

Érettségi témakörök és tételek fizikából, 2010

01. tétel: A haladó mozgások

- Egyenes vonalú egyenletes, és egyenletesen változó mozgások. Egyenes vonalú mozgások szuperpozíciója.
- A mozgásokra jellemző fizikai mennyiségek, mértékegységeik.
- A mozgások analitikus és grafikus leírása.
- A mozgások dinamikai elemzése.
- Egyszerű hétköznapi példák haladó mozgásokra.

02. tétel: Periodikus mozgások

- Egyenletes körmozgás, harmonikus rezgőmozgás. A két mozgás kapcsolata.
- A mozgásokra jellemző fizikai mennyiségek, mértékegységeik.
- A mozgásegyenletek.
- A mozgások dinamikai jellemzése.
- A rezgő test energiája, a rezonancia jelensége.
- Példák a felsorolt mozgásokra, jelenségekre.

03. tétel: Az erő

- Az erő, a tömeg, a lendület fogalma.
- Newton törvényei.
- Az erők fajtái, erőtvények a fizikában.
- Hétköznapi példák ütközésekre, súrlódásra, rugalmas erőkre.

04. tétel: Mechanikai egyensúly

- A témához kapcsolható fogalmak, mértékegységeik.
- Egyszerű gépek.
- A mindennapi életben használt egyszerű gépek működése, hasznossága.

05. tétel: Hőtágulás

- A hőmérséklet, a hőmennyiség, a hőtágulás fogalma.
- Hőmérséklet mérése.
- Szilárd testek, folyadékok, gázok hőtágulása, a hőtágulást leíró összefüggések.
- Mindennapi példák a hőtágulás felhasználására, káros voltára, hőtágulás a természetben.

06. tétel: Gázok állapotváltozásai

- A gázok állapotjelzői és mértékegységeik.
- A gázok állapotegyenlete.
- Az állapotváltozás fogalma, gáztörvények.
- Nevezetes állapotváltozások, (izobár, izochor, izoterm, adiabatikus), ábrázolás p–V diagramon, a hőtan első főtételének alkalmazása a fenti állapotváltozásokra.
- Az ideális gáz kinetikus modellje.
- A témához kapcsolható természeti jelenségek és egyszerű berendezések működésének magyarázata.

07. tétel: A termodinamika főtételei

- A belső energia, a hőmennyiség, a térfogati munka fogalma.
- Az I. főtétel és alkalmazásai hőtani folyamatokban.
- A II. főtétel mint a spontán folyamatok irányának meghatározása.
- A II. főtétel, a hőerőgépek hatásfoka.
- Perpetuum mobile.
- Egyszerű termodinamikai gépek.

08. tétel: Halmazállapot-változások, fajhő

- A szilárd, a cseppfolyós és a légnemű halmazállapot általános jellemzése; gáz, gőz, telített gőz, páratartalom fogalma.
- Az olvadás/fagyás, párolgás/forrás, lecsapódás, szublimáció folyamata, jellemző mennyiségei, mértékegységeik.
- A folyamatokat befolyásoló tényezők.
- A halmazállapot-változások jellemzése energetikai szempontból.
- Fajhő, hőkapacitás, belső energia, hőmérséklet fogalma, mértékegységeik.
- Hétköznapi példák fázisátalakulásokra.

09. tétel: Időben állandó erőterek

- Az elektromos erőter fogalma, jellemzése: térerősség, potenciál, feszültség, erővonalak.
- Egyszerű elektrosztatikus erőterek.
- A mágneses erőter fogalma, jellemzése: indukció, fluxus, erővonalak.
- A gravitációs kölcsönhatás, gravitációs erőter.
- Példák a mindennapi életből; földelés, árnyékolás, kondenzátor, elektromágnes alkalmazása.

10. tétel: Az elektromos áram

- Az elektromos áram fogalma, áramforrások, az elektromos áramkör.
- Ohm törvénye.
- Az áram hőhatása-teljesítménye, munkája, gyakorlati vonatkozások.
- Az áram mágneses, vegyi, biológiai hatásai. Elektrolízis, Faraday-törvények.
- A váltakozó áram fogalma, jellemzői, váltakozó áramú berendezések.

11. tétel: Az elektromágneses indukció

- Áram és mágneses tér kölcsönhatása, Lorenz-erő.
- A mozgási indukció jelensége, értelmezése a Lorenz-erő alapján.
- A nyugalmi indukció jelensége.
- Lenz törvénye.
- Gyakorlati alkalmazás, az elektromos áram előállítása, szállítása, generátorok, a transzformátor.

Érettségi témakörök és tételek fizikából, 2010

12. tétel: A fény

- A geometriai optika, leképezés, gyakorlati felhasználás.
- A fény mint hullám; a polarizáció, az elhajlás, az interferencia, a diszperzió fogalma.
- Foton, fotóeffektus, a fény kettős természete.
- Fénysebesség, a fénysebesség mérése, a fénysebesség mint határsebesség.
- A lézer.

13. tétel: Hullámok

- A mechanikai hullámok jellemzői.
- A hullámok terjedési tulajdonságai. Interferencia, állóhullám.
- A hang.
- Az elektromágneses hullámok jellemzői.
- Elektromágneses spektrum, rezgőkör, fénykibocsátás, fényelnyelés.

14. tétel: Az energia fajtái, munka, teljesítmény

- Mechanikai energiák, belső energia, kondenzátor, tekercs energiája, a foton energiája, magenergia.
- A munkatétel.
- Teljesítmény, hatások.
- Energiaátalakulás, -átalakítás.
- Példák a mindennapi életből.

