatát mutatja be.Például egy énekes duettet énekel kiváló, de már elhunyt kollégájának holografikus képével. Mennyire lehet élethű a hologram?
- A 3D képalkotás során kétdimenziós képekből alkotja meg agyunk a térbeli látványt. Lehetséges, hogy egy 4 dimenziós alakzat térbeli képeit megfelelően nézve megpillanthatnánk magát a négydimenziós alakzatot? Szervezz vitát, milyen érvek szólnak mellette, milyen érvek szólnak ellene! Ráhangolásként tanulmányozd az interneten a térben forgatott négydimenziós kocka (tesseract) képét! Vajon hogy lehet egy ilyen animációt megkonstruálni?

7. A globális kommunikációs hálózat

Japánban reggel izgalmas mérkőzést játszik a brazil és a német labdarúgó-válogatott. Az eseményeket kiváló kép- és hangminőségben látom saját szobám falán megjelenni, ismétléssel lassított közeli képekkel, a fontos jeleneteket más és más szögből fényképezve. Számunkra ez megszokott csoda, de vajon mit gondolnának, és mit éreznének a 18. században élő honfitársaink, ha láthatnák?

A teljesen automatizált marsjáró részletgazdag képet közvetít a bolygó felszínéről. A világ különböző kontinensein lévő szakértők egy virtuális térben gyűlnek össze, és megbeszélik a látottakat. Mindenki hallja és látja a másikat, és be tud lépni a marsjáró képeit tároló adatbázisba. Mindezt az teszi lehetővé, hogy a példáink szereplői egy-egy globális kommunikációs hálózat tagjai. Ilyen az alapvetően egyirányú tévéképet hozzánk eljuttató hálózat, de ilyen az internet is, ami kölcsönös adatcserét tesz lehetővé a hálózat tagjai között, példánkban a Mars-szakértők között. A tévéadást biztosító hálózat óriási adatmennyiség gyors szétszórására alkalmas. Az internet kulcsa az adatcsere. Ma már a két rendszer mind jobban összefonódik. A televíziónk eléri a jó minőségű és gyors internetet, és használja az azon futó alkalmazásokat (YouTube, Netflix). Mindezt a digitális technológia elterjedése teszi lehetővé. A mikrofonok és kamerák biztosítják a hangok és képek jó minőségben történő rögzítését, a képernyő és hangfal a lejátszását. De hogyan jutnak el a képek és hangok kódolásával kapott jelek rövid idő alatt a Föld bármely pontjára? Mit tudhatunk a globális hálózatok történetéről? Mi volt az internet őse? Hova vezet, illetve mi szab gátat a globális hálózatok terjedésének? Megannyi izgalmas kérdés, melynek feldolgozására egyénileg és közösen is vállalkozhattok.


A globális kommunikációs hálózat a műholdakkal

Ajánlott feladatok, tevékenységek

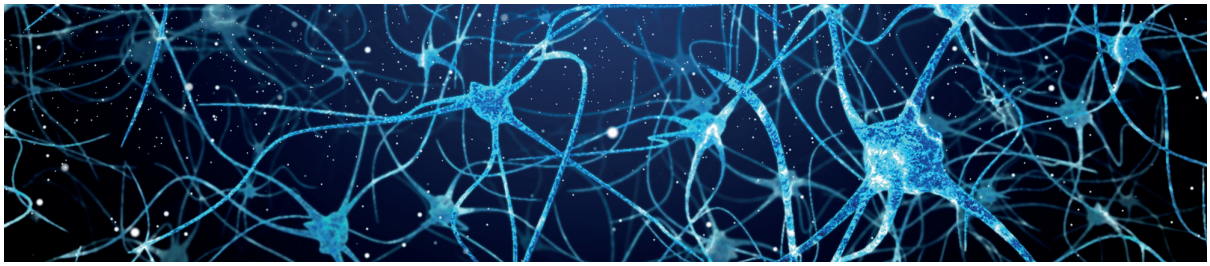
- Nézz utána, milyen kommunikációs csatornát használnak a globális hálózatok! Milyen szerepet játszanak ebben az elektromágneses hullámok, a műholdak és az optikai kábelek? Hány műhold kering felettünk, és mennyire van fénykábelekkel behálózva a Föld?
- Készíts kérdőívet, mellyel felmérheted, jellemzően mire és milyen gyakran használják a kommunikációt a környezetedben élő emberek, osztálytársak, családtagok! A kapott adatokat szemléletes formában oszd meg osztálytársaiddal is!
- A szakirodalomban és a médiában régóta zajlik a vita arról, hogy az elektromágneses hullámok lehetnek-e veszélyesek az egészségünkre nézve. Tájékozódj az interneten, hallgass meg másokat, vitatkozz, és végül alakítsd ki a saját, árnyalt véleményed!
- Alkosd meg egy kommunikációs hálózat fizikai modelljét, és mutasd be a többieknek! Milyen szempontból tükrözi a modell az igazi hálózat sajátosságait?
- *A hálózat csapdájában* volt a címe az egyik első filmnek, amely a teljes hálózatosodás veszélyeire hívta fel a figyelmet, és az üzenetet nézők millióihoz eljuttatta. Ma már a hálózaton tárolt adatok külön védelemre szorulnak. Nézz utána az éppen érvényben lévő adatkezelési szabályoknak (GDPR) és annak, hogyan előzhető meg az adatlopás!

8. Többet tud-e egy mai számítógép, mint az emberi agy?

Az emberi agyban több mint 100 milliárd idegsejt, azaz neuron található. Az agy működését a neuronok közötti kapcsolatok biztosítják. Mai tudásunk szerint egyetlen neuron akár 10 000 másikkal is kapcsolatban lehet. Tudjuk, hogy az agy óriási tanulási és alkalmazkodási képességgel rendelkezik, és ez tanulással, gyakorlással fejleszthető. Az agy az érzelmek, a gondolatok megszületésének helye, az emlékek tárháza, az emberi értelem hordozója. Bizonyos tekintetben a számítógép is összehasonlítható az emberi aggyal, ha a neuronokat a vezérelt elektromos kapcsolóként is használt tranzisztorokkal állítjuk párhuzamba.

Az idegrendszer méreteit jellemző számok lenyűgözőek, de hogyan működhet egyetlen neuron? Hasonlóan, mint egy tranzisztor? A mai legkorszerűbb számítógépek teljesítménye és fogyasztása hogyan viszonyul az emberi agyhoz?

Lesz-e, lehet-e olyan számítógép, amely képes arra, mint az emberi agy? Mennyiben hasonlatos egyáltalán a számítógépek és az agy működése? Mik a különbségek? Letölthető lesz-e egyszer az emberi agy tartalma, s megvalósítható-e ezáltal a digitális öröklét? A jelenkor legizgalmasabb kérdéseit feszegetjük, amelyek tudatról, gondolkodásról, számolásról, filozófiáról, tágabb értelemben hitről s az egész emberi létről szólnak. Mi a te véleményed? Gondolkozz, érvelj, alkoss!



Az idegrendszer

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Gyűjts ismereteket a számítógép megalkotásában fontos szerepet játszó tranzisztorokról! Hogyan épülnek fel, hogyan működnek a legegyszerűbb, úgynevezett kapcsoló üzemmódban? Mekkorák jelenleg a legkisebb tranzisztorok?
- Hasonlítsd össze egy tranzisztor működését egy neuron működésével! Emeld ki a hasonlóságokat és különbségeket!
- Az emberi agy működését modellezik, s bizonyos mértékben utánozzák a mesterséges neurális hálózatok, amelyekben megvan a tanulás és a hibák kijavításának képessége. Hogyan épül fel egy ilyen hálózat? Hogyan működik, mire használható?
- Lehetséges lesz-e szerinted a közeljövőben, hogy agyunk képességeit elektronikus eszközök segítségével javítsuk, például bővítsük a memóriánkat? Alkothatunk-e olyan, agyhoz csatlakoztatható memóriaegységet, mely feleslegessé teszi a tanulást? Továbbmenve, az agy teljes tartalmát megfelelő teljesítményű számítógépbe táplálva megvalósulhat-e az ember teljes digitalizálása?
- A számítógép és az emberi agy működése között tagadhatatlanul sok a hasonlóság, talán azért, mert a számítógépet mi emberek alkottuk meg. Ahogyan az elménkben kutatunk egy-egy régi emlék után, hogy felidézhessük, az hasonlít egy kicsit ahhoz, ahogy a számítógép keres meg egy adatot a memóriájában, vagy a merevlemezen. A számítástechnikában alkalmazott logikai törvények, algoritmusok is hasonlítanak a gondolkodás törvényeire, algoritmusaira. Saját megfigyeléseid és kutatómunkád alapján mit mondanál: az emberi agy és elme működése lényegében azonos a számítógép működésével, vagy lényeges különbség van közöttük? Keress érveket egyik és másik álláspont igazára is!

JAVASOLT FORRÁSOK

Korábbi tankönyvek:
OH-FIZ910TA/II Fizika 9–10. II. kötet (ISBN 978-615-6256-52-2, OH, 2020)
FI-505041101 Fizika 11. (ISBN 978-963-682-855-4, OFI, 2016)

Szakmai jellegű internetes újságok: bitport. hu

National Geographic magyarul: ng.24.hu

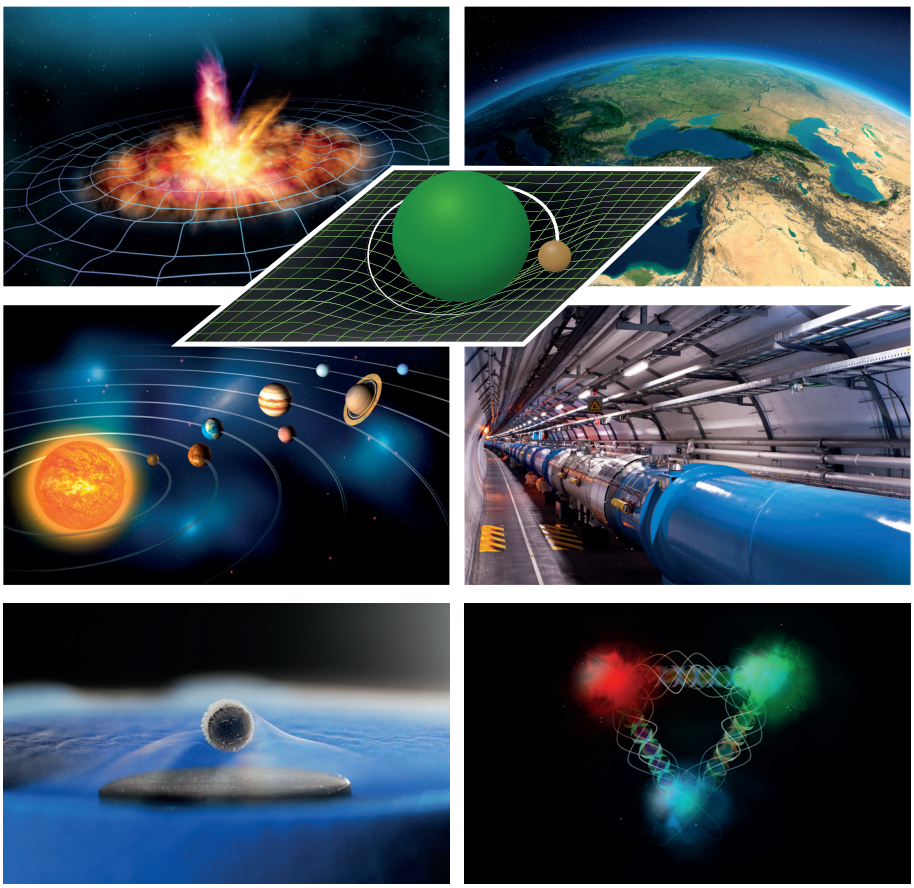
Hobbioldalak és áruházi katalógusok: fényképezés, videózás, zenehallgatás

www.bitport.hu

National Geographic

V.

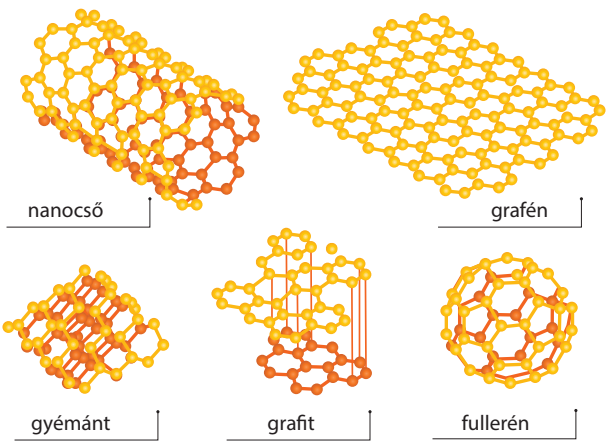
A modern kor emberének nagy vállalkozásai a fizika területén



Vannak, akik a fizika tudományának megszületését Galilei kísérleteivel hozzák kapcsolatba. Galilei a lejtőn legurított test mozgását vizsgálva jött rá arra, hogyan függ a test által megtett út az elengedés pillanatától eltelt időtől. A kísérletezés során alkalmazott technológia rengeteget fejlődött az elmúlt évszázadok alatt. A problémák egyre komplexebbé váltak, ezért a kutatás frontvonalában gyakran olyan speciális eszközök, akár egész létesítmények megépítése vált szükségessé, melyek összetettségük és magas költségeik miatt csak a nemzetek összefogásával valósíthatók meg. Nem kétséges, hogy bizonyos kutatások mindinkább az egész emberiség nagy vállalkozásait jelentik majd. A különböző országok kutatóinak összefogására szükség lehet egy kísérleti eszköz megtervezésénél, megépítésénél, fenntartásánál és használatánál is. Gyakran az eredmények feldolgozása és értelmezése is olyan számítógépes kapacitást igényel, ami csak nemzetközi együttműködéssel biztosítható. Galilei kísérleteinek korszakos jelentőségét az idő igazolta. Ma még nem látjuk, hogy a jelenleg folyó kutatások közül melyik kap majd különös hangsúlyt a jövőben. Jelen fejezetben áttekintjük az ígéretes jelölteket, hogy ilyen módon segítsük a napi tudományos hírözön értelmezését, és lássuk, hol tart, mely területekre fókuszál korunk tudománya.

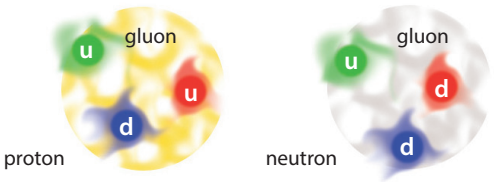
AZ ANYAG ÉPÍTŐKÖVEINEK MEGISMERÉSE ÉS AZ ERRE ÉPÜLŐ GYAKORLATI ALKALMAZÁSOK JAVÍTHATJÁK ÉLETMINŐSÉGÜNKET

Az anyagtudományok egyik célja új, különleges tulajdonságú anyagok létrehozása. E tudományterületen napjainkban a **nanofizika** játszik főszerepet. A nanofizika a kis méretű anyaghalmazok tudománya. Erre utal az elnevezésben a nano- előtag is, ami a vizsgált mérettartományt jelzi. Egy nanométer egyenlő 10^{-9} méterrel. A nanofizika eredményeit felhasználó nanotechnológia keretein belül a tudósok viszonylag kevés atomból álló, különleges tulajdonságú részecskéket (nanorészecskék) és olyan szerkezeteket vizsgálnak, amelyek legalább egy kiterjedése a nanométeres vagy ahhoz közeli mérettartományba esik. A megfelelő eszközök használatával a szakemberek képesek a nanoszerkezetek precíz kialakítására, akár az egyes atomok helyzetének pontos beállítására. A nanostruktúrák fizikai szempontból átmenetet jelentenek a magányos atomok és a többmólnyi atomból álló szilárdtestek között. Szerkezetüknek köszönhetően különleges elektromos és mechanikai tulajdonságokkal rendelkezhetnek.



A szénatomok sokféleképpen kapcsolódhatnak össze. Az összekapcsolódás módja nemcsak az anyag szilárdságát és átlátszóságát határozza meg, hanem például elektromos, optikai tulajdonságait is. A jól ismert grafit és gyémánt mellett a nanofizikai kutatások révén ismertük meg a fullerént, a szén nanocsövet vagy a grafént.

A fizika egyik nagy eredménye volt, hogy megtalálták a kezdetben oszthatatlannak gondolt atomok alkotórészeit, és megismerték belső szerkezetüket. Például ez az eredmény tette lehetővé a kémiai kötések kialakulásának pontosabb megértését. Az elektron, proton és neutron felfedezését követően egyre újabb elemi részecskék létezésére derült fény. A 20. század második felében megalkotott és azóta számos kísérlettel is igazolt Standard Modell a világegyetemben található részecskék és kölcsönhatások egységes magyarázatának hátterét szolgáltatja.

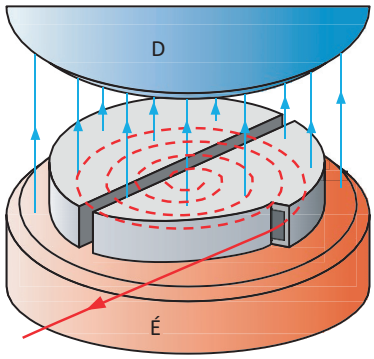


A Standard Modell szerint a protonok és a neutronok is összetett részecskék, kvarkokból épülnek fel

A Standard Modell szerint a protonok és a neutronok is összetettek, úgynevezett kvarkokból épülnek fel. A természetben hatféle kvark található. A kvarkok kvarhármasokban vagy kvark-antikvark párokban létezhetnek, s nem választhatók szét egymástól. Egy protont és egy neutront három-három kvark alkot. Az elektron töltésének nagyságát e-vel jelölve a proton két +(2/3) e elektromos töltésű „up” kvarkot és egy –(1/3) e töltésű „down” kvarkot tartalmaz, a neutron viszont két „down” és egy „up” kvarkból áll. A kvarkok közötti erős összetartást a gluonok biztosítják. Mint látható, a kvarkoknak töredék töltése van, ami látszólag ellentmond az elektromos töltésegység oszthatatlanságának. De mivel a kvarkok önmagukban nem léteznek, ezért az ellentmondás úgy válik feloldhatóvá, hogy a belőlük keletkező elemi részecskék töltése már nem kisebb az elektromos töltés legkisebb egységénél.

A világegyetemben négy alapvető kölcsönhatást ismerünk, a mindennapokban tapasztalt erők is ezekre vezethetők vissza. A viszonylag nagy hatótávolságú gravitációs és elektromágneses kölcsönhatás mellett ezek közé tartozik az úgynevezett erős (vagy nukleáris) kölcsönhatás és a gyenge kölcsönhatás. Ez utóbbiak hatótávolsága rövid, gyakorlatilag az atommagon belül lépnek fel. Az elmélet szerint az alapvető kölcsönhatások megfelelő részecskék kicserélődésével is értelmezhetők. Az elektromágneses kölcsönhatás közvetítő részecskéi a fotonok, az erős kölcsönhatásé a gluonok, a gravitációs kölcsönhatást a gravitonok közvetítik. A nem túl távoli jövő egyik fontos kihívása a graviton létezésének kísérleti igazolása. A másik, korábban megjósolt elemi részecskét, a Higgs-bozont csak évtizedekkel a Standard Modell születése után, a napjainkban sikerült azonosítani a CERN (Európai Nukleáris Kutatási Szervezet) Nagy Hadronütköztető (LHC, Large Hadron Collider) nevű részecskegyorsítójával végzett kísérletek eredményeinek elemzése során.