15. tétel: Megmaradási törvények (energia, tömeg, lendület, töltés)

- A lendületmegmaradás törvénye, ütközések.
- Mechanikai energiák megmaradása.
- Konzervatív erők fogalma, konzervatív mező, potenciál.
- Energiaátalakulás rezgőkörökben.
- A hőtan I. főtétele mint az energiamegmaradás törvénye.
- A töltésmegmaradás törvénye.
- Tömeg-energia ekvivalencia, szétsugárzás, párkeltés.

16. tétel: Az atom szerkezete

- Az anyag atomos szerkezetére utaló jelenségek. Avogadro törvénye.
- Az elektromosság elemi töltése, az elektron mint részecske.
- Az atom felépítése. Rutherford szórás kísérlete.
- Atommodellek.

17. tétel: Magfizika

- Az atommag felépítése, kötési energia, tömegdefektus.
- Magátalakulások, radioaktív bomlások, maghasadás, láncreakció.
- Sugárzások, sugázmérés, felhasználásuk.
- Atomreaktor, atombomba, hidrogénbomba.

18. tétel: Az anyag kettős természete

- Hullámtulajdonságok.
- Az anyaghullám fogalma; de Broglie-féle hullámhossz.
- Fotoeffektus, Einstein-féle fényelektromos egyenlet, fotocella, a fény kettős természete.

19. tétel: Csillagászat

- Naprendszer, Kepler-törvények.
- Bolygók, állócsillagok és egyéb természetes és mesterséges égitestek.
- A Nap tulajdonságai, energiatermelése.
- Az ősrobbanás elmélete, a világegyetem szerkezete.
- A csillagászat vizsgálati módszerei.

20. tétel: Gravitáció

- Tömegvonzás törvénye.
- Nehézségi erő, nehézségi gyorsulás, súly, súlytalanság.
- Kozmikus sebességek.

1. tétel

Haladó mozgások

Vonatkoztatási rendszer: általunk tetszőlegesen választott és rögzített koordináta-rendszer, melyben leírjuk a testek mozgását.

Helyvektor: a vonatkoztatási rendszerünk origójából egy adott pontba mutató vektor.

Mozgás: Akkor mozog egy test, ha a hozzá húzott helyvektor időben változik.

Elmozdulás: A test elmozdulása t_1 időpontból a t_2 időpontig egy $\Delta \vec{r}$ -rel írható le. Ez a vektor a testhez t_1 időpontban húzott helyvektor végpontjából indul és a testhez t_2 időpontban húzott helyvektor végpontjába mutat.

$$\Delta \vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1 \quad [\Delta \vec{r}] = m$$

Út: a test által megtett út a t_1 időpillanattól a t_2 időpillanatig egy számmal (skalárral) adható meg. A Δs út a test pályájának hossza.

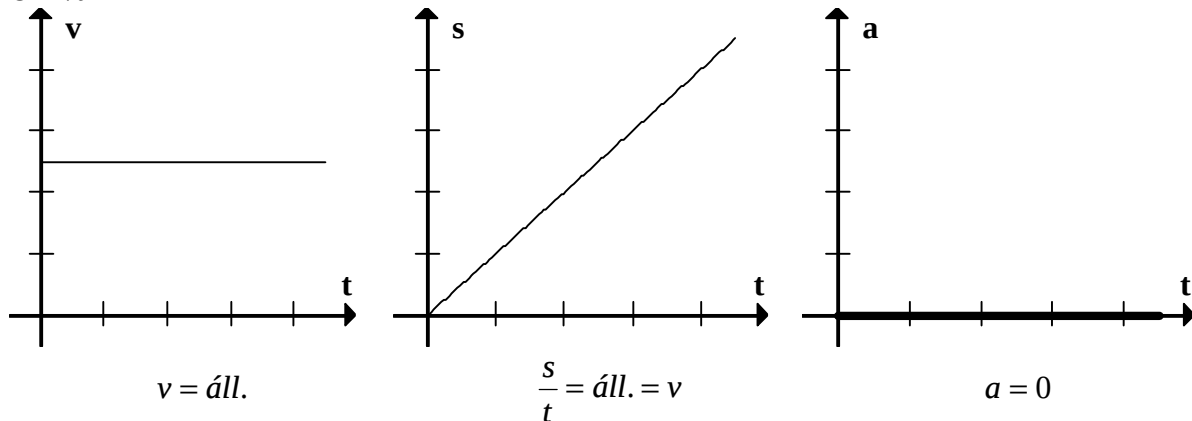
Átlagos sebesség: $\vec{v} = \frac{\Delta s_{\text{összes}}}{\Delta t_{\text{összes}}} \quad [\vec{v}] = \frac{m}{s}$

Átlagsebesség: $\langle \vec{v} \rangle = \frac{\Delta \vec{r}_{\text{összes}}}{\Delta t_{\text{összes}}} \quad [\langle \vec{v} \rangle] = \frac{m}{s}$

Gyorsulás: $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad [a] = \frac{m}{s^2}$

Egyenes vonalú egyenletes mozgás: azok a mozgások, amik egy egyenes mentén történnek és egységnyi idő alatt egységnyi elmozdulás történik, bármekkorák is a vizsgált időtartamok.

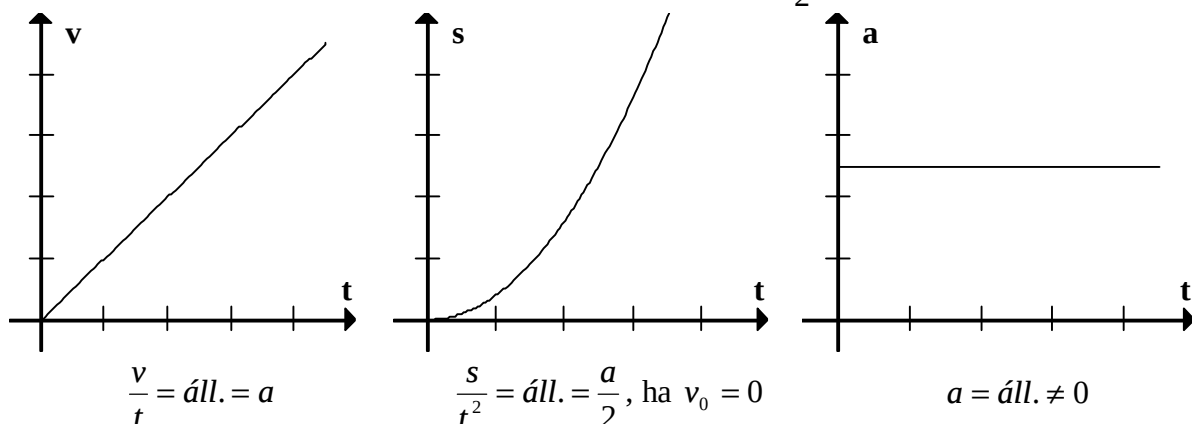
$$s = vt$$



Egy test akkor végez egyenes vonalú egyenletes mozgást, ha a rá ható erők eredője nulla.

Egyenes vonalú egyenletesen változó mozgás: egyenlő idők alatt, azonos mértékben változik

a sebesség, bármekkorák is a vizsgált időközök. $\vec{r} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a}}{2} t^2$



Egy test akkor végez egyenes vonalú egyenletesen változó mozgást, ha a rá ható erők eredője állandó és nem nulla, valamint a rá ható erők eredőjének iránya a mozgása során nem változik.

Egyenes vonalú mozgások szuperpozíciója: egy test az adott vonatkoztatási rendszerben több egymástól független irányba is mozoghat. Ekkor az eredő mozgást meghatározhatjuk az egyes mozgások sebességvektorainak összegével.

2. tétel

Periodikus mozgások

Periodikus mozgások

Ha egy folyamatot jellemző fizikai mennyiségek ismétlődő változásuk közben egyenlő időközönként azonos értékeket vesznek fel, a változás periodikus.

Az az időtartam, amely alatt egyszer játszódik le a periodikus változás ismétlődő szakasza, a periódusidő. Jele: T . Az a mennyiség, amely megmutatja a periodikus változások egységnyi idő alatt bekövetkező ismétlődéseinek a számát, a frekvencia. Jele: f . Mértékegysége a hertz. Jele: Hz, $1\text{Hz} = \frac{1}{\text{s}}$. A periódusidő és a frekvencia azonos szempontból (az ismétlődések üteme, gyakorisága szempontjából) jellemzi a periodikus változásokat. A közöttük lévő kapcsolat:

$$f = \frac{1}{T} \text{ illetve } T = \frac{1}{f}$$

A periódusidő és a frekvencia tehát egymás reciprocai.

Periodikus mozgás a forgómozgás (ahol a forgástengely a testen belül található és a test nem pontszerű), valamint a körmozgás (ahol a test pontszerű).

Egyenletes körmozgást végez az anyagi pont akkor, ha körpályán egyenlő időközök alatt – bármilyen kicsinyek is ezek – egyenlő utakat tesz meg mindig ugyanabban a körülfutási irányban. A t idő alatt megtett s út (ívhosszúság) tehát arányos az idővel:

$$s = vt$$

ahol v az állandó sebesség nagyságát jelenti. A sebesség iránya a pálya érintőjének iránya, amely pontról pontra változik, így a mozgás gyorsuló mozgás. Az egyenletes körmozgásnál a gyorsulás a kör középpontja felé mutat, mivel a sebesség nagysága nem változik (ebből következik, hogy a gyorsulás merőleges a sebességre), és nagysága:

$$a = \frac{v^2}{r}$$

Ezt hívjuk centripetális gyorsulásnak (a_{cp})

További jellemző mennyiség a fordulatszám: az időegység alatt befutott körök száma. Jele: n , Mértékegysége: $\frac{1}{\text{s}}$.

$$nT = 1$$

A körpályán egyenletesen mozgó test sebessége állandó, ezt kerületi sebességnek hívjuk. Az egyenletes körmozgás definíciója szerint a test által befutott ívhossz és az ehhez szükséges idő egyenesen arányos, ez adja a sebesség nagyságát:

$$v_k = \frac{\Delta l}{\Delta t}$$

2. tétel

Periodikus mozgások

Mivel az egyenletes körmozgást végző test sebessége állandó nagyságú, ezért ha ismerjük egy adott hosszúságú ív befutásához szükséges időt, a kerületi sebesség már kiszámítható. Az egy kör befutásához szükséges idő a T periódusidő, és a befutott ív hossza egyenlő a kör kerületével ($2r\pi$), így a kerületi sebesség:

$$v_k = \frac{2r\pi}{T}$$

Az egyenletes körmozgást végző testhez a kör középpontjából húzott sugár szögelfordulásának és a szögelfordulás idejének hányadosát szögsebességnek nevezzük. Jele: ω . Mértékegysége $\frac{1}{s}$

$$\omega = \frac{\Delta\alpha}{\Delta t}$$

A kerületi sebesség és a szögsebesség közötti összefüggést a sugár adja meg:

$$v_k = r\omega$$

Fentebb már leírt centripetális gyorsulásból adódik a testre ható erők eredője:

$$\Sigma F = m \frac{v^2}{r}$$

Mivel a gyorsulás a kör középpontjába mutat, ezért ha egyenletes a körmozgás, akkor a körpályán mozgó testekre ható erők eredője minden esetben a kör középpontjába mutat. Ezt nevezhetnénk a körmozgás második definíciójának is. A ΣF neve körmozgás esetén centripetális erő (F_{cp})

Szintén periodikus mozgás a rezgő mozgás.