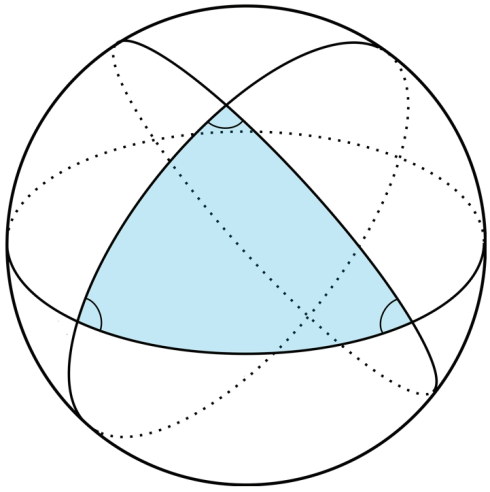
A részecskefizika egyik alapvető kísérleti módszere az atomok és elemi részecskék ütköztetése és az ennek során bekövetkező átalakulások megfigyelése. Az ütközésben keletkezett részecskék energiájának és mozgási irányának elemzése révén a fizikusok egyre jobban megértik az anyag felépítését és az alkotórészek közötti kölcsönhatásokat. A nagy energiájú ütközések létrehozása érdekében a részecskéket először fel kell gyorsítani, erre szolgálnak a **részecskegyorsítók**. A töltött részecskék sebességét és energiáját elektromos tér segítségével növelik, majd általában körpályára terelik azokat mágneses tér segítségével. A mágneses térben fellépő Lorentz-erő mindig merőleges a részecske sebességvektorára, így annak nagyságát nem, csak a haladás irányát változtatja meg.

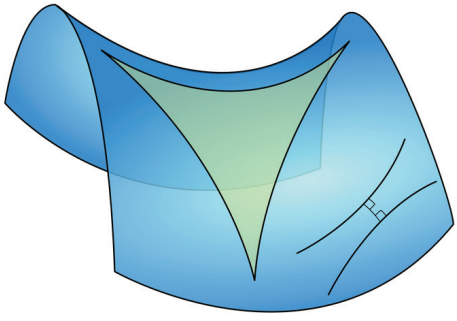


Egy ciklotron rendszerű részecskegyorsító szemléletes ábrája. A gyorsítás közben az elektromosan töltött részecskék egyre növekvő sugarú körpályán haladnak. A kék nyilak a mágneses tér irányát, míg a piros szaggatott vonal a részecskék pályáját mutatja.

KOZMIKUS TÁVLATOK

A tér és az idő együtt létezik az anyaggal. Nincs anyag tér és idő nélkül, de tér és idő sincs anyag nélkül. Albert Einstein nagy hatású elmélete az általános relativitáselmélet. E szerint az anyag körüli térben nem érvényesek az euklideszi geometria törvényei.





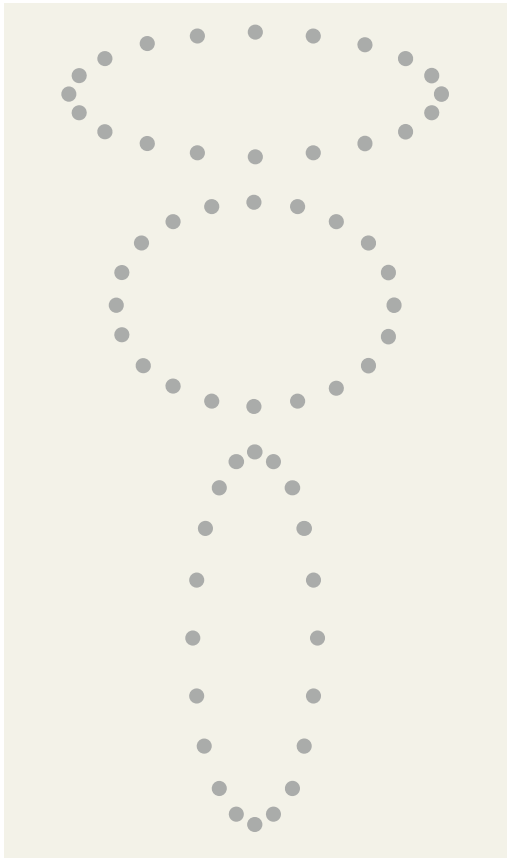
Háromszög gömbön és nyeregfelületen. Gömbfelületen a belső szögek összege nagyobb, mint 180°, nyeregfelületen kisebb.

Az anyag térre gyakorolt hatását szemléletesen a tér görbületeként foghatjuk fel. A görbült tér nehezen képzelhető el, mivel négydimenziós alakzat, de némi képet alkothatunk tulajdonságairól a görbült felületek segítségével. Egy gömbfelületre például könnyen tudunk háromszöget rajzolni úgy, hogy belső szögeinek összeg 180°-nál nagyobb, akár 270° legyen! Síkban ez lehetetlen; ahogyan matematikából ismert, a háromszög belső szögeinek összege 180 fok. Így értendő tehát, hogy az euklideszi geometria törvényei elveszítik érvényességüket a görbült térben.

Még Einstein felismerte, hogy ha nagy tömegátrendeződések zajlanak a téridőben, akkor a téridő görbülete gyorsan változik, ami egy hullámszerűen tovaterjedő hatást eredményez. Ez a gravitációs hullám. A gravitációs hullámok fénysebességgel terjednek, és mint a hullámok általában, energiát szállítanak. A téridő **gravitációs hullámok** okozta kismértékű torzulását 2015-ben a LIGO-detektorral sikerült először kimutatni.

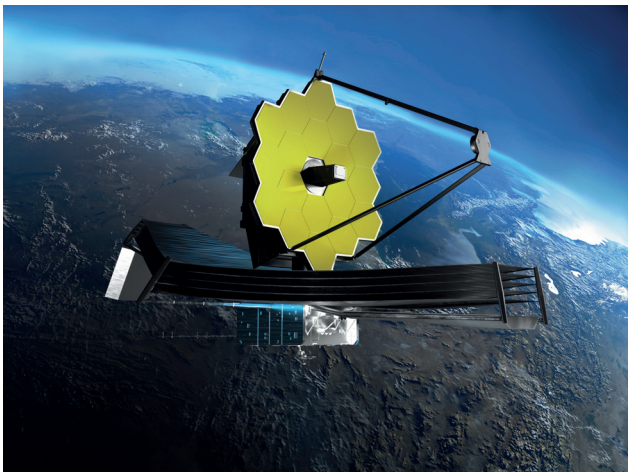
2015-ben az amerikai LIGO gravitációs hullámokat megfigyelő obszervatórium mindkét detektora gravitációs hullámokat észlelt. Azóta többször megismétlődött a gravitációs hullámok észlelése. Ezeket a hullámokat általában fekete lyukak összeolvadása váltja ki, de megfigyeltek már egymás felé spirális pályán haladó fekete lyuk és neutroncsillag keltette gravitációs hullámokat is.

A világűr kutatásának legújabb eszközei közé tartoznak a világűrbe telepített teleszkópok. A Hubble űrtávcső 1990 áprilisa óta kering 559 km magasan a Föld felett. A távcső tömege 11,1 tonna, főtükre 2,4 méter átmérőjű, és Föld körüli pályáját alig több mint 1,5 óra alatt futja be. Energiáját napelemekkel nyeri. Az űrtávcső a légkör zavaraitól mentes környezetben, a földi fényektől távol, rendkívül éles képeket készít a világűr különböző tartományairól.



Az ábra azt szemlélteti, hogyan torzul el a tér a gravitációs hullám áthaladásakor.

Az exobolygók észlelésére kifejlesztett Kepler űrtávcső jelentősen hozzájárult ahhoz, hogy 2021-ig több mint négyezer ilyen égitestet fedeztek fel. Az exobolygók azonosításának legegyszerűbb, de nem az egyetlen módja a csillagok fényességingadozásainak vizsgálata. Egy csillag fényességének változását általában több tényező is okozhatja, ezek közül az egyik, hogy az előtte átvonuló bolygó részben eltakarja előlünk a csillag felületét.

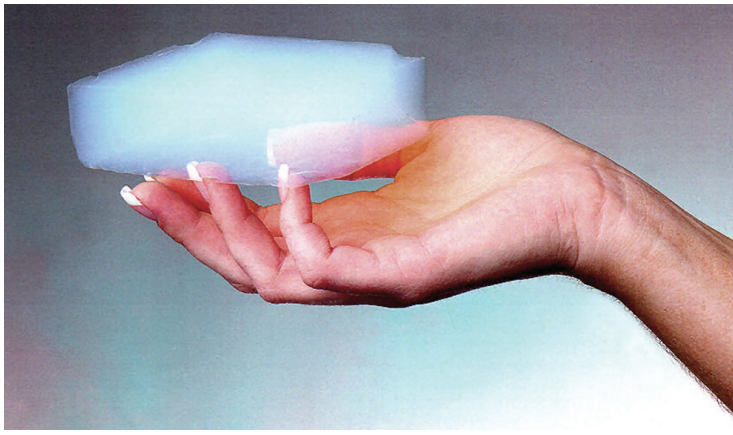


A James Webb űrtávcső az első galaxisok kialakulását is képes megfigyelni

1. Különleges tulajdonságú anyagok napjainkban

A civilizáció fejlettségére nagymértékben jellemző, hogy milyen anyagokat használ fel. Gyakran éppen ez alapján nevezik el a történelmi korokat, például az őskor egy szakaszát kőkorszaknak. Ezt a logikát követve a 20. századot műanyag korszaknak lehetne hívni, hiszen a fát, a fémeket, az üveget a tömegesen gyártott és olcsó áruk esetében ekkor kezdték műanyaggal helyettesíteni. A természetes körülmények között lényegében elpusztíthatatlan műanyagból származó hulladék felhalmozódása napjainkra olyan súlyos környezetvédelmi problémát jelent, hogy indokolttá vált korlátozni, illetve betiltani egyes műanyagból készült termékek tömeges felhasználását.

Ez a témakör a különleges tulajdonságú anyagok megismeréséről szól. Vizsgáld, ha lehetséges, vedd kézbe a környezetedben található és valamilyen szempontból különlegesnek számító anyagokat, lehet ez például az utóbbi években elterjedt és a korábbiaknál jóval erősebb neodímium-mágnes vagy lebomló műanyag, esetleg építkezéseken használt hőszigetelő hab. Mit tudsz megállapítani ezekről az anyagokból? Nézz utána modern korunk néhány közismert, de különlegesnek számító anyagának (aerogél, hőszigetelő csempe, fényre sötétedő üveg, szupravezető anyagok), körvonalazd elterjedésük és alkalmazásuk lehetséges területeit, következményeit! Gyűjts információkat, hagyatkozz a fantáziádra!



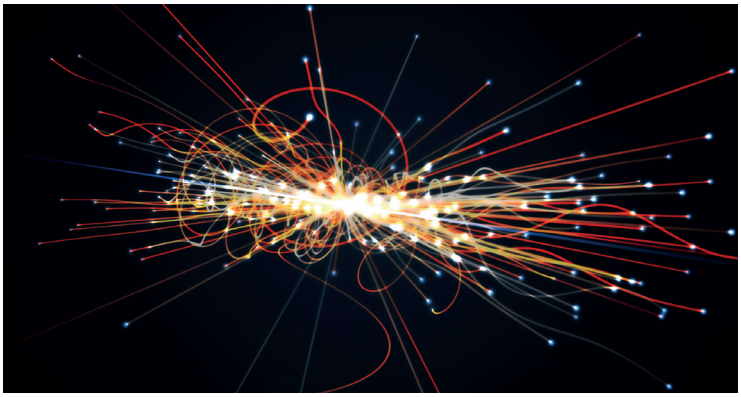
A könnyű, de nagyon szilárd aerogél

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Gyűjts információkat, készíts riportot, járj utána, keresd a megoldást a műanyagok okozta környezetvédelmi problémák, a mindenütt fellelhető mikroműanyagok témakörében. Tájékozódj, dolgozz ki ötleteket azok eltávolításának lehetséges eljárásairól, akár fizikai, akár kémiai vagy biológiai megoldásokról!
- Ismerkedj meg valamilyen Magyarországon is gyártott szuperkönnyű anyaggal, a felhasználás lehetőségeivel! Lépj kapcsolatba a gyártóval, tapasztalataidat oszd meg társaiddal!
- Melyek a szupravezető anyagok? Mire lehet ezeket használni a közlekedésben vagy más ipari területen? Szervezz meg szupravezető-kísérletet (mágneses lebegtetés), keress ezzel kapcsolatos videókat! Ismerkedj meg a szupravezetés felfedezésével és a szobahőmérsékleten is szupravezető anyagok utáni kutatás történetével!.
- Szerezz be erős neodímium-mágnest, s tervezz olyan kísérleteket, melyekkel mérni, demonstrálni lehet a mágnes erősségét. Hasonlítsd össze ezeket a mágneseket a korábban használt klasszikus, vasból készült mágnesekkel. Hol használják az erős mágneseket, milyen érdekes kísérleteket lehet végezni velük? Mutass be ezekből, s értelmezd a tapasztaltakat!
- A hőszigetelés a modern építkezés fontos területe. Hogyan kell egy ház szigetelését megoldani? Miért fontos ez? Milyen hőszigetelő anyagok kaphatók? Milyen szempontokat érdemes figyelembe venni a házak falának szigetelésére alkalmazott anyag kiválasztásánál? Milyen sajátosságaiknak köszönhetik ezek az anyagok a jó hőszigetelő tulajdonságukat?

2. A CERN-ben zajló kutatások különleges részecskék után

A CERN-ben található műszerek közül a legismertebb az LHC, a Nagy Hadronütköztető. Az LHC-ben protonokat gyorsítanak fel, majd ütköztetnek egymással. Az ütközést egy sokoldalú és hatalmas részecskedetektor-rendszer, a CMS (Compact Muon Solenoid) figyeli. A benne elhelyezett detektorok érzékelik az ütközés során keletkező részecskéket, majd az óriási mennyiségű adatot számítógépes feldolgozásra továbbítják. Az adatokból rekonstruálható a részecskezápor, amit a protonok nagy energiájú találkozása keltett. A keletkező részecskék sokaságát ábrázolja képünk. Egy ilyen esemény során az ütköző protonok nagy mozgási energiája jelentős részben tömeggel rendelkező részecskékké alakul, igazolva ezzel a tömeg és energia egyenértékűségét. A téma választása során érdemes megismerkedni magával a CERN-el. Nézz utána, hol helyezkedik el a legnagyobb telephelye, mekkora területen, s milyen épületek, eszközök vannak benne! A legjobb lenne felkeresni, de mivel ez nehezen megvalósítható, hagyatkozz azokra az internetes anyagokra, melyekben a szervezet telephelyének elhelyezkedését, felépítését, tevékenységét ismertetik. Érdekes téma az intézetben folyó aktuális kísérletek megismerése. A kutatóknak a közelmúltban sikerült megfigyelni például a Higgs-bozont, a Standard Modell által elméletben megjósolt részecskét.



Nagy energiájú ütközés nyomán keletkezett, a mérések értékelését végző számítógép segítségével megrajzolt részecskezápor szemléltető képe

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Számolj be a CERN működéséről, földrajzi környezetéről, az ott dolgozók munkájáról! Lépj kapcsolatba valamelyik munkatársukkal vagy az intézmény kommunikációs csoportjával! Kérdezz, gyűjts érdekességeket, s mutasd be a többieknek!
- A kvarkok világa érdekes szimbolikus világ. Mutasd be ezt a világot, értelmezd rajzzal, szöveggel a kvarkokra vonatkozó szabályokat, melyek eldöntik, milyen részecskék épülhetnek fel belőlük. Mit jelent egy kvark színe? Milyen egy kvark, ha bájos? Honnan ered a kvark név? Hogyan értelmezhető a kvarkok szétválaszthatatlansága, mi történik egy-egy elemi részecske nagy energiájú ütköztetésénél a kvarkok szempontjából? Mi az antianyag? Mit jelent a kvarkpárok esetében a kvark-antikvark fogalom? Milyen tudománytörténeti érdekességekre bukkanhatunk a kvarkkutatással kapcsolatban?
- Az együttműködés fontos meghatározója modern korunk tudományos életének. Mutass be olyan nagy tudományos projektet, melyben számos tudós működik együtt! Nézz utána, hogyan oszlanak meg a feladatok, mekkora szakembergárdát foglalkoztat egy ilyen nemzetközi együttműködés. Hogyan osszák meg egymással eredményeiket? Hogyan tartják a kapcsolatot? Lépj kapcsolatba ilyen együttműködésben dolgozó kutatóval, szerezz közvetlenül információkat munkájáról!
- A részecskefizika fontos feladata a szabad szemmel láthatatlan részecskék láthatóvá tétele. Milyen megoldásokat dolgoznak ki ebből a célból? Mi a különböző eljárásoknak az elve? Nézz utána! Hol lehet láthatóvá tett részecskepályákat megfigyelni?
- A filozófia és a tudománytörténet egyik legizgalmasabb fejezete az anyag szerkezetével kapcsolatos kérdésekre adott válaszok fejlődése a különböző korokban és kultúrákban. A téma lényegében kimeríthetetlen. Írj filozófiai, tudománytörténeti esszét ebben a témakörben! Mit gondoltak az anyag szerkezetéről a klasszikus hellén filozófusok, s mit gondolunk erről mi most? hogyan vélekedünk erről? Milyen elméleteket fogalmaznak meg a keleti filozófiák az anyag eredetéről és szerkezetéről? Mi a te véleményed?

3. A gravitációs hullámok szemléltetése

A görbült téridőt matematikailag pontosan le lehet írni, nehéz azonban elképzelni. A görbült felületet még le lehet rajzolni a térben, de a görbült háromdimenziós tér lerajzolásához egy negyedik dimenzióra lenne szükségünk. Ilyen negyedik dimenzió azonban anyagi értelemben nincs, s a tér görbülete már önmagában is csak egy szemléletes kifejezés a térben mérhető távolságok és szögek torzulására, amit például a téren áthaladó gravitációs hullám okozhat. Ha a tér görbületét nem is tudjuk elképzelni, de egy felület görbületét már igen. Megpróbálhatod egy felület görbületét síklapon érzékeltetni színek segítségével. Elkészítheted a görbült felületek valóságos modelljeit. A rajzolás mellett készíthetsz a szemléltetésre alkalmas valóságos modellt is. Egy ilyen modell megépítése során valamilyen rugalmas gumifelületet célszerű létrehozni, olyat, mint amilyen például egy trambulin felülete, de a görbült felületek bemutatásához használhatsz kidurrant léggömböt, gumilepedőt vagy akár egy felfújt lufit is. A kifeszített rugalmas anyagra helyezett megfelelő méretű és súlyú golyó, labda hatására a felület meggörbül, ami a tömegek térgörbítő hatását szemlélteti két dimenzióban. Ha egy ilyen súlyosabb test által létrehozott görbült felületre egy apró golyót löksz, annak pályáját a görbület erősen befolyásolni fogja. Felülről nézve a kicsi golyó mozgása olyan lesz, mintha nem a Föld gravitációs hatására behajló felület következtében mozogna görbe pályán, hanem a felületet deformáló súlyos test hatna rá gravitációs vonzással. A keletkezett görbület minden golyót ugyanúgy térít el, tömegétől függetlenül, éppen úgy, ahogy ezt a gravitációs térben tapasztaljuk. A görbületet keltő s a görbült térben mozgó tömegek megfelelő megválasztásával számos érdekes gravitációs kölcsönhatást tudsz szemléltetni, akár a hatalmas tömegű fekete lyukak összeolvadását is. Az eszköz akkor működik jól, ha eltalálod a méreteket.