Egy mozgást rezgőmozgásnak nevezünk, ha a test két szélső helyzete között egyenes vonalú pályán periodikusan mozog. A rezgőmozgás jó példája a nem egyenletesen gyorsuló mozgásoknak.

Ha a rezgés két szélső helyzetének távolsága az időben csökken, csillapított rezgésekről beszélünk. Ha a megfigyelés időtartama alatt a szélső helyzetek távolságcsökkenése nem számottevő, akkor a rezgést csillapítatlan rezgésnek tekintjük.

Az olyan mozgást, melynek során egy pontszerű test egyenes mentén mozog úgy, hogy a test adott ponthoz viszonyított helye az idő szinuszos függvénye szerint változik, harmonikus rezgőmozgásnak nevezzük. Az adott pont, mint az a mozgás dinamikai leírásából kiderül, az egyensúlyi helyzet, azaz az a pont, ahol a test gyorsulása és így a rá ható erők eredője nulla.

A mozgás jellemzői:

2. tétel

Periodikus mozgások

- periódusidő vagy rezgésidő, jele: T (az a legrövidebb idő, amely alatt a test ugyanazon két mozgásállapota közt telik el. Ugyanazon mozgásállapoton a test azon állapotait értjük, melyekben a test minden fizikai jellemzője hely, sebesség, gyorsulás, eredő erő irány és nagyság szerint megegyezik. Periodikus jelenségeknél szokás a mozgásállapotot fázisnak is nevezni)
- a frekvencia, jele: n, f, ν (görög kis nú) (az időegységek alatti rezgések száma. Mértékegysége $1/s$ azaz $s^{-1} = \text{Hz}$ (Hertz német fizikus tiszteletére))
- az amplitúdó, jele: A (az egyensúlyi helyzettől számított maximális kitérés. Szokás még a rezgés tágasságának is nevezni. Mértékegysége hosszúság mértékegység)
- körfrekvencia, jele: ω ;
$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$
- kitérés: az egyensúlyi helyzettől számított előjeles távolság. Ha a mozgás egyenesére tesszük az y tengelyt, és az egyensúlyi helyzet az origó, akkor a kitérés a test y koordinátája.

A mozgás egyenesét választva y tengelynek, az y koordináta a harmonikus rezgőmozgás definíciója szerint:

$$y = A \sin(\omega t + \varphi_0)$$

Az $\omega t + \varphi_0$ szög határozza meg, hogy a test mely rezgési állapotában, fázisában tartózkodik, ezért neve pillanatnyi fázisszög. A φ_0 szög a test $t=0$ –kori állapotát szabja meg, ezért neve kezdőfázis. Mivel a szinusz függvény 2π szerint periodikus, ezért a fázis 2π -vel vagy annak egész számú többszörösével eltérő értékeihez ugyan azok a mozgásállapotok tartoznak.

(Kísérleti úton) megállapítható, hogy a harmonikus rezgőmozgás és az egyenletes körmozgás szoros kapcsolatba hozható. Egy egyenletes körmozgás arra alkalmas síkra való vetülete harmonikus rezgőmozgás. Egy harmonikus rezgőmozgáshoz mindig található olyan egyenletes körmozgás, amelynek vetületeként az előállítható. Ezt a körmozgást az adott harmonikus rezgőmozgás referencia körmozgásának nevezzük.

Habár a sebesség és a gyorsulás meghatározható a differenciálszámítás ismeretében, egyszerűbb és szemléletesebb, ha figyelembe vesszük, hogy az egyenletes körmozgás vetülete harmonikus rezgőmozgás. Tekintsük az origó középpontú, A sugarú, ω szögsebességű egyenletes körmozgást végző test mozgásának y tengelyre való vetületét! A vetületi mozgás egyes fizikai jellemzői a mennyiségek y koordinátái.

$$y = A \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$v_y = A \omega \cos(\omega t + \varphi_0)$$

2. tétel

Periodikus mozgások

$$a_y = -A\omega^2 \sin(\omega t + \varphi_0)$$

A kitérés- és a gyorsuláskoordináta ellentett előjelének oka az, hogy az egyensúlyi helyzettől való távolodással a sebességnek csökkennie kell, hiszen szélső helyzetben a test sebessége 0. Így a mozgás lassuló, a gyorsulás ezért a sebességgel ellentett irányú, azaz az egyensúlyi helyzet felé mutat. A szélső helyzetből az egyensúlyi helyzet felé tartó mozgás során a test sebessége nő, a gyorsulás és a sebesség egyirányú. Így a gyorsulás ebben az esetben is az egyensúlyi helyzet felé mutat. Tehát a gyorsulás mindig az egyensúlyi helyzet felé mutat, azaz a kitéréssel mindig ellentétes irányú.