Az általános relativitáselmélet szerint a görbült térben a fény pályája is elgörbül (mert a görbült térben két pont között a legrövidebb út görbe, s a fény a legrövidebb úton halad a két pont között). Egy nagy tömegű égitest, például egy fekete lyuk vagy egy galaxis, a mögötte lévő objektum fényét a Földre fókuszálhatja. Ezt a jelenséget gravitációs lencsehatásnak nevezik. A fekete lyuk vagy galaxis ilyenkor az optikai lencséhez hasonlóan működik, melynek hatására eltorzult módon, megsokszorozva olyan objektumok válnak láthatóvá a földi megfigyelő számára, amelyek a lencsehatást okozó tömeg takarásában vannak.


Az Einstein által leírt gravitációs hullámok ábrázolása

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Mutass be néhány szokatlan geometriai összefüggést egy gömb felületén! Olyanokat, melyek a síkon nem érvényesek. Mutasd be, hogy a síkon érvényes geometriai törvények hogyan vesztik érvényüket egy görbült felületen! Vizsgálj háromszögeket különböző görbült felületeken! Mekkora lehet a szögek összege a felület jellegének függvényében?
- Határozd meg, hány csúcsa, hány éle és hány oldala van egy négydimenziós kockának (tesseract)! Magyarázd el, hogy miből következnek a kapott számok! Készítsd el a négydimenziós kocka néhány háromdimenziós vetületét! Tanulmányozd a háromnál nagyobb dimenziójú objektumokat (pl. kockákat) az interneten! Tarts bemutatót társaidnak!
- Nézz utána Bolyai János életének, munkásságának, a Bolyai-féle geometria sajátságainak, felhasználási területeinek! Tájékozódj Bolyai Farkas munkásságáról is!
- Valósítsd meg a görbült tér háromdimenziós modelljét egy rugalmas gumihártya segítségével! A görbült felületen mozgó golyókról készíts felvételeket, s értelmezd azok mozgását a gravitációs analógia alapján!
- Számos feldolgozás született a kétdimenziós világ képzeletbeli lényeinek életéről (Például Edwin Abbot: *Síkföld*, Carl Sagan: *Kozmosz*, de az egykor népszerű *Mézga család* című sorozatban is szerepel egy ilyen rész). Számolj be az általad megismert kétdimenziós világ érdekességeiről, írj te is olyan történetet, mely egy kétdimenziós világban játszódik!

4. A gravitációs hullámok érzékelése: a LIGO

A gravitációs hullámok olyan gigászi csillagászati katasztrófákban keletkezhetnek, mint a fekete lyukak összeolvadása. Amikor a Földön gravitációs hullám halad át, a hullámban megváltozik a téridő szerkezete, és emiatt kismértékben változik a Föld két pontjának távolsága is. Ha ezekben a pontokban tárgyak vannak, azok nem mozdulnak meg, a téridő az, ami torzult körülöttük. A jelenség olyan csekély, hogy a gravitációs hullámok észlelésére kifejlesztett LIGO obszervatóriumnak körülbelül 10^{-19} m, a téridő torzulása miatti távolságcsökkenést is azonosítania kell. Ez a távolság jóval kisebb egy atommag méreténél.



A képen jól látszanak a gravitációshullám-detektor karjai. A karban haladó lézersugár segítségével érzékelik, amikor a kar egyik és másik vége közötti távolság a tér torzulásakor nagyon kis mértékben megváltozik.

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- A LIGO-detektor a téridő csekély torzulását egy interferométer segítségével mutatja ki. Mi az interferométer? Hogyan alkalmas az ilyen rendkívül kicsi tértorzulás kimutatására? Hol találkozhatunk ilyen eszközzel a fizikában, illetve a fizikatörténetben?
- A LIGO története izgalmas kutatási terület. Kik tervezték el a felépítését? Mikor kezdtek hozzá? Hol vannak az obszervatórium épületei? Milyen volt a gravitációs hullámok felfedezésének fogadtatása?
- A LIGO-projektben magyarok is részt vettek: az ELTE kutatócsoportja s két kisebb csoport az Amerikai Egyesült Államokból. Keress velük kapcsolatot, kérdezd őket a projektről s a kutatás jelentőségéről!
- A gravitációs hullámok kapcsán megfogalmazódott, hogy felfedezésük ahhoz hasonlatos, mintha a fizikusok egy új érzékszervre tettek volna szert. Mit jelent ez az állítás? Miért jelentősebb a felfedezés, mintha egyszerűen valamilyen már eddig is használt műszert, például egy teleszkópot tökéletesítettek volna a kutatók? Milyen, a fény által nem közvetített információkat nyerhetünk a gravitációs hullámok segítségével az univerzumról?
- A gravitációs hullámok első sikeres észlelése óta eltelt rövid idő megmutatta, hogy a jövőben a csillagászati jelenségek vártnál szélesebb tartománya is vizsgálható lesz az általuk keltett gravitációs hullámok megfigyelésével. A tervek szerint rövidesen az űrbe is telepítenek gravitációshullám-detektort. Hogyan néz majd ki ez az eszköz? Miért alkalmas helyszín az űr egy ilyen detektor telepítésére? Merre tart a gravitációs hullámok észlelésének tudománya, technológiája? Milyen, jövőre vonatkozó elképzeléseket ismersz?
- Készíts rövid cikket az egyik európai gravitációshullám-detektorról, a Virgóról! Miért érdemes gravitációshullám-detektort működtetni Európában, amikor több ilyen eszköz is működik már a világon?



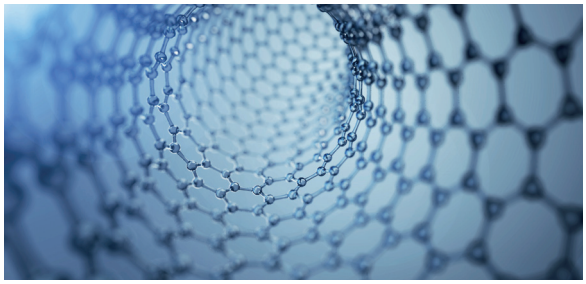
A kép a Virgo detektor egyik karjának alagútját ábrázolja

5. A nanorészecskék néhány ígéretes alkalmazása

Arany és ezüst nanorészecskék segítségével már az ókorban is készítettek festékeket, amelyekkel különleges színhatásokat értek el. A nanorészecskék egyik jellemzője, hogy méretüktől függően más és más lehet a színük. A néhány évtizeddel ezelőtt elkezdett kutatások során a nagyjából 100 nm átmérőjű szilíciumgömbökre nagyon vékony aranyréteget vittek fel. Az így létrejött arany nanogömböket tartalmazó oldat színe erősen függött attól, hány nanométeres volt a felvitt réteg vastagsága.



Különböző színű aranykolloid oldatok. Az oldatban lévő arany nanogömbök méretének pontos beállításával szinte bármilyen színt elő lehet állítani.



Ilyen a grafén feltekercselésével kapott nanocső belseje. Nanocsövek árammal átjárt vezeték mágneses terében elrendeződő mágneses nanorészecskékből is készíthetőek. Építs hasonló, de normál méretű szerkezeteket!

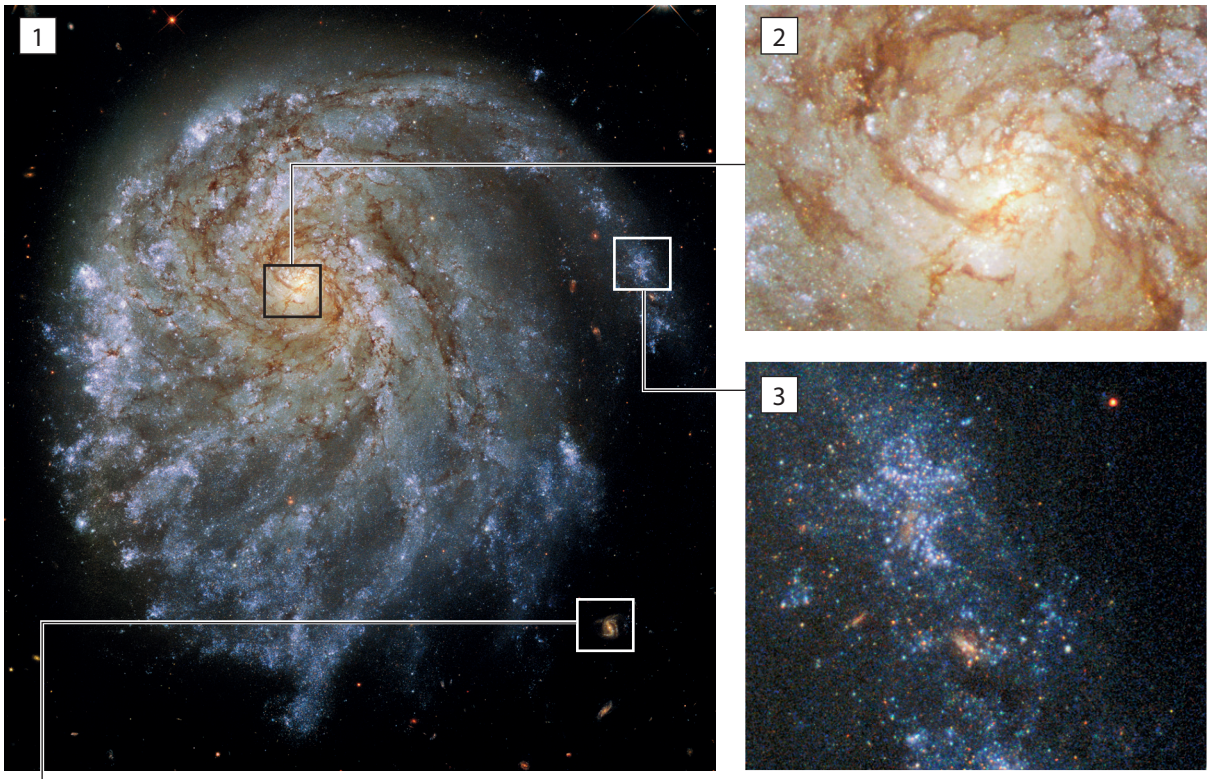
A mágneses nanorészecskék jellemzően 1–100 nm nagyságúak, és nevüknek megfelelően erős mágneses tér veszi őket körbe. Alkalmazásuk egyik ígéretes területe a mágneses lázterápia. Ennek során a szervezetbe juttatott mágneses nanorészecskék külső mágneses tér hatására hőt termelnek, ami alkalmas lehet például a rákos sejtek elpusztítására.

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Keress példákat a nanorészecskék további, hasonló alkalmazásaira, és mutasd be azokat társaidnak!
- Építs nanostruktúrákat! A nanorészecskéket vagy atomokat a legegyszerűbb mágneses golyókkal modellezni. Ezekből a golyókból könnyen hozhatók létre változatos szerkezetek. De használhatsz atomok gyanánt borsószemeket vagy bármilyen azonos méretű, apró golyókat, amiket megfelelő ragasztóval rögzíthetsz egymáshoz.
- Próbáld megépíteni például a szén különböző módosulatait, a grafitot, gyémántot, fullerént, szénnanocsövet!
- Egy másik jó lehetőség a nanovilággal való további ismerkedésre a számítógépes programokkal készített térbeli modellek alapos, virtuális körüljárása. Keress ilyen programokat! Mutasd be társaidnak! Konstruálj virtuális atomstruktúrákat! Rajzolhatsz is, ha ahhoz több kedvet érzel.
- Mik azok a nanorobotok? Milyen felhasználási területeik léteznek, mik a lehetséges alkalmazásaik a gyógyászatban? Hogyan látod a nanorobotok szerepét a jövőnk szempontjából? Mire használnál nanorobotokat, ha erre meglenne a technikai lehetőség?

6. Érdekesebb képek a kozmoszról

A téma feldolgozása során a világhálón fellelhető látványos képeket böngészhetsz a világegyetemről. Válogathatsz az automatikus űrszondák által a Naprendszerről, annak bolygóiról vagy azok holdjairól készített felvételek közül. Nézd meg a nagy földi távcsövek, űrtávcsövek által a világegyetem távoli objektumairól készített felvételeket! Ezeken gyakran saját csillagvárosunk, a Tejútrendszer magányos csillagai, csillaghalmazai, világító gázfelhői láthatóak, más képeken távoli galaxisok, galaxishalmazok, illetve a különösen fényes, csillagszerű kvazárok figyelhetők meg. Állítsd össze a Galaktikus Képeskönyvet a ma elérhető legjobb felvételek és a hozzájuk tartozó magyarázatok felhasználásával!



A bal oldali nagy kép (1) az NGC 2276 kissé eltorzult alakú spirálgalaxist ábrázolja, amely 120 millió fényévre van tőlünk, a fotót pedig a Hubble űrtávcső készítette. A némileg szabálytalan forma a szomszédos, de a képen nem látható másik galaxis vonzásának tulajdonítható.

A galaxis spirálkarjai egy korábban létrejött, sárga csillagokból álló központi területet ölelnek körül (2).

A spirálkarokban összetömörült gáz kék színű fiatal csillagok születési helye (3).

A következő képen (4) egy az előzőeknél sokkal távolabbi galaxis látható, két nagy spirálkarral.

A három kisebb kép a jó felbontású eredeti kép részleteiről készült nagyítások.

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Állíts össze képgalériát a Naprendszer bolygóiról! Saját rajzod, fotód is érdekes lehet, de kereshetsz művészi alkotásokat is a témakörben!
- Mutasd be képgalériában a Naprendszer bolygóinak legnagyobb és legérdekesebb holdjait! Készíts jó felbontású fényképet a Holdról!
- A galaxisok világát is rögzítheted egy képgalériában. Megfelelő technikával akár a Tejútrendszerünkről is látványos kép készíthető forgatható állvánnyal és egy mobiltelefonnal!
- A kozmosz leglátványosabb objektumai a színes (hamisszínes) porfelhők. Készíts ezekről képgalériát! Gyűjts képeket a világűrrel kapcsolatos műalkotásokról!
- Gyűjtsd össze az űrtávcsövek történetével kapcsolatos információkat, készíts a témáról bemutatót!

7. A Földön kívüli élet felfedezésének küszöbén

A Naprendszeren kívüli bolygók, bolygórendszerek felkutatásának óriási a jelentősége. Egyrészt fontos szerepet játszhat a Földön kívüli élet keresésében, másrészt a miénktől eltérő bolygórendszerek megismerése segíthet új nézőpontból vizsgálni a sajátunkat. Ezért az ilyen irányú vizsgálatokat a kezdetektől fogva világszerte nagy érdeklődés övezte. A távoli világok kutatása ma is gyorsan fejlődő tudományterülete a csillagászatnak.

A Kepler űrtávcső fő feladata az exobolygók keresése. Elsősorban az űrtávcsőnek köszönhetjük, hogy mára számos Naprendszeren kívüli exobolygót ismertünk meg. Olyan bolygókat, amelyek más, közeli vagy távoli csillag körül keringenek. A mérések szolgáltatta pontossággal ismerhető a keringési idejük, a napjuktól mért távolságuk, a méretük. Keressük rajtuk az élet és az intelligencia nyomait. Az életét például úgy, hogy az élő szervezetekre utaló gázok (vízgőz, oxigén, szén-dioxid, metán) jelenlétét próbáljuk kimutatni a légkörükön keresztülhatoló fény elemzésével. A téma kidolgozása során készülhet katalógus, ami a jövő űrturistáinak bemutatja e távoli és különleges világokat, Jól felhasználhatóak ehhez az interneten található adatok, s a bolygók fizikai viszonyait megjelenítő illusztrációk. Külön figyelmet érdemelnek a lakhatósági övezetben keringő bolygók, amelyeken az élet nyomainak felbukkanását reméljük.



A légkör összetételének elemzése alapján ilyen látványra számíthatunk a Kepler–1649c bolygó felszínén

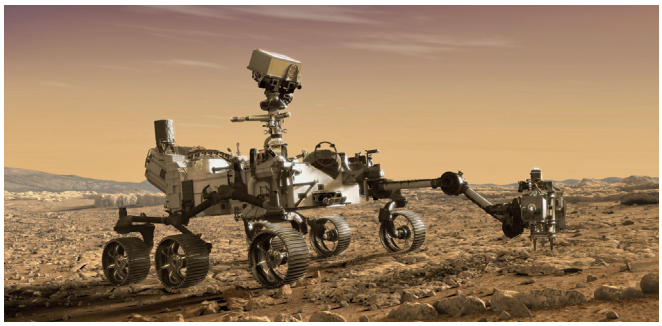
Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Mi a véleményed a Földön kívüli élet lehetőségéről s ezen belül az értelmes élet elterjedéséről az univerzumban? Egyedül vagyunk a világegyetemben? Mit olvastál, mit gondolsz erről? Beszélgessetek róla, vitassátok meg!
- Milyen tudománytörténeti előzményei vannak ennek a gondolatnak? Miért számított a középkorban bűnös dolognak a más világokat benépesítő értelmes élet feltételezése? Hogyan alakultak a Földön kívüli értelmes élet kérdéséről az emberiség elképzelései a történelem során?
- Keress azonosított exobolygókat az interneten! Milyen megfigyelések segítségével lehet ezeket az égitesteket azonosítani, fizikai jellemzőiket meghatározni?
- Hogyan szerezhetnénk információt egy másik civilizációról? Milyen tényezők csökkentik egy ilyen találkozás esélyét? Hogyan dolgozzák fel a fantasztikus irodalomban és filmekben ezt a feltételezett eseményt?
- Mi a SETI-program? Mi a jelentősége? Hogyan lehet csatlakozni hozzá? Milyen jeleket fogtak a Földön a történelem során, melyeket egy másik civilizáció üzenetének lehetett értelmezni?

8. A Naprendszer-kutatás időszerű kérdései

Sokan a Naprendszer gyors meghódítását várták az űrkorszak hajnalán, azt követően, hogy 1961-ben az első űrhajós, Jurij Gagarin épségben visszatért a Föld megkerülését követően a Földre. Nem kellett sokat várni az első sikeres Holdra szállásra sem. A Voyager–2 űrszonda, fedélzetén az emberiség üzenetével, már a Naprendszer peremén jár. A hidegháború elmúltával alábbhagyott a nagyhatalmak közötti űrverseny, kevésbé bizonyult fontosnak egy-egy látványos űrkutatási eredmény elérése. Az űr meghódítása a mai legkorszerűbb anyagokkal és technológiával felszerelve is komoly kihívásnak látszik. A tárgyak és

emberek űrbe juttatásának legfőbb akadálya bolygónk erős gravitációs tere, aminek leküzdéséhez jelentős energiát kell felhasználnunk. Még ma, az újrafelhasználható rakéták korszakában is meglehetősen költséges a világűrbe juttatni az űrhajósokat és a szállítmányt. Napjainkra mégis megélénkült az űrkutatás. Az Európai Űrügynökség (ESA) holdbázis építését tervezi, Kína automatikus űrszondája sikeresen Marsot ért, akárcsak az amerikaiak által épített Mars-szonda. Tervek születnek a Naprendszer távolabbi régióinak felkutatására, megszületőben van az űrturizmus.



Perseverance, a NASA újgenerációs marsjárója. Az űrutazások részleteit ma már nagy felbontású kamerák rögzítik, és a Földre sugározzák, így végignézhettük a Perseverance Marsot érését, és láthattuk az első képeit a vörös bolygóról.

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Válassz ki egy részterületet az űrkutatáson belül (egy bolygó felfedezését, az első szondáktól napjainkig vagy az üstököskutatás állomásait, esetleg a Nap megismerésére irányuló kutatásokat), és mutasd be történetét időrendben feldolgozva!
- Ismertesd az űrverseny legfontosabb állomásait a 20. század közepétől napjainkig! Mutasd be a politikai és gazdasági tényezőket s azok hatását is!
- Kik voltak azok a magyar emberek, akik az űrben jártak? Milyen hozzáadott értékkel gyarapítják a magyar tudósok a nemzetközi űrkutatást?
- Lépj kapcsolatba a magyar űrtevékenységért felelős hivatallal vagy olyan kutatóhellyel, ahol űrkutatáshoz köthető fejlesztések zajlanak, s szerezz információt munkájukról!
- Vizsgáld konkrét irodalmi vagy filmes példákon a világűr meghódítására vonatkozó elképzeléseket! Melyek valósultak meg ezek közül? Milyen mitikus történetek, hiedelmek, babonák, hamis hírek kapcsolódnak az űrhöz, illetve az űrbe való eljutás lehetőségéhez?

JAVASOLT FORRÁSOK

A kizárólag a figyelem felkeltését célzó, kattintásvadász címeket (ebben a témában is sok ilyenre bukkanhatsz) inkább csak első nyomnak használd, keresd meg a valóságban is létező tudományos szervezetek ismeretterjesztő anyagait!

A National Geographic magyar honlapja
Európai Déli Obszervatórium (ESO): Európa első számú kormányközi csillagászati szervezete
Magyar Csillagászati Egyesület
NASA; Európai Űrügynökség (ESA)
Fizikai Szemle; Magyar Tudomány
Magyar Tudományos Akadémia
A témához kapcsolódó korábbi tankönyvek:
OH-FIZ910TA/II Fizika 9-10. II. kötet
(ISBN 978-615-6256-52-2, OH, 2021)
FI-505041101 Fizika 11.
(ISBN 978-963-682-855-4, OFI, 2016)

Digitális vagy nyomtatott formában hozzáférhető további könyvek: Magyar Elektronikus Könyvtár, Digitális Tankönyvtár

NASA
ESO
MCSE
National Geographic
ESA
MTA

VI.

A természet megismerése



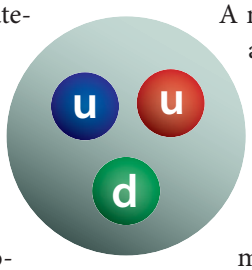





Fejezetünk a tudomány kialakulásával, fejlődésével, az egyes tudományterületek szétválásával foglalkozik. A tudomány természetének és működésének megértése nélkül nem tudjuk a tudományos eszméket elkülöníteni a tudománytalanoktól, de nehézséget okozhat önmagunk megértése, tudományos meggyőződéseink és sokféle hitünk szétválasztása is. Az internetnek köszönhetően hírek özöne zúdul ránk. A hírek között számos olyat is találunk, amely valaminek a kipróbálására, megvásárlására buzdít minket, vagy olyan izgalmas tartalommal hívja fel magára a figyelmet, ami a hír tanulmányozására késztet. De vajon hogyan állapíthatjuk meg egy hírről, hogy igaz-? A tudományosan megfogalmazott állítások korunkban komoly hitelességnek örvendenek, a tudomány tekintélye nagy. Azonban tudománytalan elméletek, hiedelmek, hírek is magukra ölthetik a „tudomány köntösét". Ez rendkívül veszélyes lehet, különösen olyan társadalmi krízisek során, mint például egy járvány. Hogy felismerjük a tudományos értéket, és megkülönböztessük az álhírektől, értenünk kell a tudomány működését, a tudományos és tudománytalan viszonyát. Ugyanakkor számos olyan kérdés tehető fel, melyet a tudomány nem képes megválaszolni. Ha mégis választ keresünk ezekre, az nem feltétlen tudománytalan. Az is lehetséges, hogy az adott kérdés egyszerűen a tudomány vizsgálódásának területén kívülre esik. Ezek a kérdések a hit kérdései, melyek alapvetően befolyásolják minden korban az emberi társadalom működését. Ebben a fejezetben a hit és a tudomány kapcsolatával is foglalkozunk.

AZ INFORMÁCIÓ TOVÁBBÍTÁSA

A természettudósok leírják a természeti jelenségeket, a leírás során meghatározzák a jelenségek jellemző tulajdonságait, mind fogalmilag, mind mennyiségi értelemben. A jellemzők között ok-okozati kapcsolatokat keresnek, a mennyiségek között matematikai kapcsolatokat tárnak fel. Ezt követően megpróbálják valamilyen szemléletes modell segítségével a kapcsolatokat értelmezni. A folyamatok értelmezése, modellezése nem mindig egyszerű. A modell megkönnyíti a megértést, de a tudományos tény, az azt leíró matematikai összefüggés akkor is érvényes marad, ha nem tudunk könnyen elképzelhető modellt létrehozni. Egy elemi részecskét felépítő kvarkoknak színe van, ám ezek a színek nem észlelhetőek a szem számára, hanem szimbólumok. Mivel a tudomány a tudósok által alkotott szemléletes (vagy egyáltalán nem szemléletes) modellekre épül, ezért sosem fogalmaz meg abszolút igazságokat. Modelljeink fejlődnek, változnak, sokszor rövid idő alatt és drasztikusan: ilyenkor beszélünk tudományos forradalomról. A tudományos vizsgálódás sikeressége azon a meggyőződésünkön alapszik, hogy a természet törvényei mind térben, mind időben állandóak, azaz a világ bármely pontján ugyanolyanok voltak a múltban, és ugyanolyanok maradnak a jövőben is.



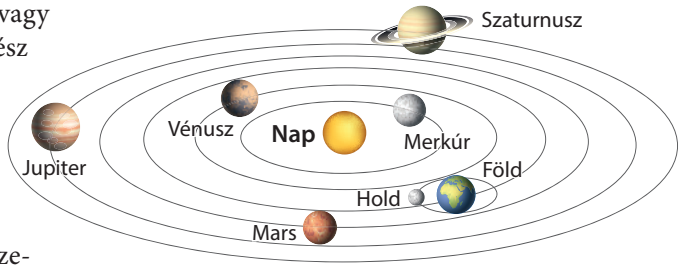
A megfigyelések és számítások mások általi ellenőrizhetősége a tudomány fontos elvárása. Azok a jelenségek, amelyek nem felelnek meg ennek a feltételnek, nem tartoznak a tudomány hatókörébe.

A tudomány korunkban nagymértékben épít az együttműködésre. Ennek formája a kutatási feladatok megosztása, a tudományos közösségek tapasztalatcseréje publikációk, hivatkozások, tudományos események formájában. Fontos terepe továbbá a laikus, nem tudós társadalommal való együttműködés. Mivel a tudományos kutatás költségigényes, a tudósok kiemelt feladata a tudományos munka jelentőségének, társadalmi hasznosságának bemutatása a tudományokkal nem foglalkozó emberek számára. Technológiai fejlődésünket tudományos ismereteink alapozták meg. Ez a fejlődés a tudományos módszer sikerességének elsődleges bizonyítéka.

A TUDOMÁNYOK KIALAKULÁSA, FEJLŐDÉSE

A természeti népek megfigyelték a környezetüket, a természet ciklusait, az állatok vonulását, a növények fejlődését, az évszakok változását. Az emberi faj alapvető tulajdonsága, hogy nem éri be környezetének megfigyelésével és leírásával, a természetben uralkodó szabályszerűségek, a természet rendjének feltárásával, hanem a rend mögött okokat keres. Az okok és következmények rendszere az emberiség fejlődésének korai szakaszaiban jellemzően hiedelmek, babonás hitek formájában íródott le, nem volt helye a mai kor tudományára jellemző absztrakt (elvont) és axiomatikus (általánosan elfogadott alapelveken nyugvó) gondolkodásnak, illetve a mennyiségi leírást segítő matematikának. Gondolkodásunkat meghatározó alapvető tapasztalat saját végességünk tudata a végtelen időben, az ebből fakadó egzisztenciális szorongás. A „Mi volt előtte?” és „Mi lesz utána?” kérdések, amelyeket minden ember feltesz saját létezésével kapcsolatban. De hasonló kérdéseket

fogalmazunk meg a Földdel, a Nappal vagy akár a minket körülvevő világgal, az egész univerzummal kapcsolatban is. Vajon adhatók-e racionális válaszok ezekre a kérdésekre? Az emberiség történetének fejlődése során, a tudomány fejlődésével összhangban, egyre tágult azon kérdések köre, melyek tudományos módszerekkel is vizsgálhatók. Tudományos ismereteink gyarapodásával elengedhetetlenné vált, hogy a tudomány művelői specializálódjanak, a tudomány tudományterületekre bomlott. A Newton által művelt természetfilozófia az idők során matematikává, fizikává, kémiává, biológiává ágazott szét. A tudományterületek között számos ponton van átjárás. Egyre több



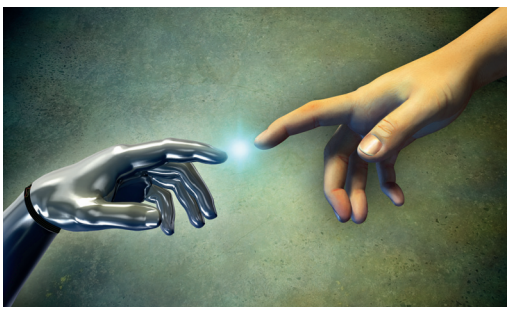
A kopernikuszi fordulattal az emberiség addigi geocentrikus világképe helyébe a heliocentrikus világkép lépett

az olyan téma, megoldandó probléma, mely nem vizsgálható pusztán egy tudományterület keretein belül, hanem a tudományok közötti határterületekre esik. Elég például a klíma kérdéseire gondolnunk.

A HIT ÉS A TUDOMÁNY VISZONYA

Miközben a tudomány egyre sikeresebben válaszolta meg a mindennapi életünket befolyásoló kérdéseket, nyilvánvalóvá vált, hogy nem lehet az emberi lét és a kozmosz összes kérdésére a tudomány segítségével felelni. Modern korunkban egy gondolkodó embert a hit és a tudományos gondolkodás egyszerre jellemezhet azon egyszerű oknál fogva, hogy ami tudományos módszerekkel érthető meg leginkább, azt érdemes tudományos módszerekkel vizsgálni, hiedelmeket és vélekedéseket nem belekeverve, aminél pedig célravezetőbbek az ember holisztikus, intuitív vagy érzelmi felismerései, abba kár tudományt keverni.

A hit alapja a történelmi vallások szerint egy közösség istenbe (vagy istenségekbe, természetfeletti hatalmakba) vetett bizalma. Az egymást kölcsönösen befolyásoló kapcsolatok személyessége miatt a hit nem vizsgálható a tudomány kísérleti módszereivel.


A tudomány és a hit eltérő megközelítéseket alkalmaz

Számos tudós hisz istenben, és sokan vannak olyanok is, akik nem hisznek benne. Egy közös tudományos kutatási programon dolgozó csoportban hívő vagy ateista kutató akadálytalanul működhet együtt. Az istenhit nem tudománytalan. Azt állítani tudománytalan, hogy pusztán tudományos módszerekkel megérthető isten léte és működése. A tudományos kérdések helyes vagy helytelen megközelítésének sem szabad attól függenie, hogy valaki hívő emberként vagy ateistaként foglal állást ezekben a kérdésekben.

A vallások általában a hagyomány által szentesített, rögzített alapvetésekből indulnak ki. A szent iratok ezeken a kinyilatkoztatott elveken túl a világ keletkezéséről és a vallás születéséről szóló történeteket, tanító példázatokat, költői erejű, látomásos elbeszéléseket, imádságokat, jövendöléseket tartalmaznak. A hittudomány művelői ezeket a nagy tiszteletben álló szövegeket és a bennük foglalt világmagyarázatokat, hitbéli igazságokat logikai, filozófiai módszerekkel elemzik. A hittudomány, akárcsak a filozófia, az esztétika vagy a pszichológia tudománya, a természettudományokétól jelentősen eltérő megközelítéseket is alkalmaz.

MIK A TUDOMÁNYTALAN (ÁLTUDOMÁNYOS) ELMÉLETEK SAJÁTSÁGAI?

Egy tudománytalan elmélet olyan állítások halmaza, melyek a tudományosság látszatát keltik, de a tudományosság szabályainak nem felelnek meg. A minket körülvevő világ rendkívül összetett, nem tudunk mindent megmagyarázni a tudomány segítségével. Bár tudományos ismereteink folyamatosan gyarapodnak, a megoldandó problémák száma is növekszik. A tudománytól nem várható el, hogy az emberi lét minden kérdésre választ adjon, ahogy az sem, hogy válaszai könnyen érthetőek legyenek. De ebből nem következik az, hogy tudománytalan válaszokat kell elfogadnunk akkor, ha a megfelelő tudományos válaszokhoz nem férünk hozzá. A tudománytalan elméletek általában olyan elképzelések, melyek az emberek jelentős részére befolyást gyakorolnak. Gyakorta úgy, hogy az azokban való hit fejti ki pszichológiai hatását az emberre. Természetesen az emberi megismerés fejlődése során a tudomány határán kívül eső jelenségek is a tudomány tárgyává válhatnak. Például egy gyógyászati eljárás akkor tekinthető tudománytalannak, ha nem tudjuk igazolni hatásosságát, vagy ha igazolni tudjuk hatástalanságát. Az áltudományos elképzeléseket gyakran a tudományos eljárásokról alkotott közkeletű képnek megfelelően mutatják be, akár részletes ok-okozati sorral illusztrálva működésüket. Ennek magyarázata, hogy a problémák megoldásában az emberek legnagyobb része elfogadja a tudomány hatékonyságát. Így a tudományos érvrendszer egy tudománytalan nézet esetében üzleti és presztízsszempontból is hatásosnak bizonyulhat. Tudománytalannak tekinthetők azok az eljárások is, amelyek működőképességét nem tudományosan bizonyítható érvekkel támasztják alá. A tudományt a tudománytalantól elválasztó keskeny határ felismerése a laikusok számára egyáltalán nem egyszerű feladat.

MIÉRT NEM TUDOMÁNYOS ELMÉLET AZ ASZTROLÓGIA?

A tudomány szemszögéből az asztrológia állításai hamisak. Ezt tudományosan úgy lehet bizonyítani, hogy nagyon sok ember esetében (kellően széles mintán) megvizsgáljuk az asztrológusok által meghatározott állítások helyességét. Ha a kapott eredményt a matematikai statisztika segítségével elemezzük, el tudjuk dönteni, hogy mennyiben érvényesek az asztrológia jóslatai azokra, akikre vonatkoznak. Egy másik lehetőség az asztrológiai eljárások összehasonlítása. Ha ugyanabból a kiindulásból egy elméletben különböző, egymásnak ellentmondó következtetések fakadnak, akkor tudományos szempontból az elmélet nem helyes. Az asztrológia a tudomány egy másik fontos kritériumának sem felel meg. Ez pedig a tudomány azon sajátsága, hogy állításait ok-okozati kapcsolatok mentén értelmezi.



A 12 csillagjegy és csillagkép

Természettudományos ismereteink alapján kijelenthetjük, hogy születésünk csillagjegye, vagy a bolygók aktuális elhelyezkedése nem befolyásolhatja jövőnket, így azt a csillagokból semmilyen elemzéssel nem lehet megállapítani. Mindezt arra alapozzuk, hogy a távoli égitestek Földre gyakorolt fizikai hatása elhanyagolhatóan csekély.

1. Tudományos és tudománytalan módszerek, eszközök, eljárások gyűjtése az internetről

Az emberiség előtt számos komoly kihívás áll, s a jövőben rejlő bizonytalan és veszélyesnek tűnő dolgok – legyen szó a Föld állapotáról, a járványok terjedéséről vagy akár a robotika fejlődéséről – szorongást keltenek az egyénekben. Az emberi élet várható időtartama rohamosan növekszik, korábban elképzelhetetlen technológiák állnak rendelkezésünkre, de ezek a folyamatok sem tudják megszüntetni az emberek bizonytalanságát és szorongását, melyet a vágyott és elérhető életminőség közötti különbség, saját végességük tudata, a szenvedéstől való félelem és a családtagjaink féltése okoz. Ebből fakadóan az ember vágyik a csodákra, hinni szeretne abban is, amire a gyorsan fejlődő tudomány még nem képes, de amit legtöbbször üzleti megfontolásból gyakran egyetlen és csalhatatlan „megoldásként" felkínálnak neki. A mai világ eláraszt bennünket információkkal, ezért is nagy kihívás különbséget tenni a tudományos és tudománytalan módszerek, eszközök és eljárások között.

Az internet előretörésével nemcsak több lett a minket elérő információ, hanem gyorsabban dolgozzuk fel, közben jóval kevésbé mélyedünk el a tartalmukban. Így az érzelmekre ható, egyszerű üzenetek



A bizonyítékokon alapuló orvoslás elveire épülő kezelési módszerek

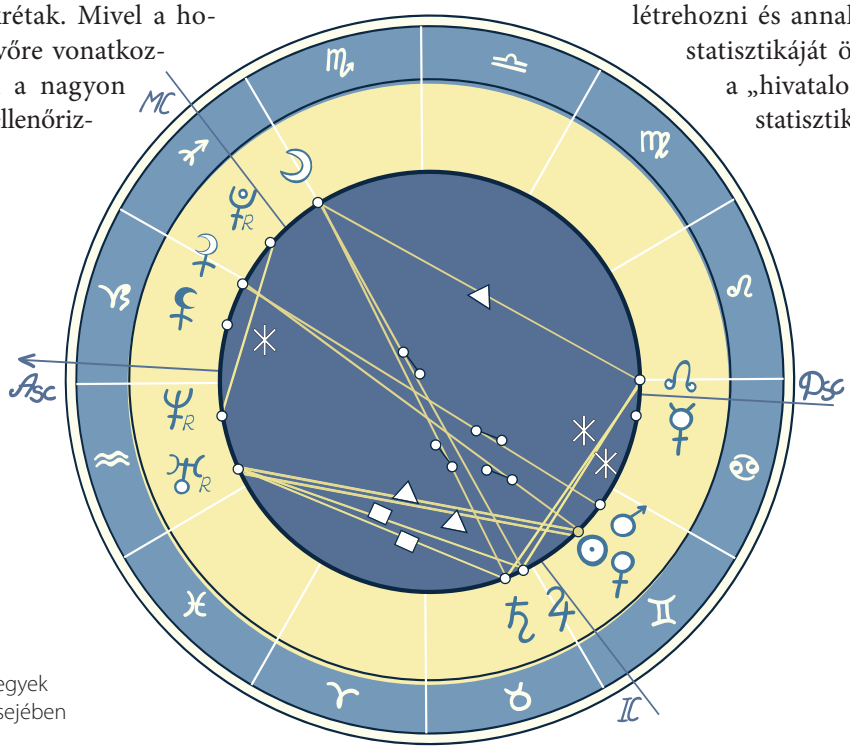
uralják a mai világban az emberek gondolkodását, nem adva időt a tartalom racionális ellenőrzésére. A tudatosan konstruált hamis hírek (fakenews) világa mindennapjaink részévé vált. Mindez a tudományos tények megkérdőjelezéséhez s a legváltozatosabb összeesküvés-elméletekhez vezet. Ilyen lehet például a védőoltások hatékonyságának tagadása vagy annak felvetése, hogy egy vakcina segítségével chipeket ültetnek a totális uralomra vágyó, ismeretlen háttérhatalmak az emberekbe.