A harmonikus rezgőmozgás dinamikai feltételét megkapjuk, ha a mozgásegyenletbe behelyettesítjük a gyorsulás-idő függvényt:

$$F_y = ma_y = -mA\omega^2 \sin(\omega t + \varphi_0)$$

azaz

$$F_y = -m\omega^2 y$$

Mivel a tömeg és a szögsebesség állandó, ezért az erők eredőjének nagysága egyenesen arányos a kitéréssel. A negatív előjel azt jelenti, hogy az eredő erő és a kitérés ellentétes irányúak, azaz az erő mindig az egyensúlyi helyzet felé mutat. Az olyan erők, amelyek mindig az egyensúlyi helyzet felé mutatnak, rezgőmozgást hoznak létre. A fentiek szerint azonban csak akkor hoznak létre harmonikus rezgőmozgást, ha még az egyenes arányosság is teljesül.

A harmonikus rezgőmozgást végző test energiája:

$$E_{\text{összes}} = \text{állandó} = \frac{1}{2}mv_y^2 + \frac{1}{2}Dy^2$$

Megemlítendő még a rezonancia jelensége:

Ha egy rezgő rendszert gerjesztünk, akkor a gerjesztő frekvencia függvényében változik a gerjesztett rezgés amplitúdója. A saját frekvenciánál kisebb, illetve nagyobb frekvenciákon a rezgés amplitúdója kicsi. Az amplitúdó maximuma ott van, ahol a gerjesztő frekvencia megegyezik a sajátfrekvenciával. Azt a jelenséget, amikor a gerjesztett rendszer amplitúdója maximális, rezonanciának nevezzük. A rezonanciaamplitúdó a gerjesztő rezgés amplitúdójának sokszorosa lehet.

Példák a körmozgásra:

Példák a harmonikus rezgőmozgásra:

Források: Holics László Fizika Akadémiai kiadó 2009

3. tétel

Az erő

Erő: „egységnyi idő alatt történő lendületváltoztatás” az erő a testeknek olyan egymásra gyakorolt hatása, amely alakváltozást és mozgásváltozást eredményezhet. Nagysága és iránya egyaránt fontos, ezért vektormennyiség. Jele: F $F = \frac{\Delta I}{\Delta t}$ mért.egys.: $1N = 1kg \frac{m}{s^2}$

Tömeg: a testek állandó jellemzője, a tehetetlenség mértéke. Jele: m mért.egys.: $1 kg$

Lendület: Egy test lendületét, mozgásmennyiségét a test tömegének és sebességének szorzatából alkotott fizikai mennyiséggel jellemezzük. Jele: I mért.egys.: $1kg \frac{m}{s}$

Állandó tömegű test lendülete csak kölcsönhatás során változhat meg, azaz a lendületváltozáshoz erőre van szükség.

A lendületváltozás mértéke függ:

- az erő nagyságától,
- az erő irányától,
- az erőhatás idejétől.

Az $\vec{F}\Delta t$ szorzatot **erőlökés**nek nevezzük. erőlökés adja a lendületváltozást
A testre ható erőlökés megegyezik a test lendületváltozásával.
 $F \cdot \Delta t = \Delta I$

Impulzus-törvény: $\vec{F}\Delta t = m\Delta \vec{v}$

Lendület-megmaradás pontrendszerre

Ha egy pontrendszerre csak belső erők hatnak, akkor azt zárt rendszernek nevezzük. Zárt pontrendszer összimpulzusa állandó.

Newton I. – a tehetetlenség törvénye

Minden test nyugalomban marad vagy egyenes vonalú egyenletes mozgást végez mindaddig, míg ezt az állapotot egy másik test vagy mező által kifejtett erő meg nem változtatja.

Azt a vonatkoztatási rendszert, amelyhez viszonyítva egy test mozgására érvényes ez a törvény, inerciarendszernek nevezzük. Az inerciarendszer maga is nyugalomban van, vagy egyenes vonalú egyenletes mozgást végez, és bármely hozzá viszonyított tökéletesen magára hagyott test mozgására érvényes a tehetetlenség törvénye.

A törvény legfőbb célja, hogy meghatározza a többi Newton-törvény érvényességi tartományát. Rávilágít, hogy a Newton törvények csak inerciarendszerben alkalmazhatók. Vagyis törvényei nem tartalmaznak semmi információt gyorsuló koordináta-rendszerekhez. (Megjegyzés: gyorsuló koordináta-rendszerekben is alkalmazhatóak törvényei, ha a koordináta-rendszerben minden testre fellép egy a koordináta-rendszer gyorsulásával ellentétes irányú, de vele megegyező nagyságú gyorsulás.)

Newton II. – a dinamika alaptörvénye

Egy pontszerű test 'a' gyorsulása egyenesen arányos a testre ható, 'a' gyorsulással azonos irányú 'F' erővel, és fordítottan arányos a test 'm' tömegével.

A törvény képlettel kifejezett, elterjedt formája: $\vec{F} = m\vec{a}$

3. tétel

Az erő

Az összefüggés megmutatja, hogy minél nagyobb egy testre ható erők eredője, annál nagyobb a test gyorsulása. A törvény definiálja tömeg fogalmát, amely a testek állandó jellemzője, az erő és a gyorsulás arányának meghatározója.

Newton III. – hatás-ellenhatás törvénye

Két test kölcsönhatása során mindkét testre azonos nagyságú, egymással ellentétes irányú, ua. ideig tartó erő hat.

pl: A törvény következménye, hogy a kalapács ugyanakkora erővel hat a szögre, mint a szög a kalapácsra (mivel azonban a kalapács tömege nagyobb, a második törvény értelmében a gyorsulása arányosan kisebb lesz), hasonlóképp egy bolygó ugyanakkora erővel vonzza a Napot, mint a Nap a bolygót (de a Nap tömege sokszorosa a bolygóénak, a jelentkező gyorsulás mértéke tehát eltér).

Szuperpozíció elve – erőhatások függetlenségének elve

Ha egy testre egyidejűleg több erő hat, akkor ezek együttes hatása megegyezik a vektori eredőjük hatásával.

A törvény azt jelenti, ha egy 'm' tömegű testen az $\mathbf{F}_1$ erő egymagában $\mathbf{a}_1$ gyorsulást hoz létre, és az $\mathbf{F}_2$ erő szintén egymagában $\mathbf{a}_2$ gyorsulást hoz létre, akkor az $\mathbf{F}_1$ erő által létrehozott $\mathbf{a}_1$ gyorsulás ugyanaz marad, függetlenül attól, hogy az $\mathbf{F}_2$ erő hat-e a testre vagy sem, és fordítva. Pl: vízszintes hajítás: a testnek annyi ideje van repülni, amíg adott magasságból F_g a földre nem kényszeríti, ez az erő nem befolyásolja a vízszintes irányú hajítóerőt

Erőtörvény: olyan összefüggés, amely megadja a testre ható erőt a test és a környezet adatainak függvényében.

Rugalmassági erő

A megfeszített rugó által kifejtett erő ua. rugó esetén csak a rugó feszítetlen x_0 hosszához képesti Δx megnyúlástól függ, és azzal ellentétes irányú: $\vec{F} = -D\Delta\vec{x}$

D: skaláris arányossági tényező Neve: rugóállandó mért.egys.: $1 \frac{N}{m}$

Súly

Azt az erőt (*súlyerő*), amelyet a test az alátámasztásra vagy a felfüggesztésre kifejt, *súlynak* nevezzük. $S=mg$

A gravitációs gyorsulás értéke, és vele együtt a testek *súlya* is, változik a Föld különböző pontjain. Legnagyobb a sarkoknál, legkisebb az egyenlítőnél.

Gravitációs erő

Bármely 2 test vonzza egymást. $F = f \frac{m_1 m_2}{r^2}$ $f=6,67 \cdot 10^{-11} \frac{m^3}{kgs^2}$ (gravitációs állandó)

Kényszererő

Az olyan mozgásokat, amelyek során a test mozgását milyen geometriai feltételek korlátozzák (lejtő), kényszermozgásoknak nevezzük. Azokat az erőket, amelyek a test mozgására vonatkozó kényszerfeltételeket biztosítják, kényszererőknek nevezzük.

A kényszererő merőleges arra a felületre, amelyen a test a kényszermozgását végzi.

3. tétel

Az erő

Súrlódás

- Csúszási
párhuzamos a felülettel, ellentétes irányú a mozgással → akadályozza azt
 $F_s = mF_{ny}$ $F_{ny} = mg$ pl: autó erős fékezése (kerekek megcsúsznak; szánkó stb.)
- Tapadási
megcsúszást akadályozó erő $F_t = m_t mg$ $m_{cs} \leq m_t$ pl: autó fékezése (kerekek nem csúsznak meg); akkor lép fel ha vmit álló helyzetből meg akarunk mozdítani (csúsztatva)
- Közegellenállási
A közeg erőit fejt ki a benne mozgó testre: $F = kArv^2$, ahol
k: alak-ellenállási tényező
A: áramlásra merőleges felület
 ρ : közeg sűrűsége
megjegyzés: gépjárművek seb. tartományában négyzetesen arányos a seb.-gel, ennél nagyobb seb.-nél már köbösen aránylik
pl. Millikan-kísérlet: kondenzátor lemezek között lebegő olajcsepp

Felhajtóerő

A folyadékba/gázba merülő testre a folyadék/gáz által kifejtett nyomóerők eredője. Felületi

erő. $F_{felhajtó} = V_{test} \cdot \rho_{folyadék/gáz} \cdot g$

Ha a test 2 része 2 különböző közegben van:

$$F_{felhajtó} = V_1 \rho_1 g + V_2 \rho_2 g$$

Egy testet egyszerre több erőhatás is érheti, ezek az erőhatások helyettesíthetők egy darab erővel amelynek ugyanaz a következménye. Ezt az erőt **eredő erő**nek nevezzük.

4. tétel

Mechanikai egyensúly

Erőkar: az erő hatásvonalának és a forgástengelynek a távolsága.

Forgatónyomaték: az erő és az erőkar szorzataként meghatározott fizikai mennyiség. Egy vektormennyiség. $M = F \cdot k$ $[M] = Nm$

Erőpár: Olyan erők, amik egyenlő nagyságúak, párhuzamos hatásvonalúak, de ellentétes irányúak. $\Sigma M = 2F \cdot k$ a test közepére felírva

Tömegközéppont: Azon pontja a testnek, amit a testtel megegyező tömegű ponttal helyettesíthetünk. Azon pontja testnek, amelyen a testre ható nehézségi erő hatásvonalja a test tetszőleges helyzetében mindig átmegy.

Egyszerű gépek: Az egyszerű gépek olyan eszközök, amelyek segítségével megváltoztathatják az erők irányát, támadáspontját, segítségével erőkifejtésünket megsokszorozhatjuk, de munkát nem „takaríthatunk” meg!

Lejtő: testek emelésére használható eszköz

Ék: egy mozgatható lejtő. Anyagok szétfeszítésére, illetve testek rögzítésére használják.

Emelő: egy tengely körül elfordítható rúd. Az erőkifejtés nagyságának megsokszorozására használjuk.