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Keress a világhálón tudománytalan eljárásokat, majd elemezd részletesen, hogyan lehet felismerni ezeket!
- Készíts olyan eljárás-, kísérlet-, jelenség-, állításgyűjteményt az internet felhasználásával, melyben tudományosan megalapozott és tudománytalan elemek egyaránt jelen vannak. Tedd próbára társaidat, hogy felismerik-e a tudománytalan eljárásokat, meg tudják-e különböztetni a tudományos eljárásoktól. Beszéljétek meg egymással, milyen szempontok alapján lehet a tudományos és tudománytalan állításokat elkülöníteni!
- Olykor a tapasztalt természettudósok is félrevezethetőek, őket is megtéveszthetti egy-egy tudományosnak látszó felfedezés vagy átverés. Mindkettőre találunk példát az interneten. Keressetek olyan tudományos eredményeket, amelyek nagy szenzációt keltettek tudós körökben is, de viszonylag rövid idő alatt kiderült, hogy tévedésről van szó. Keress olyan eseteket, amikor valaki szándékosan tréfálta meg a tudományos közvéleményt (tévesztett meg nagy tekintélyű tudományos folyóiratokat) tudományosnak tűnő, de hamis állításokkal!
- A tudomány kritériumainak való megfelelés és a hasznosság két különböző kategória. Léteznek olyan tudományos eredmények, melyek teljesen haszontalanok. Ezek közül a legérdekesebbeket díjazzák az úgynevezett Ignobel-díjjal. Nézz utána a díj történetének, s mutass be néhány díjazott munkát!

2. Horoszkópok hitelessége, összehasonlítása, ellentmondásaik

Nincs még egy olyan ősi hit, mint a csillagok sorsunkra gyakorolt hatásában való. Az emberek jelentős hányada még ma is tisztában van azzal, melyik csillagjegyben született, sokan hisznek abban is, hogy ebből fakadnak bizonyos tulajdonságaik. Az asztrológia tudományos vizsgálata „házilagos" körülmények között is könnyen megvalósítható. Vizsgáljátok meg valamely forrásból a rátok vonatkozó horoszkópot! A horoszkóp jóslatai kapcsán figyeljétek meg azt is, hogy mennyire érvényesek, mennyire konkrétak. Mivel a horoszkópok a jövőre vonatkoznak – gyakran a nagyon közeli jövőre –, ellenőrizzétek, hogy annak jóslataiból mennyi vált be, és mi az, ami nem. Másik lehetőség, hogy több horoszkópot hasonlítotok össze, és arra fókuszáltok, mennyiben fogalmaznak meg eltérő jóslatot ugyanannak a személynek. Érdemes nagyobb mintával dolgozni és a statisztika eszközeit használni. Készítsetek hasraütésszerű „horoszkópot" magatoknak, vagy társaitoknak a médiában elérhető horoszkópok mintájára, s nézzétek meg, mennyire válik be. Izgalmas lehet egy véletlenre épülő „horoszkópgenerátort" létrehozni és annak beigazolódási statisztikáját összehasonlítani a „hivatalos" horoszkópok statisztikájával.



Asztrológiai csillagjegyek a horoszkópkör belsejében

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Gyűjts össze különböző forrásokból az év egy adott napjára vonatkozó horoszkópokat, hasonlítsd össze azokat, vizsgáld a jóslatok egybeesését, a tartalmuk konkrét vagy általános jellegét!
- Vizsgálj egy rád vonatkozó horoszkópot, ellenőrizd, hogy mennyire érvényesek rád az abban megadott tulajdonságok vagy éppen egy adott időszakra vonatkozó jóslatok!
- Gyűjtsd össze egy tetszés szerinti folyóirat vagy internetes portál horoszkópjának a különböző csillagjegyében születettekre vonatkozó jóslatait! Rejtsd el, hogy egyes jóslatok melyik csillagjegyre vonatkoznak! Keress az osztálytársaid között olyanokat, akikre a jóslatok érvényesek! Vizsgáld meg, hogy van-e egybeesés a jóslatok érvényessége és a csillagjegyek között!
- Készíts horoszkópgenerátort, amely véletlenszerűen fogalmaz meg megfelelően megválasztott állításokat arról, aki a jövőre kíváncsi! Vesd össze a horoszkópgenerátor és egy hitelesnek kikiáltott horoszkóp jóslatainak egybeesését a valósággal!
- Nézz utána, hogyan készül a horoszkóp!

3. A tudomány és a hit kérdései

Az emberiség legkiválóbb tudósai között voltak és vannak hívő emberek és olyanok is, akik nem hisznek egy személyes istenben. Közülük sokan beszéltek, írtak szívesen hitükről vagy hitetlenségükről, a hit és a tudomány viszonyáról. Keressetek ilyen írásokat, mutassátok be egymásnak, próbáljátok rendszerezni, valamilyen módon tipizálni azokat! Hogyan hisz, aki hisz, s hogyan nem hisz, aki nem hisz? Valóban ilyen éles a határ a hit és a hitetlenség között? Izgalmas lehet interjút készíteni a kérdésről kortársaitokkal is, legyen szó jeles tudósról vagy akár osztálytársatokról, esetleg az utca emberéről. A kutatás, vizsgálódás, beszélgetések fontos eredménye lehet, ha meg tudjátok magatok számára fogalmazni saját véleményeteket ebben az izgalmas kérdésben.



A legújabb orvosi kutatási eredmények felhasználásával a járványok ellen eredményesen tudunk védekezni

A tudomány és a hit nem zárja ki egymást



Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Készíts interjút vallásos tudóssal a hit és a tudomány viszonyáról vagy az emberi megismerés határairól! Készíts hasonló interjút nem vallásos tudóssal is!
- Készíts interjút valamelyik felekezet papjával (lelkészével, rabbijával stb.) a tudomány és vallás viszonyáról!
- Rendezzetek beszélgetést, vitát az osztályon belül tudomány és vallás viszonyáról!
- Keress anyagot az interneten hit és tudomány kérdésköréről, majd mutasd be a többieknek! Mutasd be olyan tudósok gondolatait, akik a vallásos hit és a tudomány összeegyeztethetőségével, vagy éppen összeegyeztethetetlenségével kapcsolatban fogalmaztak meg markáns nézeteket!
- Keress művészeti, irodalmi, filmes feldolgozásokat hit és tudomány viszonyának kérdésköréről! Készíts saját alkotást, esszét, novellát, fejtsd ki a véleményedet!

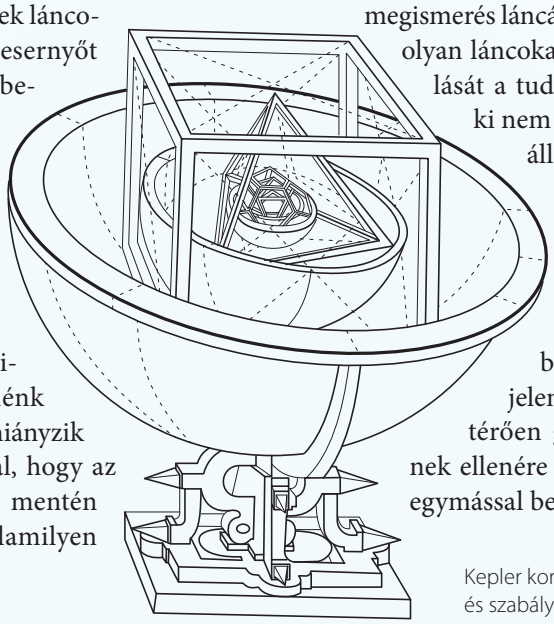
4. Hogyan született a tudomány, hol vannak a határai?

Az emberek nagyon különböző mértékben képesek racionális gondolkodásra, ugyanakkor az emberi faj jellemzője, hogy nem éri be a világ megfigyeléséből fakadó tapasztalatok összegyűjtésével, hanem magyarázatot is keres tapasztalataira. A magyarázat keresése azt jelenti, hogy a következményekhez okokat rendelünk, s mivel minden következmény egyben a későbbi esemény oka, már is előttünk áll a kauzális (okok és következmények láncolatán alapuló) gondolkodás modellje.

Az okok és következmények láncolatát működtetjük, amikor esernyőt viszünk magunkkal, mikor beborul az ég, s kinyitjuk az ernyőt, ha esni kezd, hogy így védjük meg magunkat az esőtől. Nagyon nehéz elképzelni egy olyan világot, ahol az életünk pillanatai teljesen véletlenszerűen tűnnek fel, anélkül hogy bármilyen belső logikát érzékelnénk közöttük. Az ilyen világból hiányzik az idő képzete, ami arra utal, hogy az okok és okozatok láncolata mentén való egyirányú haladás valamilyen módon az időt is kijelöli.

A másik érdekes kérdés a kauzalitás kapcsán a szabad akarat kérdése. Ha minden ok egyértelműen meghatározza az okozatot, hol van az ember szabadsága? Nem az a kérdés, hogy kiszámítható-e a jövő, hanem az, hogy meghatározott-e. Ez nem csak a racionális gondolkodás sajátsága, az emberiség fejlődésének korai szakaszaiban szerepet játszó babonás hitvilág is a kauzalitás elvére épült.

A tudomány megismételhető megfigyeléseken alapuló tapasztalatokból kísérli meg felépíteni a megismerés láncát. A tudománytalan elméletek olyan láncokat építenek ki, melyek kiindulását a tudományos ellenőrzés próbáját ki nem álló, de tudományosnak tűnő állítások jelentik. A hit, a tudomány és az áltudomány kérdéskörének jobb megértése egyszerre lehet életbe vágó szükségletünk s legszemélyesebb magánügyünk. Ebben a témában olyan kérdések jelennek meg, melyről nagyon eltérően gondolkodhattok. Vajon ennek ellenére tudtok ezekről a kérdésekről egymással beszélgetni?



Kepler korai naprendszermodellje gömbökből és szabályos testekből felépítve

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Vizsgálj olyan, korai babonás hiten alapuló elméleteket, melyek maradványai a mai ember gondolkodásában is fellelhetők! Mi lehetett az oka egyes hiedelmek, babonás hitek kialakulásának?
- A babonákkal szemben minden korszakban felléptek a tudomány nevében, de az egyház nevében is. Kövesd nyomon az emberiség történetének valamilyen babonás hitrendszerét, megjelenésétől az ellene való küzdelem lépcsőin keresztül az eltűnéséig!
- Mutasd be valamilyen jelentősnek számító tudományos elképzelés bukását, az alkalmazott modell megváltozásának folyamatát, az oda vezető tényezőket tudománytörténeti kutatások felhasználásával! (Pl. hőelmélet fejlődése, ételmélet, *vis vitalis* elmélet, öröklődésre vonatkozó elképzelések, törzsfejlődésre vonatkozó elképzelések stb.)
- Készíts esszét, irodalmi művet, egyéb saját alkotást arról a kérdésről, hogy mi volt az univerzum létrejötte előtt! Járj utána a kérdéssel kapcsolatos tudományos és hitbéli megközelítéseknek!
- Keress olyan kérdéseket, melyeket a tudomány jelenleg nem, de meggyőződésed szerint a jövőben meg tud majd válaszolni! Fogalmazz meg olyan kérdéseket is, melyek szerinted sosem lesznek tudományosan megválaszolhatók!

5. Tudomány és társadalom: a tudományos igazság keresése, a tudomány és politika, a tudomány finanszírozása

Az iskolában olyan tudományos elképzelésekről tanítunk, melyeket érvényesnek tekintünk. A tankönyvszerzők olykor hajlamosak arra, hogy a megtanítandó elképzeléseket mint teljesen magától értetődőket mutassák be, ezzel is csökkentendő a tanulással szembeni ellenállást. Ilyenkor kerülnek olyan kezdetű mondatok a tankönyvbe, hogy „Már a régi görögök is tudták", hiszen mi sem egyszerűbb annál, mint amit már régen tudtak, egy olyan korban, amikor még nem volt mobiltelefon. Valójában persze a tudományos modelleknek hosszú és izgalmas előélete van mindaddig, amíg tankönyvi ismeret lesz belőlük. A környezet gyakran kétkedéssel fogadja az újat, és sokszor előfordul, hogy valakinek a nagysága csak a halála után válik nyilvánvalóvá.

Ha ezt a témakört választjátok, akkor egy olyan tudományos elképzelés előéletének bemutatása a feladat, mely mára tankönyveinkben hirdeti magától értetődő voltát. A tudományos igazságért folytatott harcot az irodalom is gyakran és sokszínűen feldolgozta. Innen is hozhattok példákat. Érdemes felismerni azt is, hogy a tudományos igazság térhódítása nagyban függ a társadalmi körülményektől és az aktuális tudástól. Egy később elfogadott elmélet elutasítása a saját korában lehet logikus, akár magától értetődő is.

Mivel a tudományos kutatás költségigényes tevékenység, a tudomány mindig nagyban függött azoktól, akik az anyagi forrásokkal rendelkeztek. Ezek megszerzése sokszor nemcsak tudományos teljesítmény, hanem megfelelő kommunikáció kérdése is. Ki és hogyan tudta elnyerni egy király kegyeit, hogyan érte el a NASA a holdprogram finanszírozását, vagy hogyan szerezhető támogatás a kormánytól egy jelentős genetikai kutatásra? Csupa izgalmas, feldolgozásra váró kérdés a tudomány társadalmi vonatkozásairól. A tudomány lehet-e üzlet? Az alapkutatás biztosan nem, de a technológiai fejlesztések már jelentős üzleti hasznot hozhatnak. Hol jelenik meg az üzlet a tudományban? Minden részkérdés konkrét, történelmi és tudománytörténeti példák segítségével is feldolgozható.



Galileo Galilei az inkvizíció előtt

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Mutasd be valamilyen fontos tudományos elmélet fejlődését! (Például a hő mibenléte, a periódusos rendszer kialakulása, az agykutatás fejlődése, a bolygórendszerek elmélete.) Kövesd nyomon, hogyan alakult a kiválasztott elképzelés az évszázadok során!
- Keress irodalmi, művészeti, filmes példákat a tudományos forradalmár, a tudomány mártírja, a meg nem értett tudós témakörében. Ismertesd a főszereplő tudományos munkásságát, illetve a művészi feldolgozás hangsúlyait!
- A tudomány társadalmi jelenség. Vizsgáld meg az utóbbi időszak legnagyobb médiavisszhangot kapott tudományos eseményeit, gondold végig, hogyan szolgálta az esemény tálalása a tudomány népszerűsítését! Hogyan zajlottak ezek az események a múltban? Mi volt a jelentőségük?

- Készíts interjút egy tudóssal vagy tudománypolitikussal, esetleg tudományos intézetben vagy egyetemen dolgozó közgazdásszal arról, milyen forrásokra van szükség a tudományos kutatáshoz, s hogyan juthatnak hozzá ezekhez a modern világban a tudósok! Hogyan jutottak forrásokhoz a múltban? Mi az, ami azóta változott?
- Hogyan válhat a tudomány üzletté? Mutass erre példákat a közeli és a távolabbi múltból!

6. Hiedelmek és tudományosan nem igazolt tapasztalatok az orvoslásban

Egészségünk alapvetően meghatározza életminőségünket, ezért mindenki számára nagyon fontos kérdés. A betegség gyakran fájdalommal jár, s ha egy súlyos egészségügyi probléma kapcsán reménytelennek érezzük a helyzetünket, akkor van igazán szükségünk kapaszkodókra, hitre. Az orvoslás fontos sajátsága, hogy az évezredek során különböző kultúrákban összegyűjtött hasznos tapasztalatok köre nem értelmezhető teljes egészében tudományosan. Így aztán ezen a területen igazán nehéz a tudományt a tudománytalantól elkülöníteni. Ezzel sokszor jeles orvosi egyetemek is bajban vannak. Miért tudománytalan a homeopátia? Hogyan működnek a gyógyhatású, de gyógyszernek nem tekinthető készítmények? Milyen etikai elvek alapján lehet a gyógyszerek világát szabályozni? Az ősi kínai akupunktúra, vagy a kínai gyógyászat egyéb eszközei tekinthetők tudományosnak? Megannyi izgalmas kérdés, melynek feldolgozására vállalkozhattok! Lehet szó információgyűjtésről, etikai kérdésekről vagy egyszerűen csak a környezetetekben lévő gyógynövények bemutatásáról, felhasználási területük ismertetéséről. Akit érdekel az orvoslás története (akár a középkori orvoslás sajátos módszereivel), azok hatékonyságával is foglalkozhat, vagy akár elkészítheti az egykori sebészi eszközök rajzait, modelljeit.



Az akupunktúra ősi kínai módszer. Bár hatékonyságával kapcsolatban a nyugati orvoslás felvet kétségeket, számos nyugati egyetemen tanítják.

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Mutasd be a homeopátia történetét, magyarázd el, miért tudománytalan az elmélet! Ismerd meg a homeopátiával kapcsolatos magyar és nemzetközi tudományos állásfoglalásokat és szabályozást!
- Kevesen vitatják, hogy a testi és lelki működések szoros kapcsolatban vannak. Mi a placebo? Hogyan használják tudományos vizsgálatokban? Hogyan lehet mérni a placebohatást? Keress példákat, mutass be jelenségeket, melyekben a placebo hatás megnyilvánul! Beszélgess pszichológussal vagy pszichiáterrel a pszichoszomatikus tünetek, jelenségek kérdésköréről!
- Mutasd be a középkori orvoslás történetének egy fejezetét, a használatos eszközöket, eljárásokat!
- Gyűjts a környezetedben gyógynövényeket, mutasd be felhasználhatóságuk területét, tájékozódj hatásosságuk okairól!
- Vizsgáld meg az akupunktúra jelenségkörét, eredetét, elfogadottságát a tudományos világban! Beszélj egy akupunktőrrel, vagy keress videóinterjút ilyen személyekkel, s próbáld értelmezni a módszer hatásosságára adott magyarázatot, majd beszélj egy orvossal ugyanebben a témában! Vesd össze megfogalmazásukat a tudományosság kritériumai alapján!
- Nézz utána, milyen jogszabályok és milyen eljárások szabályozzák a gyógyszerek világát, mik egy anyag gyógyszerré nyilvánításának feltételei!

7. „Egy a valóság, s ezer a ruhája”

A valóság összetett és szerteágazó. Tudományos kutatással egyre több ember foglalkozik a földön, a kutatandó területek is mind szélesebbek. Ebből fakadóan a tudományos vizsgálódás mindinkább egyes területek specialistáinak feladatává vált. Miután kialakult a kémia, a fizika, a földrajz, a biológia önálló tudománya, ezeken belül is speciális tudományterületeket határoztak meg. A tudományok és tudományterületek szétválásával megjelentek az egyes diszciplínák közötti különbségek, akár a leírásmód, akár a következtetések, akár az alkalmazott modellek tekintetében. Mivel az iskolában is külön tanulunk a különböző tudományterületekről, könnyen előállhat az a helyzet, hogy egy adott kérdést másképpen vizsgálunk, mondjuk, a kémiaórán, mint a fizikaórán. Pedig egy a valóság, habár ezer a ruhája.