Csiga: egy olyan kerék, amelyet egy, a peremén körbefutó kötel segítségével forgatunk. A kötel nem csúszik a csigán, hanem azzal együtt mozog.

Pontszerű test egyensúlya: Egy pontszerű test akkor van egyensúlyba, ha a rá ható erők eredője nulla. $\Sigma \vec{F} = 0$

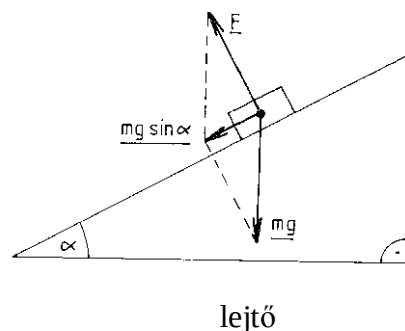
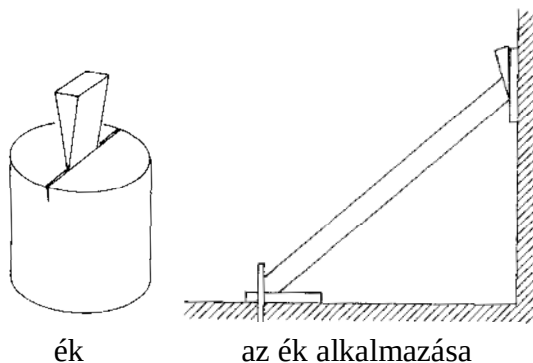
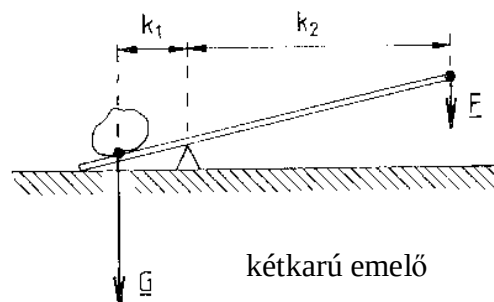
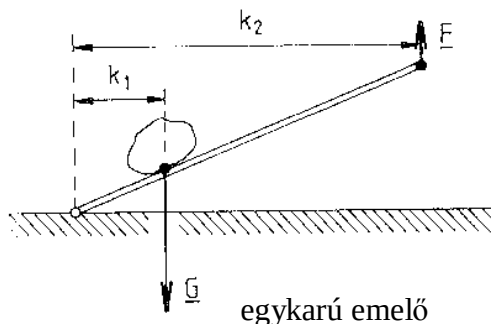
Kiterjedt test egyensúlya: Egy kiterjedt test akkor van egyensúlyban, ha a rá ható erők eredője nulla és a rá ható forgatónyomatékok eredője nulla. $\Sigma \vec{F} = 0$ és $\Sigma \vec{M} = 0$ bármely pontra nézve

Állócsigával csak az erő irányát változtatjuk meg. $\vec{F} = \vec{G}$ (állócsiga 1. ábra)

Mozgócsiga alkalmazásával megkétszerezhető a kifejtett erő, viszont az erő kifejtésének oldalán kétszer nagyobb úton mozdul el a kötel, mint maga az emelendő teher.

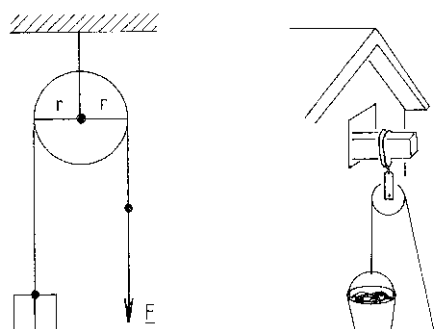
$$2\vec{F} = -\vec{G} \text{ (mozgócsiga 1. ábra)}$$

A kerekes kút és működése: Azonos tengelyen van a henger és a kerék. A henger sugara kisebb, mint a kerék. A hengerre tekeredik fel a lánc. A kereket egy hajtófogantyúval hajtjuk meg, ami a keréken vagy annak egy sugár hosszúságú rúdján van. Mivel ez nagyobb, mint a henger sugara, a kifejtett erő kisebb lehet, mint a vödör súlya.

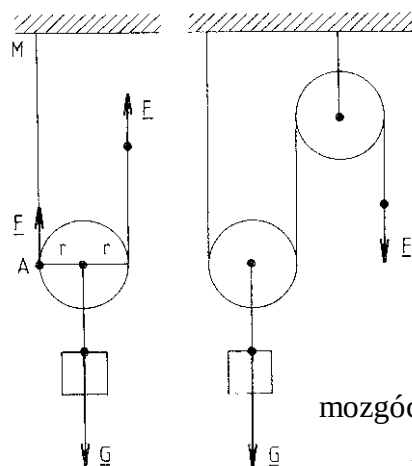


4. tétel

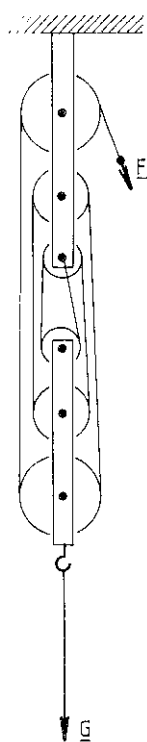
Mechanikai egyensúly



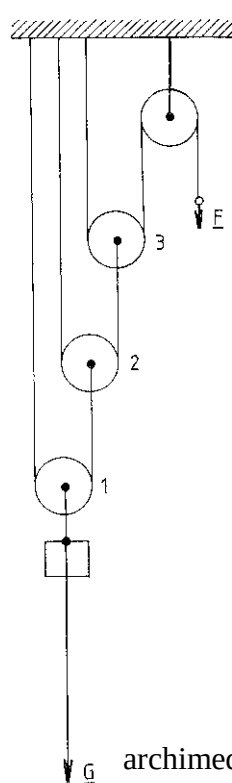
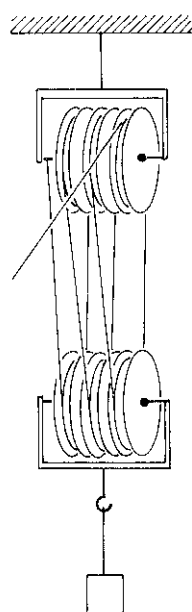
állócsiga és alkalmazása