Az egyes tudományterületek önállóak, de a határterületeiken összekapcsolódnak

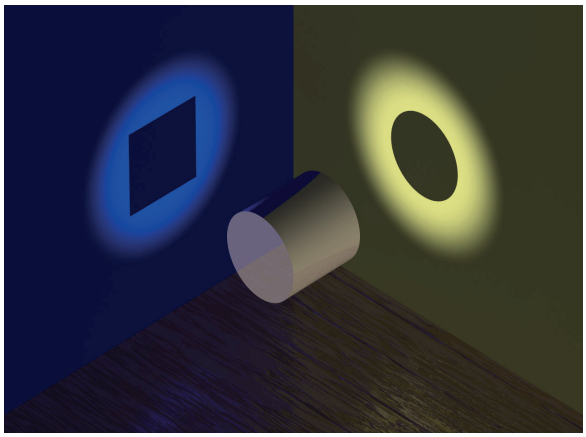


Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Keress korábbi tanulmányaid alapján olyan jelenségkört, melyet több tantárgyból is tanultatok! Hasonlítsd össze az egyes tantárgyak megközelítését, mutasd ki az azonosságokat és különbségeket! Próbálj magyarázatot találni a különbségek okaira!
- Válaszd ki a valóság egy olyan szeletét, melyről több tantárgyból is tanultál! Készíts leírást az adott témáról több tantárgy ismeretelemeit felhasználva, azaz készíts egy integrált tananyagmodult egy tetszés szerinti témáról!
- Végezz tudománytörténeti vizsgálódásokat olyan nagy hatású természetfilozófusok munkásságáról, akik bátran szóltak hozzá ma már igen különböző tudományterületek kérdéseihez!
- Biológia, fizika, földrajz, kémia. Melyik tárgy áll hozzád legközelebb? Mutasd be kedvenc természettudományos tárgyad sajátságait, s írd le, miért szereted éppen ezt a tárgyat! Természetesen választhatsz valamilyen technológiai területet, a matematikát vagy akár más, az iskolában nem tanított reál tárgyat is.
- Mutasd be tudománytörténeti ismeretek felhasználásával valamelyik, iskolában tanított tantárgy kialakulásának és önállóvá válásának történetét!

8. A tudományos modellek fejlődése

A tudományos modellek fejlődnek, átalakulnak, gazdagodnak, s olykor eltűnnek. Mi a hő? – tesszük fel a kérdést. A válasz azon múlik, hogy mely kor emberének címezzük kérdésünket. A hő anyag? Vagy ez butaság, hiszen energia? Vagy anyag és energia nem is feltétlen két gyökeresen különböző dolog? Hány és hány olyan kérdés van a tudománytörténetben, amikor az adott jelenségről alkotott elképzelésünk a tudomány fejlődésével átalakult, árnyalódott, megváltozott… Akik ezt a feladatot választják, azok elsősorban tudománytörténeti vizsgálódásokra szánják magukat. Azt kísérik nyomon, hogyan fejlődött, alakult át egy tudományos elmélet vagy modell az évszázadok során. Az ilyen téma igazából poszterre kívánkozik, s aki ezt választja, jó, ha megfelelő prezentációs képességgel rendelkezik. Miből mi lett, ki mit gondolt? Részecske vagy hullám? Legkisebb vagy osztható? Élő vagy élettelen? Aki nem szívesen mélyed el a modellek absztrakt világában, annak lehetősége van egy-egy kulcsszereplő életének bemutatására. Lehet honlapot készíteni hiperlinkekkel, lehet egyéni munka, de jobb a csapatmunka, hiszen egy ilyen projekthez „tudományos szakértő", „a vizuális megjelenésért felelős munkatárs", a nyelvvel és a helyes megfogalmazással foglalkozó „szövegíró" és persze „IT-szakember" egyaránt szükséges. Egy jól működő csapatban mindenki megtalálhatja a hozzá legjobban illő feladatot.



Ha ugyanazt a dolgot eltérő nézőpontból szemléljük, egymásnak ellentmondó tapasztalatokra juthatunk. A négyzet szögletes, a kör nem az. A henger egyesíti ezt a két egymásnak ellentmondó minőséget. Nem a henger létében van az ellentmondás, hanem a róla szerzett tapasztalatainkban.

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Keress valamilyen modern tudományos elméletet, próbáld megérteni s közérthető formában elmagyarázni osztálytársaidnak! Ez egy nagyon nehéz feladat, csak akkor válaszd, ha van olyan témakör, amibe szívesen beleásod magad!
- Mutass be fizikában egy XX. vagy XXI. századi tudományos elmélet fejlődését! Kövesd nyomon, hogyan változott az elképzelés!
- Keress a tudománytörténetben olyan pillanatokat, melyeket tudományos forradalomnak neveznek! Ilyenkor az adott témáról a vélekedés alapvetően megváltozott, tehát nem csak egyszerűen árnyalódott.
- Ha érdekel a filozófia, gondold végig, hogyan fejlődik a tudomány, majd nézz utána, ezzel kapcsolatban milyen modern elméletek vannak!

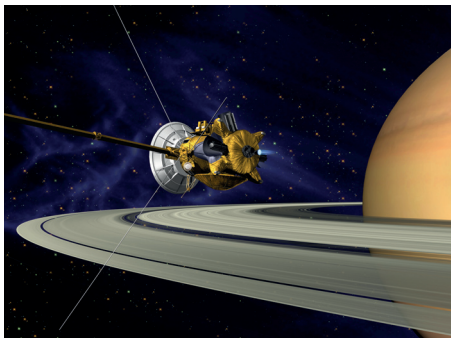
JAVASOLT FORRÁSOK

Ebben a témakörben az internet böngészése mellett jól használhatóak a tudósok életéről szóló szakkönyvek vagy irodalmi alkotások (például Kepler vagy Galilei életéről) nyomtatott vagy digitális formában, illetve a tudósok nem szaktudományos jellegű írásai. A tudósok gyakran foglaltak állást a témakörünkben feszegetett kérdésekben. Einstein, Newton, Heisenberg, Bohr és mások számos esszéje elérhető magyarul. Jó kiindulópontot jelenthetnek az interneten megjelenő összefoglaló cikkek, a nagy számban található, tematikusan kereshető idézetek is. Ha hozzáférhető, érdemes ellenőrizni az eredeti forrást, mert egy-egy, a szövegösszefüggésből kiragadott idézet ritkán mutatja be pontosan a szerző valószínűleg jóval összetettebb, árnyaltabb gondolatait.

VII.

Ahogyan a fizika a múltat alakította



A tudományos felfedezések mindig is jelentős hatást gyakoroltak a gazdaság és a társadalom fejlődésére. Elég, ha csak a fegyverekre gondolunk. Tudományos elvekre épülő korukban a korszerű fegyverek háborúkat döntöttek el. A csaták kimenetele sok esetben pedig azt, hogy melyik nép marad fenn és melyik nép tűnik el, vagy kényszerül hosszú időre rabszolgasorba, rezervátumba. De a tudomány nem csak a pusztítás szolgálatában áll. A tudomány fejlődése meghatározza közlekedési eszközeinket, azt, hogyan tudjuk a helyünket változtatni a bolygónk felszínén, földön, vízen, levegőben; sokkal gyorsabban, sokkal messzebbre, mint korábban. Az egyre pontosabb természettudományos ismeretekre épülő elektromos és mágneses jelenségeken alapuló gépek sokszor voltak segítőink a múltban, és nem kérdés, hogy társaink lesznek a jövőben a Naprendszer és a kozmosz felfedezésének hosszú, kalandos és fáradságos útján. Míg az új kutatási eredmények technológiai alkalmazásának kidolgozására idő kell, addig az újszerű tudományos gondolatok szinte azonnal termékenyítően hatnak a művészetekre, filozófiára, alapvetően befolyásolva azt, ahogy a világról és önmagunkról gondolkodunk.

A Newton alaptörvényeire épített mechanika sikereit látva akkoriban sokan gondolták azt, hogy a tudomány rövidesen minden fontos elméleti és gyakorlati kérdésre megtalálja a választ. Az évszázadokkal később született kvantumelmélet pedig éppen ezt, a világ megismerhetőségébe vetett hitet rengette meg. A tudományos felismerések társadalmi hatásaira számos érdekes példát találhatunk. Ebben a fejezetben elsősorban a fizikai elméletek és a technológiai tudás fejlődésének, összekapcsolódásának néhány izgalmas csomópontját vizsgálhatod meg közelebbről.

ERŐK ÉS A MOZGÁS

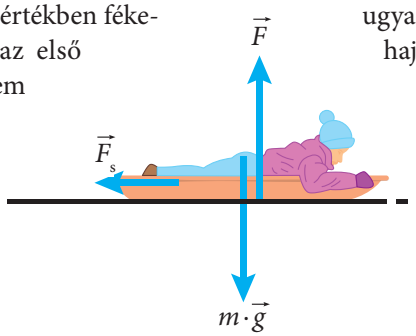
A testek sebességét befolyásoló hatásokra vonatkozó elfogadott tudományos nézet, hogy egy tárgy mozgásához mozgató kell. Tehát egy tárgy mozgásban tartásához folyamatosan erőt kell rá kifejteni. Földi körülmények között ez általában így is van, tehát ez a feltevés látszólag egybeesik a tapasztalattal. Ezt a látszólagos egybeesést az okozza, hogy a környezetünkben minden mozgó tárgyra hat valamilyen, a mozgását akadályozó, tehát a sebességével ellentétes irányú fékező erő, ami idővel megállítja. Az asztalon meglökött kiskocsi idővel megáll, aminek oka a kerekek és az asztal között fellépő súrlódási erő, illetve a levegő által a mozgó tárgyra kifejtett közegellenállási erő. Hogyan mozogna a magára hagyott kiskocsi, ha nem hatna rá semmilyen külső erő? Hogyan lehetséges mozgás mozgató nélkül? Erre a kérdésre egyszerű kísérletek, megfigyelések segítségével találhatjuk meg a választ.

Ha egy asztallapon elindítunk egy korongot, a súrlódás miatt bizonyos távolság megtétele után megáll. Ha csökkentjük a súrlódást, például simább asztalon vagy olajos felületen indítjuk el a korongot, az akkor is megáll, de hosszabb idő múlva. Ha tovább csökkentjük a súrlódást, és jégen ütjük el a korongot, akkor még hosszabb idő elteltével áll meg. Mi történne, ha teljesen kiküszöbölnénk a súrlódást? Ekkor a korong sohasem állna meg! A nagyon kis súrlódást biztosító, úgynevezett légpárnás asztalon megütött korong olyan kis mértékben fékeződik, hogy lassulását az első másodpercekben észre sem vesszük. A világűrben szabadon mozgó tárgyakat általában semmilyen erő nem fékezi, ezek addig mozognak egyenes vonalban, egyenletesen, amíg nem ütköznek valamilyen kozmikus törmelékkel, vagy nem csapódnak be egy bolygóba. Annak felismerése, hogy a mozgáshoz nem kell mozgató, hogy egy test magára hagyva egyenes vonalú, egyenletes mozgást végez, alapvetően formálta át világképünket.

Egy tárgy – legyen szó valamilyen közlekedési eszközről vagy egy fegyver mozgó alkatrészeiről – mozgását a rá ható külső erők határozzák meg. Egyetlen dolog sem képes megváltoztatni „önmaga” a saját sebességét, annak megváltoztatásához külső hatásra van szükség. A gépkocsi indulásakor a vezető a motort indítja el, a motor áttételeken keresztül megforgatja az autó kerekeit, de az autót a talaj és a kerekei között fellépő súrlódási erő hozza mozgásba, ez a súrlódás biztosítja a külső hatást. Súrlódás hiányában (laza homokban, sárban) a kerék csak kipörög, de a kocsi lényegében egyhelyben marad.

A víz és a levegő többféle módon is befolyásolja a közegben mozgó testek haladását.

A Föld gravitációs ereje függőleges irányú erővel vonzza a testeket saját középpontja felé. És nemcsak a szilárd halmazállapotú anyagokat, hanem a folyadékokat és gázokat is. Ebből származtatható a folyadékokba és gázokba merülő testekre ható, függőlegesen felfelé irányuló, úgynevezett felhajtóerő. A felhajtóerő nagysága a test által kiszorított folyadék és gáz súlyával egyenlő (Arkhimédész törvénye). Tehát egy nagyobb térfogatú testre ugyanabban a közegben nagyobb felhajtóerő hat.



A szánkót a gravitációs erő húzza a Föld középpontja felé, ennek hatását ellensúlyozza az *F* tartóerő, a szánkó lassulását a súrlódási erő okozza

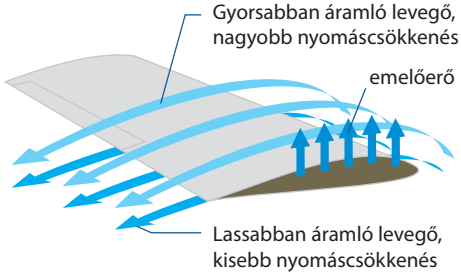




A léghajó és a rá ható erők



Egymotoros kisrepülőgép és szárnyprofilja



A léggömbök és léghajók azért emelkednek a magasba, mert nagy térfogatuk miatt a rájuk ható felhajtóerő nagyobb lesz, mint a gravitációs erő. Ilyenkor a felhajtóerő nagyobb, mint a gravitációs erő.

Az természetes, hogy a fából készült csónak nem süllyed el, hiszen a fahasáb is úszik a víz felszínén. A víznél nagyobb sűrűségű acéllemezből készül hajó belül üres, és bár anyaga elsüllyedne a vízben, de az egész levegővel telt hajótest fenn marad. Érvényes rá, hogy a hajótest által kiszorított víz súlya, azaz a felhajtóerő egyenlő a hajó súlyával. Éppen addig merül a hajó a vízbe, hogy az egyensúly fennálljon. A hajó merülési mélységét befolyásolja a tenger sótartalma. A hajó álló helyzetben is lehet egyensúlyban.

A repülőgép nagy, fémből készült testének súlyát nem tudja kiegyenlíteni a kiszorított levegő súlya. Itt újabb erőket szükséges figyelembe venni, melyek a testek közegben való mozgásával kapcsolatosak. A mozgó testekre a közegekben (pl. vízben, vagy levegőben) közegellenállási erő hat. Ennek nagysága függ a mozgó test alakjától és a sebességétől, áramvonalas testek esetében kisebb. Az áramvonalas forma azt az alakot tükrözi, amikor a legkisebb a közegellenállási erő. Mivel ez az erő a mozgó test sebességétől is függ, az áramvonalas formának a gyorsan mozgó járművek esetében van jelentősége. De egy repülőgépet sem a közegellenállási erő, sem a kiszorított levegő súlyából származó felhajtóerő nem tud a levegőben tartani.

A repülőgépeket egy újabb erő emeli magasba, ami a levegő áramlásával van kapcsolatban. A nagy felületű szárnyak kiképzése olyan, hogy a repülő gyors haladása esetén a szárnyak fölött nagyobb sebességgel áramlik a levegő, mint alattuk. A folyadékok és gázok áramlását leíró Bernoulli-törvény szerint a nagyobb áramlási sebességgel kisebb nyomás jár együtt. Ezért a szárnyak felett kisebb lesz a nyomás, mint a szárnyak alatt, ebből a nyomáskülönbségből származik a repülőgépeket felemelő és a levegőben tartó erő. A vitorlás hajó mozgását különösen sok erő határozza meg. A gravitációs erő lefelé irányul, a vízbe merülő hajótestre ható felhajtóerő pedig felfelé, a két erő egyensúlya teszi lehetővé azt, hogy a hajó a vízen ússzon. A víz és a levegő által kifejtett közegellenállási erő fékezi a tavon sikló vitorlást. A vitorlát fújó levegő által kifejtett közegellenállási erő pedig képes a hajó sebességének megnövelésére.

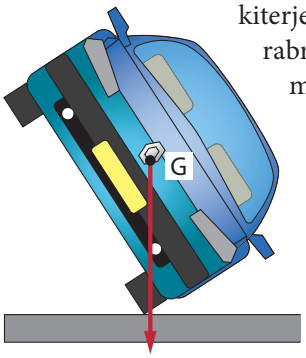
Az áramló folyadékban és gázokban mozgó testekre ható erők nyomáskülönbségéből származnak. A nyomásviszonyokat az áramló közegben az úgynevezett Bernoulli-törvény írja le.



Ha a vitorlás súlypontja túlságosan magasan van, a vitorlába kapaszkodó szél hatására könnyen felborul

A JÁRMŰVEK STABILITÁSA

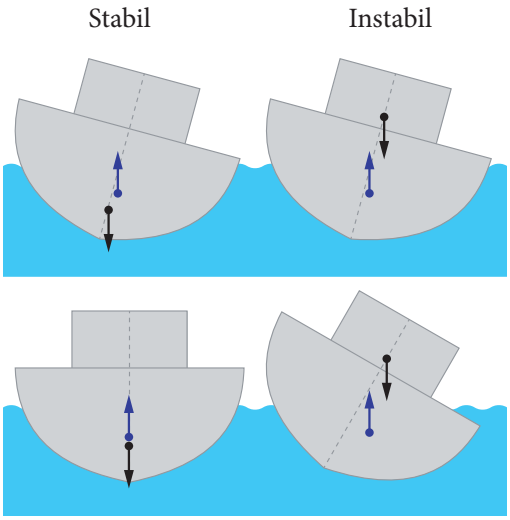
A korábbiakban láttuk, hogy a testek a rájuk ható külső erők hatására indulnak el, vagy állnak meg. A közlekedés szempontjából fontos kérdés, hogy a jármű, amit használunk, stabil, vagy éppen ellenkezőleg, könnyen felborul. A Föld gravitációs mezője a benne lévő tárgyak minden egyes atomjára, részecskéjére hatást gyakorol. Ezt a sok kis erőt egyetlen erővel helyettesíthetjük, amely az úgynevezett súlypontban hat, és lefelé irányul. A súlypont helyét általános esetben bonyolult matematikai összefüggések segítségével lehet meghatározni, de – ha a számítások elvégzése nem indokolt – megkereshetjük viszonylag egyszerűen elvégezhető kísérletekkel is, a test alátámasztása, vagy felfüggesztése révén. Ha a kiterjedt testet gondolatban több darabra bontjuk, általánosságban elmondható, hogy a súlypont a test nagyobb tömegű darabjaihoz esik közelebb. Egy autó akkor borul fel, ha olyan mértékben megbillen, hogy a súlypontján át húzott függőleges egyenes a két, még a talajjal érintkező kerék által meghatározott forgástengely külső oldalára kerül.



A képen ábrázolt autó már felborul, mert a súlypontján (G) át húzott függőleges egyenes a talajjal még érintkező két kerék által meghatározott – a lap síkjára merőleges helyzetű – forgástengely külső oldalán halad

A vízbe helyezett test a rá ható gravitációs erő és felhajtóerő együttes hatására fordul el egészen addig a helyzetig, amikor a két erő forgató hatása már kiegyenlíti egymást. Egy vitorlás stabilitásának vizsgálatakor figyelembe kell venni a szél forgató hatását is. A hajó alján lévő nehezék vagy **tőkesúly** miatt jóval mélyebbre kerül a hajó súlypontja, így nehezebben borítják fel a hullámok vagy a vitorlába kapaszkodó szél.

A nagy sebességgel forgó pörgettyűknél megfigyelhető jelenség, hogy mozgás közben megőrzik a forgástengely irányát, nem billennek ki, borulnak fel könnyen a rájuk ható erők következtében. Különleges stabilitásuk azonban rohamosan gyengül, amint a forgás lelassul. A hosszanti tengelye körül forgó nyílvessző stabilabban repül, ugyancsak stabilabb a **huzagolt csőben** forgómozgásra is szert tevő lövedék repülése. Ezért e huzagolt csövű puskákkal messzebbre és pontosabban lehet lőni. A forgás tehát stabilizál. Könnyebben tartjuk függőleges helyzetünket, nehezebben billenünk el a gyorsan mozgó kerékpáron, mint az álló vagy éppen vánszorgó biciklin.



A felhajtóerő (kék nyíl) és a gravitációs erő (fekete nyíl) egy hajó stabil és instabil helyzetében

A RADAR

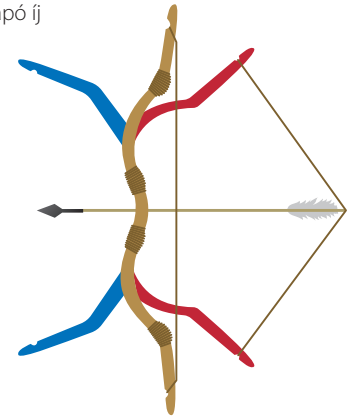
A fény elektromágneses hullám. A környezetünkben található tárgyakat az azokról visszaverődő fény segítségével vesszük észre. Napfény hiányában – sötétben vagy ködös időben – látásunk segítségével nem tudunk tájékozódni. A rádióhullámok a fénynél kisebb frekvenciájú és nagyobb hullámhosszú elektromágneses hullámok, sötétben vagy ködös időben is eljutnak hozzánk. Az ezeket használó **radar** segítségével rossz látási viszonyok között is lehetővé válik a tájékozódás, az akadályok kikerülése vagy a támadó repülőgépek felismerése.

TÉMÁK, PROBLÉMÁK, KÉRDÉSEK

1. A haditechnika fejlődése és a háborúk

Az, hogy ki használ tökéletesebb fegyvereket, gyakran eldöntötte egy-egy csata kimenetelét. A honfoglalás korabeli magyarok kalandozásaik során sok győztes csatát vívtak meg. A sikereket annak is köszönhették, hogy nyílvesszőik gyorsabbak voltak, mint az ellenfél íjászainak nyílvesszői. Ebből fakadóan a lövéseik hatótávolsága és romboló ereje is nagyobbnak bizonyult. A különbség egyik oka az volt, hogy őseink egy tökéletesített fegyvert, az úgynevezett visszacsapó íjat használtak. A másik ok harctechnikai jellegű. Vágta közben is tudtak lőni előre, ilyenkor a nyílvessző sebességéhez hozzáadódott a ló sebessége. Ha ezt a témát választod, ismerkedj meg olyan csaták és háborúk történetével, melyekben döntő szerepet játszott, hogy az egyik fél korszerűbb fegyvereket használt! Derítsd ki, illetve vitassátok meg, milyen tudományos ismereteket alkalmaztak a hatékonyabb fegyverek megalkotásakor! Bármilyen, a feltételeknek megfelelő eseményt választhatsz, de adunk is néhány ötletet az elinduláshoz.

A visszacsapó íj használata



A középkori ostromgépek a mechanika törvényeit használva zúdítottak sziklazáport az ostromlott várakra



Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Nézz utána, hogyan működik a radar! Ismerj meg minél több részletet a harcászati radarok II. világháborúban betöltött szerepével kapcsolatban. Fogalmazd meg véleményedet azt illetően, hogy döntően befolyásolta-e a háború kimenetelét ezeknek az eszközöknek az alkalmazása!
- 1866. július 3-án a csehországi Königrätznél a porosz hadsereg meglepetésre nagy győzelmet aratott az osztrákok felett. Mi volt ebben a poroszok által alkalmazott korszerűbb lőfegyverek szerepe, és milyen újításokat alkalmaztak ezeknél a fegyvereknél?
- Amerika meghódításának egyik fontos eszköze volt a lőfegyver, mellyel nagy távolságról is súlyosan meg lehetett sebesíteni az ellenséget. Milyen szerepet játszottak ezek az eszközök (a villámló botok) az indiánok elleni háborúkban? Milyen technikai megoldások alkalmazásával váltak a puskák és pisztolyok gyorsabbá, pontosabbá?
- A szicíliai Szirakúza védelmében hathatósan vett részt Arkhimédész, az ókori görög tudós. Nézz utána, milyen eszközöket alkalmazott! Lehet-e tudományos alapja annak a Plutarkhosz *Párhuzamos életrajzok* című művében leírt állításnak, hogy tükrök segítségével összegyűjtött fénysugarakkal tüzet okozott a római gályákon? Gyűjts érveket és ellenérveket az állítással kapcsolatban!
- Figyeld meg, hogyan stabilizálja a gyors forgás egy pörgettyű mozgását! Pörgettyűt játékboltokban is vásárolhatsz, de akár saját kezűleg is készíthetsz. Megfigyeléseidet dokumentáld, és mutasd be osztálytársaidnak!
- A középkorban számos – a kor színvonalának megfelelő mérnöki tudást alkalmazó – mechanikai szerkezetet (faltörő kos, hajítógép) használtak a várak ostroma során. Vizsgáld meg, milyen, a fizika területéről származó ismeretek öltöttek testet ezekben az eszközökben! Építsd meg egy-egy eszköz működő modelljét! Látogass meg várakat, várromokat, és tanulj a helyszínen a várak védelmi rendszereiről! Tekintsd át, milyen gépeket használnak a várfalak áttörésére a várak ostroma során a történelmi filmekben vagy a fantasytörténetekben (pl. *A Gyűrűk Ura*, *Trónok harca*, *Marco Polo* stb.)!

2. Hajókatasztrófák

Miért ütközött a *Titanic* jéghegynek? Miért gyűrte maga alá olyan könnyen a *Hableány*t a *Viking*? Több hajó borult már fel a rakomány nem megfelelő rögzítése miatt. Minden katasztrófát követően megkezdődik annak részletes kivizsgálása, ami gyakran rá is mutat a lehetséges okokra. A téma kidolgozása során ismerd meg, és ismertesd a múltbéli nagy hajókatasztrófákat és azok valószínű okait! A hajókatasztrófák egyik jellemző oka a hajó instabillá válása és az ezt követő felborulás. Milyen fizikai tényezők határozzák meg egy hajó stabilitását, hogyan lehetne különösen stabil hajókat építeni? Az elméleti meggondolások alátámasztására a témát kidolgozó csapatok építhetnek kis modellhajót, amit hajszárító vagy ventilátor által keltett szél segítségével tehettek próbára. Melyik halad gyorsabban? Melyik borul fel könnyebben? Összhangban vannak-e tapasztalataitok előzetes elgondolásaitokkal?



A *Costa Concordia* olasz üdülőhajó, amely 2012. január 13-án zátonyra futott, és felborult az olaszországi Giglio sziget közelében

Ajánlott feladatok, tevékenységek

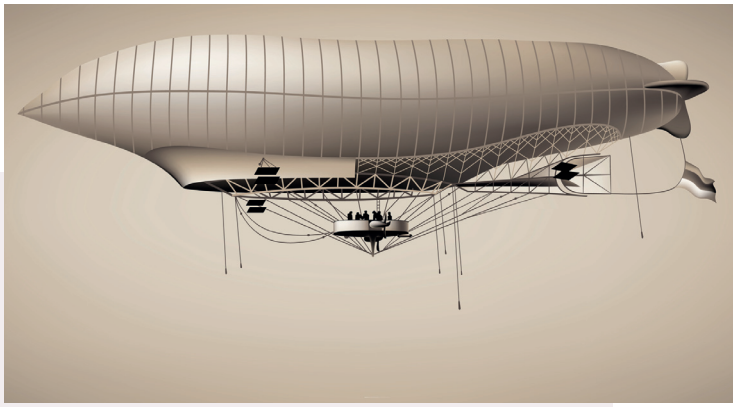
- Ismerd meg a *Titanic* katasztrófájának tudományos vonatkozásait! Miért gondolták a hajót elsüllyeszthetetlennek? Miért jelent a jéghegyek megközelítése nagy veszélyt a hajók számára? Modellezd a jéghegyeket vízben úszó, szabálytalan alakú jégdarabok segítségével, és figyeld meg, hogyan helyezkednek el a vízben, miért jelenthetnek veszélyt a víz alatti részek a hajókra!
- Készíts egyszerű hajómodelleket a környezetedben található anyagokból, és vizsgáld meg, hogyan viselkednek erős hullámzásban, nagy szélben! Alkalmazz tőkesúlyt, és figyeld meg, hogyan stabilizálja a hajó mozgását!
- 1954. május 30-án délelőtt borult fel a Balatonon a *Pajtás* nevű hajó, a balesetnek 23 halottja volt. Bőséges anyagot találsz az interneten a balesetről, fellelhetők az eseményt ismertető újságcikkek, megszólalnak a szemtanúk. Derítsd ki, mi okozta a hajó felborulását!
- Egy internetes portálon olvastuk a következőt: „A *Vasa* hadihajót a 17. század egyik legimpozánsabb mérnöki teljesítményének szánták. 1628-as vízre bocsátásával a Balti-tenger új királyának megérkezését akarták bejelenteni – a hajó azonban ehelyett súlyos konstruktőri mulasztások és a király türelmetlensége miatt egyenesen a stockholmi kikötő fenekére süllyedt.” A rendelkezésre álló források alapján derítsd ki, miért süllyedt el a *Vasa*, mik voltak a súlyos konstruktőri mulasztások, és miért vezettek ezek a hajó elsüllyedéséhez!

3. A repülés

A repülés az emberiség álma. A mitológiai lények gyakran szárnyak segítségével repülnek, mint a madarak, sokunk álmában éli át a szárnyalás élményét. A technika fejlődése megteremtette az emberiség számára a levegőbe emelkedés lehetőségét, de egyelőre nem szárnyak segítségével. Az első, a földet elhagyó, embert szállító eszköz a hőlégballon volt, ezt követték a merev szárnyak segítségével tartósan levegőbe emelkedő, de még a pilóta által felgyorsított repülők. Nagy előrelépést jelentett a repülés történetében a gépi erő megjelenése. Mi tartja a gépeket a levegőben, és milyen repülési tulajdonságokkal rendelkeznek a mai repülő szerkezetek? Hogyan fejlődtek a repülőgépek a történelem során, hogyan bővültek alkalmazásuk területei?



Az F–22-es vadászrepülőgép a levegőben.



Egy, az 1900-as évek elején gyártott hadi léghajó

Ajánlott feladatok, tevékenységek

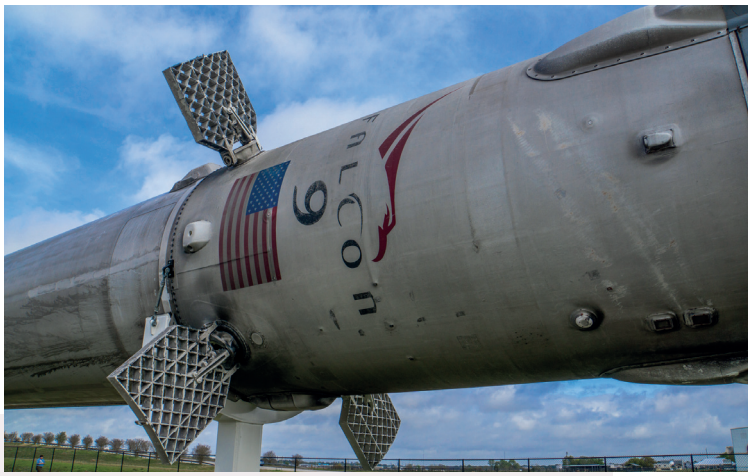
- Milyen fizikai törvények segítségével lehet értelmezni a hőlégballon emelkedését? Készíts kis méretű hőlégballont vagy olyan modellt, amely bemutatja a hőlégballon működésének elvét! Figyeld meg, fényképezd le, ha lakóhelyed közelében hőlégballont látsz!
- Milyen volt a híres *Hindenburg* léghajó? Milyen tudományos magyarázata van a léghajó működésének? Mi okozhatta azt a világszerte ismert és videón is megnézhető léghajó-katasztrófát, ami lényegében véget vetett a léghajóval történő személyszállításnak? Írj oknyomozó cikket a témában, mintha egy korabeli újság munkatársa lennél! Gondold végig, milyen gázzal érdemes megtölteni egy léghajót!
- Milyen fizikai hatás következtében emelkednek magasra az utasszállító és vadászgépek, hogyan kormányozzák őket? Milyen képességekkel rendelkeznek sebességben, fordulékonyságban, hatótávolságban korunk csúcsrepülőgépei? Készíts összehasonlító ábrát, prezentációt! Emeld ki a jelenlegi legújabb modelleket!
- A madarak röptét leginkább a motor nélküli vitorlázórepülők utánozzák. Nézz utána, milyen magasra és milyen messzire juthatnak a vitorlázórepülők, milyen technikai adottságok és milyen környezeti feltételek (légáramlatok) teszik lehetővé a hosszú siklórepüléseket!
- Készíts papírrepülőt vagy repülőmodellt bármilyen más anyagból, használd fel a siklórepülésről szerzett ismereteid! Rendezz versenyt a modellek között, melyik repül magasabbra, messzebbre! Mi a kulcsa a jó papírrepülő hajtogatásának?

4. Rakéták

A rakétákat először valószínűleg tűzijátékok fellövésére használták az ókori Kínában. Az ártatlan tűzijátékokból a 20. századra a rakéták tömegpusztító fegyverekké váltak. Ilyen fegyverek az atomtöltetet hordozó, nagy hatótávolságú, interkontinentális ballisztikus rakéták. Kisebb hatótávolságú változataik, a rövid és közép hatótávolságú rakéták is fenyegetést jelentenek a kontinensnyi távolságon belül elhelyezkedő célpontokra.

A rakéták békés célú alkalmazásai közül kiemelkedő jelentőségű az űreszközök célba juttatása, pályára állítása. A mai napig a hadászati rakétákhoz hasonló eszközökkel juttatják az űrbe a mérnökök egy űrexpedíció tagjait s a felszerelésüket. Az álló helyzetből induló rakéták hamar nagy magasságokba juthatnak. Egy kellően felgyorsított űrhajó eljuthat a Naprendszer távoli szegleteibe, s akár el is hagyhatja azt. Bár ember még csak a Holdig jutott a minket környező űrben, űrszondáink már elérték a Naprendszer peremét.

A SpaceX Falcon 9 rakétájának közeli képe. Ilyen rakétával juttatták a világűrbe 2021-ben az első olyan űrhajót, amey négy űrturistát szállított egyszerre.



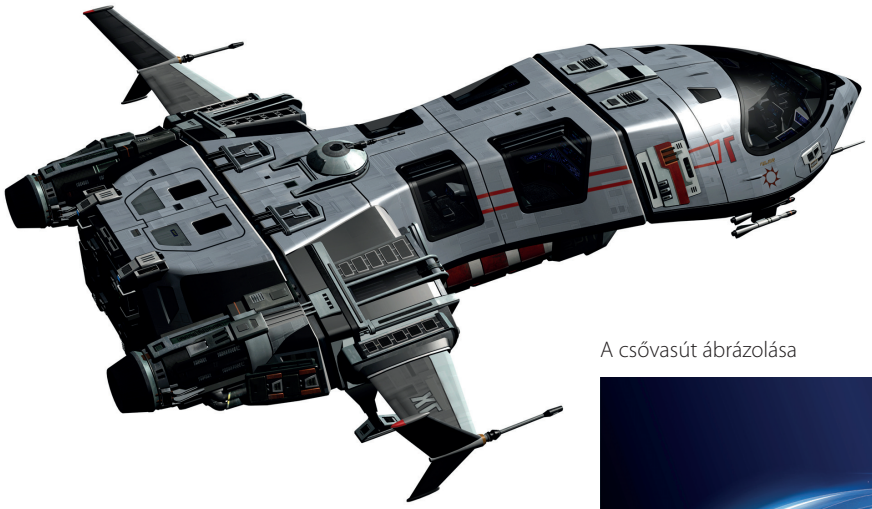
Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Mi a rakéták működésének elvi alapja, milyen fizikai ismereteket használnak fel a mérnökök megépítésük során? Mikor és kik építették az első rakétákat, mire használták azokat? Ismertesd a rakéták alkalmazásának és fejlesztésének történetét!
- Tudj meg minél többet az űrkutatásban jelenleg széles körben használt rakétákról! Nézz videókat azok indulásáról és az újra felhasználható rakéták visszatéréséről! Milyen méretű és súlyú rakományt képesek a mai rakéták a világűrbe juttatni, milyen tömegű üzemanyagot használnak fel ehhez?
- Térképezd fel, milyen rakétákat használnak ma, illetve használtak a közelmúltban harcászati célokra? Mekkora a méretük, honnan indítják az eszközöket, milyen feladatokat látnak el, mi a hajtóanyag, hogyan irányítják azokat? A hidegháborús korszak legfélelmetesebb csapásmérő eszköze az atomtöltetekkel felszerelt interkontinentális ballisztikus rakéta volt. Mit lehet ezekről a pusztító fegyverekről tudni?
- Építs biztonságosan működő rakétát! Építsd meg például a kiáramló levegővel hajtott léggömb rakétát! Próbáld ki, videózd le a mozgását telefonoddal, mutasd be a többieknek! Magyarázd meg a kísérletezés során tapasztaltakat!
- Gyűjtsd össze a rakéták felhasználási területeit! Készíts rövid – áruházi katalógus jellegű – ismertetőt a leggyakoribb rakéta típusokról és alkalmazásukról!

5. Képzelt közlekedési eszközök

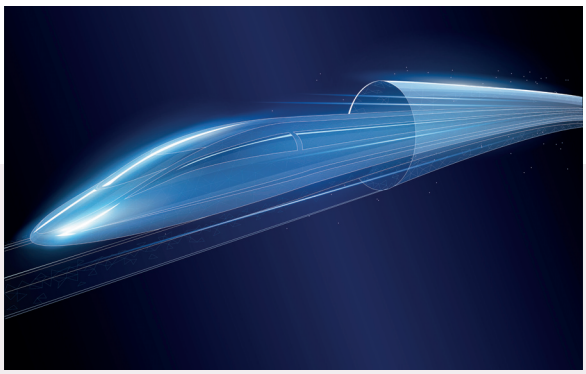
A képzelt közlekedési eszközök egy csoportjába olyan ötletek tartoznak, melyek mérnöki megvalósítása még várat magára, de a jövőben létrehozásuk reális cél lehet. Egy másik csoportba tartoznak azok az eszközök – ezeket elsősorban regényírók és filmkészítők találták ki –, melyek megvalósítása nem igazán egyeztethető össze a fizika alapelveivel. Ilyen például a világűr mélységeit kutató *Enterprise* űrhajó, ami képes a fénynél gyorsabb haladásra is, vagy Luke Skywalker X-wing-je, amit Yoda mester az erő megfelelő alkalmazása segítségével emel magasba. Különleges képességű autókat bőven találhatunk a James Bond-filmekben, vagy a *Taxi* sorozatban. Ezek a filmekben megálmodott autók törhetetlenek,

hosszabb-rövidebb ideig repülésre is képesek, esetleg intelligens robotokká alakulnak át, mint a transzformerek. Az esetek egy részében hamis, tudománytalan fizikai magyarázatot is kapunk az eszközök működéséről, gyakori varázsszó például az antigravitáció. A téma választása esetén gyűjtsd össze az általad elérhető forrásokban található, még csak a tervezőasztalon létező reális eszközöket és a képzeletbeli, aligha megépíthető járműveket! Próbáld megérteni működésük elvét, felismerni a reális megoldásokat és a meseszerű, a fizika megértését nélkülöző, tudománytalan ötleteket! Tedd próbára kreativitásod, képzelőerőd, és alkoss meg te is néhány újszerű járművet!



Egy a tervezőasztalon megálmodott űrhajó

A csővasút ábrázolása



Ajánlott feladatok, tevékenységek

- A megfelelő adatok felkutatása után becsüld meg, mekkora erőt kellett Yoda mesternek kifejtenie, miközben a levegőben tartotta az X-wing repülőt! Vedd figyelembe, hogy a Dagoba-rendszerben más a gravitációs gyorsulás értéke, mint a Földön!
- Tedd próbára kreativitásod, képzelőerőd, és alkoss meg te is néhány újszerű járművet! Gondolkozz úgy, mintha mérnök lennél! Képzeld el, milyen feladatot kell a járműnek ellátnia, ehhez milyen tulajdonságokkal kell rendelkeznie, és milyen technikai megoldások segítségével érhetőek el a kívánatos tulajdonságok! Jellemezd a járművedet, rajzold le, hogyan néz majd ki, s ha tudod, építsd meg a jármű modelljét!
- Az interneten találtuk az alábbi hírt: „Gyaloglás, lóhát, vasút, autó, repülő – a sebesség tekintetében így fejlődött időrendben a közlekedés, és azt hihetnénk, innentől csak a teleport van hátra. Pedig nagyon úgy néz ki, hogy a jövő újra egyfajta vasúté lesz, csak épp részben a föld alatt, egy vákuumos csőben fog mozogni, iszonyatosan nagy sebességgel.” Nézz utána az Elon Musk által elképzelt csővasútnak! Mi teszi alkalmassá a repülőgépek sebességével való utazásra? Szervezz vitát arról, valóban a csővasút lehet-e a jövő közlekedési eszköze. Mi szól mellette, s mi ellene?
- Képzeld el, hogy azon a rendezvényen veszel részt, amelyen az *Enterprise* űrhajót – a Csillagflotta büszkeségét – bemutatják a sajtó képviselőinek. Tanulmányozd a hajót, és fogalmazz meg számodra érdekes kérdéseket a rendezvényen részt vevő kapitány számára! Készítsd is el a riportot!
- Készíts összefoglalót (írásban vagy videórészletek segítségével) a James Bond-filmekben szereplő autók különleges képességeiről! Melyeket tartod megvalósíthatónak, és melyeket nem? Indokold is meg válaszaidat!
- Nézz utána, mit értenek a filmekben és regényekben, a számodra elérhető videókban antigravitáció alatt! Próbáld megérteni a jelenséget, és elmagyarázni társaidnak! Ne téveszd szem elől, hogy jelenleg nem ismerünk olyan eszközt, amire ne hatna a Föld vonzóereje, a magyarázatok tehát valahol biztosan sántítanak, s a gravitáció jelenségének meg nem értésére utalnak. De vajon te érted a gravitáció jelenségét?

6. Szárazföldi közlekedés

A szárazföldi közlekedés meghatározza mindennapjainkat. A járművek egy része lényegében szabadon mozoghat a felszínen, arra megy, amerre irányítjuk, ahogyan a múltban a szekereknél, most pedig az autóknál látjuk. Az épített utak segítik ezeknek a nem kötöttpályás járműveknek a gyorsabb haladását, de ettől függetlenül képesek az előre kijelölt pálya elhagyására. Az eszközök másik csoportja csak egy előre megépített pályán haladhat, ahogyan a különféle vonatok teszik, azaz pályájuk kötött.

Ha ezt a témát szeretnéd kidolgozni, válaszd ki a járművek egy jellegzetes csoportját. Projektmunka keretében vizsgáld meg, hogyan fejlődött az adott eszköz az idők során, milyen szerepet játszott az emberiség történelmében! Milyen társadalmi, gazdasági változásokkal járt az eszköz tömeges alkalmazása? A projekt zárása lehet az órákon megalkotott nagyobb poszter, grafika bemutatása.



Egyes nagy sebességű vonatok akár 400 km/h sebességgel is közlekedhetnek.



Ló vontatta vasút

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Mikor született meg az első gépkocsi, mik voltak jellemző tulajdonságai? Sorold fel egy gépkocsi fő alkatrészeit, mi a kerék és a gumik szerepe a működésben? Miért fontos az áramvonalas kialakítás, mi hajtja az autókat?
- Milyen célra használják az emberek a gépjárműveket, hogyan változtatta meg elterjedésük a mindennapokat és a történelmet? Mire képesek a mai autók? Nézz meg alaposan belülről is egy autót, vagy irányíts távirányítható modellt, magyarázd el a gépjárművek irányításának legfontosabb elveit s az ezt kiszolgáló rendszerek működését!
- Az autóforgalom hatékonyabb működtetését utak, autópályák hálózata segíti. Ezeken túl kiemelten fontos a közlekedés megszervezésének a módja. Milyen elvek mentén szerveződik meg a közlekedés? Mi ebben a szerepe a KRESZ-nek és a közlekedési lámpáknak? Milyen különbségek vannak a közlekedési kultúrában világszerte? Hol találhatók a Földön különösen érdekes vagy veszélyes útszakaszok, hol jöhetnek létre különleges közlekedési helyzetek?
- Nézz utána a vasúti közlekedés történetének! Mikor vette kezdetét, hogyan vontatták az első kocsikat a kötött pályán? Hogyan és milyen újításokat alkalmaztak a technológiai fejlődés során? Milyen legendás, különlegesen hosszú vagy különleges környezetben futó vonatok működnek jelenleg a világon?
- Hogyan zajlott a szárazföldi közlekedés a Római Birodalomban? Milyen volt az egykori úthálózat, milyen sebességgel közlekedtek a szekerek, hogyan váltak idővel egyre gyorsabbá és biztonságosabbá? Szervezz vitát arról, hogy egy birodalom méretét vajon befolyásolja-e a szárazföldi közlekedés jellemző sebessége!

7. Vízi közlekedés

A vízi közlekedés és szállítás az őskortól napjainkig fontos szerepet játszik az emberiség életében. Válaszd ki a vízi közlekedési eszközök egy jellegzetes csoportját, és projektmunka keretében vizsgáld meg, hogyan fejlődött az adott eszköz az idők során, s ez a fejlődés hogyan befolyásolta az emberiség történelmét! Milyen, a fizika tudományterületéhez tartozó ismereteket használtak fel a mérnökök az általad vizsgált eszköz megépítése során?



Halászatra használt, hagyományos technológiával készült katamarán a Srí Lanka-i tengerparton..

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Milyen a szerkezete, és miért úszik a víz felszínén a vitorlás? Mi hajtja, mi a jelentősége a hajó alakjának? Mióta használunk vitorlás hajókat, mikor játszottak a vitorlások különösen jelentős szerepet a történelemben? Hogyan néztek ki a római evezős gályák és Kolumbusz Kristóf hajói, melyekkel felfedezte Amerikát, milyen hajókat használtak a Karib-tenger kalózai vagy a maláj kalózok? Milyenek a mai vitorlások, például azok a hajók, melyekkel a Balaton megkerülése során versenyeznek? Mekkora utazási sebességre és maximális sebességre képesek? Ha teheted, nézz meg közelről egy vitorlás hajót, fényképezd le a mozgását és irányítását meghatározó legfontosabb alkatrészeit, s írd le funkciójukat! Készíts egyszerű, de működő vitorlásmodellt! Nézz utána, milyen különleges „hajók” léteznek, hogyan működik például az űrvitorlás!
- Mely népek használtak először csónakot? Milyen messzire juthattak vele a folyókon, tengereken? Milyenek a mai csónakok, mennyiben hasonlítanak elődeikhez? Mire használjuk manapság a csónakokat? Milyen legendás vagy valamilyen okból különleges vízi járműveket ismersz?
- Milyen változást hozott a kereskedelemben, közlekedésben a gőzhajók megjelenése? Hogyan zajlott elterjedésük? Milyen egy jellegzetes gőzhajó mérete, belső szerkezete?
- A tengeri szállítás bajnokai a tankerek és konténerhajók. Előbbiek hatalmas mennyiségű olajat, utóbbiak konténerekbe rendezett árukat szállítanak. Milyen méretűek, teljesítményűek a tankerek? Nagyságrendileg hány ilyen óriási szállítóhajó és milyen jellemző útvonalakon szeli az óceánokat nap mint nap?
- Figyeld meg a környezetedben látható hajókat, például a Dunán közlekedő utasszállítókat! Becsüld meg a méretüket, sebességüket! Nézz utána, mekkorák a ma használatos legnagyobb óceánjáró luxushajók! Elférnének a Dunában? Nézz utána, hogy a nagy óceánjárók és tankerek mennyire terhelik a környezetünket!

8. Mennyi a pontos idő?

Amikor a fizikában időről beszélünk, mindig két időpillanat, esemény között eltelt időre gondolunk. Az idő a fizikában tehát egy lényeges, pontos jelentéssel bíró mennyiség. Mérése azért is fontos, mert időben létezünk, s a világ változásait, a fizikai folyamatokat, például a hőmérséklet változását, az időben, az idő előrehaladtával, múlásával vagy kissé szakszerűbben az idő függvényeként írjuk le. Az idő mérése központi szerepet játszik mindennapjaink-



Mechanikus óraszerkezet.

ban, életünk ritmusát az adja, mennyi időt töltünk el munkával vagy pihenéssel. Mindenképpen ki kell emelnünk, hogy az idő érzete szubjektív. Ha izgalmas filmet nézünk, gyorsan eltelik, szinte repül; ha unatkozunk, és nem tudjuk elfoglalni magunkat, akkor lassan vánszorog. A fizikai idő természetesen ugyanúgy telik mind a két esetben, óráinkat nem befolyásolja, hogy mennyire köt le minket az a tevékenység, amit éppen végzünk.



A Németországban található atomóra 2 millió év alatt téved 1 másodpercet

Ajánlott feladatok, tevékenységek

- Építs egyszerű homokórát vagy ingaórát, vizsgáld meg, milyen pontosan működnek! Készíts napórát, és vesd össze a napóra mutatta időt a helyi idővel! Mi lehet az eltérés oka?
- Vizsgáld meg a rugóval működő mechanikus óraszerkezeteket, ha van rá lehetőséged, bonts alkatrészeire egyet, tanulmányozd és dokumentáld az alkatrészek szerepét az óra működésében!
- Nézz utána az időmérés történetének! Hogyan függ össze az időmérés története a tájékozódás történetével? Melyek voltak az első, pontos óraszerkezetek, milyen ötletek, találmányok vezettek megépítésükig? Kik azok a legjelentősebb természettudósok, mérnökök, akik a mind pontosabb órák elkészítésében szerepet játszottak?
- Milyen pontosan lehet mérni az idő múlását, melyek korunk legpontosabb órái? Milyen elképzelések vannak a pontosság növelésének lehetséges útjairól? Hogyan állapították meg a pontos időt az elmúlt évszázadokban, és hogyan állapítják meg ma? Miért jöttek létre időzónák? Mi a szerepük az időpontok meghatározásában és életünk ritmusában?
- Az idő pontos mérésnek kiemelt szerepe van a versenysportokban. Az úszóversenyeken néha csak századmásodpercek döntenek az érmek sorsáról. Hasonló a helyzet az atlétikai számok egy részében is. Nézz utána, milyen technológia segítségével és milyen pontosan mérik az időt a mai sportversenyeken, illetve hogyan fejlődtek ezek az eljárások az elmúlt évtizedekben!
- Alkosd meg a számodra legkülönlegesebb órák, illetve időmérő eszközök ötös listáját! Milyen eszközöket szerepeltetnél ezen a listán, és miért?

JAVASOLT FORRÁSOK

Történelmi témájú újságok, például a *Múlt-kor* magazin

Történelmi témájú könyvek: Lázár István, *Képes magyar történelem.* Corvina, Budapest, 1993.

Az elérhető fizika tankönyvek megfelelő fejezetei
OH-FIZ910TA/I Fizika 9–10. I. kötet (ISBN 978-615-6256-13-3, OH, 2021)
OH-FIZ910TA/II Fizika 9-10. II. kötet (ISBN 978-615-6256-52-2, OH, 2021)

Wikipédia, az ebben elérhető „további információk” és „irodalom” rovatok

Technikával foglalkozó könyvek, honlapok
Haditechnikai kerekasztal: htka.hu

mult-kor.hu

htka.hu

Tartalom

Bevezető ... 3
A tankönyv szerkezetéről és tartalmáról ... 4
Útmutató és javaslat a *Témák, problémák, kérdések* rész feldolgozásához ... 4

I. Földrengések, viharok, klímaváltozás ... 7
TUDÁSHÁTTÉR, FOGALMAK ... 8
Földrengések ... 8
Viharok, klímaváltozás ... 9
TÉMÁK, PROBLÉMÁK, KÉRDÉSEK ... 10
1. Meg lehet-e előre jósolni a földrengéseket? ... 10
2. Hogyan védekezhetünk a földrengés hatásai ellen? ... 11
3. Előre jelezhető-e az óriáshullám? ... 11
4. Változik-e éghajlatunk? ... 12
5. Hogyan befolyásolható a globális éghajlatváltozás üteme? ... 13
6. Szuperviharok ... 14
7. A tengeri áramlatok és az időjárás ... 15
8. Katasztrófák a múltban ... 16
JAVASOLT FORRÁSOK ... 16

II. Okos gépek ... 17
TUDÁSHÁTTÉR, FOGALMAK ... 18
A gépeket létrehozó mérnökök tudásaa fizika törvényeire épül ... 18
TÉMÁK, PROBLÉMÁK, KÉRDÉSEK ... 20
1. Hogyan működik? ... 20
2. Mit árulnak el eszközeink? ... 20
3. Önvezérelt autók ... 21
4. Okostárgyak ... 22
5. Együttélés a robotokkal ... 23
6. Robotok és társadalom ... 24
7. A gépek és az ember összeolvadása ... 25
8. Drónok ... 26
JAVASOLT FORRÁSOK ... 26

III. Fantázia és valóság: Földünk és a világűr, ahogy a fantasztikus filmekben megjelenik ... 27
TUDÁSHÁTTÉR, FOGALMAK ... 28
A relativitáselmélet és az idő ... 28
Az aszteroidák ... 28
A klímaváltozás következményei ... 29
Mesterséges gravitáció ... 29
Exobolygók ... 30
Fekete lyukak, féreglyukak ... 30

TÉMÁK, PROBLÉMÁK, KÉRDÉSEK 31
1. Mit gondoltak eleink a marsi életről, miért hittek a marslakók létezésében? 31
2. A Föld lehetséges jövőjének megjelenése a filmekben, regényekben 32
3. Ha el kell hagyni a Földet… Űrvárosok a fantasztikus irodalomban, filmekben. Az űrvárosok életkörülményeinek megteremtése 32
4. Az ember más bolygókon való megtelepedésének lehetőségei a filmekben és a valóságban. Az élet meghonosítása más bolygókon 33
5. Nagy távolságú utazások mikéntje, elvi lehetőségei a fizika alapján (relativisztikus hatások, hibernálás, fekete lyukak, féreglyukak) 34
6. Az idő valódi természetéből fakadó problémák felvetése 35
7. Néhány űrháborús film vagy katasztrófafilm (részleteinek) megtekintése, a filmbeli jelenetek, történések fizikai hátterének elemzése, azok realitásának, a filmekben megjelenő természettudományos tévedéseknek a vizsgálata 36
8. Adatgyűjtés a Földre potenciálisan veszélyes égitestekről, az ezeket vizsgáló csillagászati módszerekről, műszerekről. Egy pusztító meteorbecsapódás megakadályozásának lehetőségei. Meteorbecsapódások nyomai a Földön, ütközések más bolygókkal. 37
JAVASOLT FORRÁSOK 38

IV. A világfalu 39
TUDÁSHÁTTÉR, FOGALMAK 40
Hangok és képek felvétele, lejátszása 40
Az információk továbbítása 41
Hálózatok 42
TÉMÁK, PROBLÉMÁK, KÉRDÉSEK 43
1. Hogyan működnek, és mit tudnak a ma használt kamerák és képernyők? 43
2. Hogyan működnek, és mire képesek a jelenleg használt mikrofonok és hangszórók? 44
3. Szuperérzékelés I. – Nagy felbontású és közeli képek 45
4. Szuperérzékelés II. – Lassított és gyorsított videók 46
5. Helyettesítheti-e a virtuális valóság az igazit? 47
6. Mennyire élethűek a 3D képek? 48
7. A globális kommunikációs hálózat 48
8. Többet tud-e egy mai számítógép, mint az emberi agy? 49
JAVASOLT FORRÁSOK 50

V. A modern kor emberének nagy vállalkozásai a fizika területén 51
TUDÁSHÁTTÉR, FOGALMAK 52
Az anyag építőköveinek megismerése és az erre épülő gyakorlati alkalmazások javíthatják életminőségünket 52
Kozmikus távlatok 53
TÉMÁK, PROBLÉMÁK, KÉRDÉSEK 55
1. Különleges tulajdonságú anyagok napjainkban 55
2. A CERN-ben zajló kutatások különleges részecskék után 56
3. A gravitációs hullámok szemléltetése 57
4. A gravitációs hullámok érzékelése: a LIGO 58
5. A nanorészecskék néhány ígéretes alkalmazása 59
6. Érdekesebb képek a kozmoszról 59
7. A Földön kívüli élet felfedezésének küszöbén 61
8. A Naprendszer-kutatás időszerű kérdései 61
JAVASOLT FORRÁSOK 62

VI. A természet megismerése ... 63
TUDÁSHÁTTÉR, FOGALMAK ... 64
Az információ továbbítása ... 64
A tudományok kialakulása, fejlődése ... 64
A hit és a tudomány viszonya ... 65
Mik a tudománytalan (áltudományos) elméletek sajátságai? ... 66
Miért nem tudományos elmélet az asztrológia? ... 66
TÉMÁK, PROBLÉMÁK, KÉRDÉSEK ... 67
1. Tudományos és tudománytalan módszerek, eszközök, eljárások gyűjtése az internetről ... 67
2. Horoszkópok hitelessége, összehasonlítása, ellentmondásaik ... 68
3. A tudomány és a hit kérdései ... 69
4. Hogyan született a tudomány, hol vannak a határai? ... 70
5. Tudomány és társadalom: a tudományos igazság keresése, a tudomány és politika, a tudomány finanszírozása ... 71
6. Hiedelmek és tudományosan nem igazolt tapasztalatok az orvoslásban ... 72
7. „Egy a valóság, s ezer a ruhája” ... 73
8. A tudományos modellek fejlődése ... 74
JAVASOLT FORRÁSOK ... 74

VII. Ahogyan a fizika a múltat alakította ... 75
TUDÁSHÁTTÉR, FOGALMAK ... 76
Erők és a mozgás ... 76
A járművek stabilitása ... 78
A radar ... 78
TÉMÁK, PROBLÉMÁK, KÉRDÉSEK ... 79
1. A haditechnika fejlődése és a háborúk ... 79
2. Hajókatasztrófák ... 80
3. A repülés ... 81
4. Rakéták ... 82
5. Képzelt közlekedési eszközök ... 82
6. Szárazföldi közlekedés ... 84
7. Vízi közlekedés ... 85
8. Mennyi a pontos idő? ... 85
JAVASOLT FORRÁSOK ... 86

Ábrajegyzék

Fotók

– Shutterstock, ebből szerkesztői: 12 (Frans Delian), 17ba (Mike Mareen), 17jf (Stefano Mazzola), 19 (Krikkiat), 36 (Everett Collection), 39ja (Antlii), 63bf (Tainar), 69a (Renata Sedmakova), 77jf (Richard Thornton), 80 (dvoevnore), 82 (Tom Durr), 84j (tasch), 86 (geogif)
kivéve
– Cultiris: 71 (Bridgeman Art Library)
– Flickr: 21 (jasoneppink/CC BY 2.0)
– Library of Congress: 35j
– MTI Fotó: 63bk (Füzesi Ferenc)
– NASA: 9, 55, 60
– USGS: 10f
– Virgo Collaboration: 58
– Wikimedia: 10a (Z22/CC BY-SA 3.0), 31f (Giovanni Schiaparelli/CC0), 44a (Quintatoen/CC0), 74
– (Jean-Christophe BENOIST/CC BY-SA 3.0)

Grafikák

– Hegedűs-Egeresi Ilona Lilla
kivéve
– Shutterstock: 7, 21, 45b, 66, 68, 73
– NASA: 8

(Rövidítések: a – alsó, b – bal, f – felső, j – jobb, k – közép)