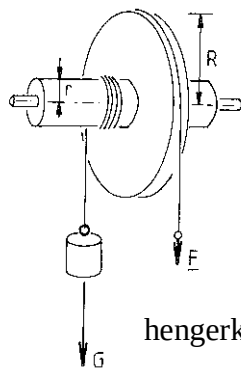
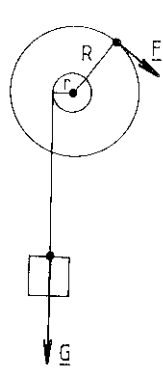
mozgócsiga



közönséges csigasor



archimedesi csigasor



hengerkerék

5. tétel

Hőtágulás

A hőmérséklet a testek hőállapota. Érzékszerveinkkel is érzékeljük a hőmérsékletváltozást, de az nem pontos. E fizikai mennyiség bevezetéséhez a testek hőállapotától függő fizikai jellemzők megváltozását használjuk fel: halmazállapot, vezetőképesség, térfogat,...stb. Tehát ez nem egy konkrét dolog, hanem egy kijelölt ponthoz viszonyított mértékegység. Jele: T. Méréséhez hőmérsékleti skálákat használunk. Nevüket a „kitalálóiktól” kapták.

Celsius-skála:

A víz fagyáspontja, illetve a forráspontja a viszonyítási alap.

Me.: °C

Kelvin-skála vagy abszolút hőmérsékleti skála:

A természetben előforduló legalacsonyabb hőmérséklet a viszonyítási alap.

Me.: K

Átváltás: $T(K) = T(^{\circ}C) + 273,15$

Más skálák is vannak. Pl.: Fahrenheit (°F), Réaumur (°R).

A hőmérsékletet hőmérővel mérjük. Ennek van hagyományos, és digitális formája. A hagyományos, higanyos vagy alkoholos hőmérő az anyagok hőtágulását használja ki. (Itt szépen elmeséled, hogy-hogy néz ki egy ilyen.) **A hőtágulás**, amikor valamely anyag hő hatására méretét megváltoztatja. A digitális hőmérők termisztoron, vagy termoelemen alapulhatnak. A termisztorok a félvezetők növekvő hőmérséklet hatására bekövetkező ellenállás csökkenését használják ki. A termoelemek két összeforrasztott fémből állnak. A két fém között hőmérsékletváltozás hatására feszültség keletkezik. Extrémabb hőmérsékletek mérésére pirométert szoktak alkalmazni. Működése a feketetest-sugárzáson alapul. (Egy tárgy által kibocsátott elektromágneses hullámok hullámhossza és intenzitása a hőmérséklettől függ.) Fényt (pl. infra) bocsájt ki a testre, és a visszaverődő fény intenzitása alapján következtet a hőmérsékletre. Így távolról is lehet hőmérsékletet mérni.

Még rengeteg dolog alapján lehet hőmérsékletet mérni (pl. bimetál lemez elhajlása).

Az első hőmérőt Galilei készítette (~1600). Egy gáz hőtágulása mozgatott egy vízoszlopot, de a külső légnyomás változása miatt pontatlan volt. 1700 körül Guillaume Amontons a gáz helyett higanyt alkalmazott, majd Olaf Römer feltalálta az alkoholos megoldást. Végül Fahrenheit visszatért a higanyhoz, mert a hőtágulása egyenletesebb, és tökéletesítette a hőmérőt.

A hőmennyiség két test között közvetlenül átadott energia mennyisége. Mivel energia, ezért mértékegysége joule [J] ($W = F \cdot s$). Jele: Q. $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$

A hőtágulás lehet lineáris (1D), területi (2D), és térfogati (3D). Továbbá halmazállapot szerint is szétválasztjuk őket: szilárd, folyadék, gáz.

Def: A hőtágulás a hőmérséklet-változás következtében létrejövő térfogat-változás és néhány más változás.

A hőmérséklet-változtatások megváltoztatják

- a testek geometriai
- a folyadékok, gázok sűrűségét
- a gázok nyomását
- és az anyagok elektromos ellenállását, stb...

l – a vizsgált anyag hossza

$l(0)$ – a vizsgált anyag kezdő hossza

β, α – hőtágulási együttható

Halmazállapot

Szilárd

Lineáris

$$\Delta l = l(0) \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$l = \Delta l + l(0) = l(0) \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

Területi

$$\Delta A = A(0) \cdot 2\alpha \cdot \Delta T$$

$$A = A(0) \cdot (1 + 2\alpha \cdot \Delta T)$$

Térfogati

$$\Delta V = V(0) \cdot 3\alpha \cdot \Delta T$$

$$V = V(0) \cdot (1 + 3\alpha \cdot \Delta T)$$

$$\beta = 3\alpha$$

A hőtágulási együttható (α és β) az anyagra jellemző állandó. Ez a hőtáguláshoz hasonlóan lehet lineáris-, területi-, és térfogati-hőtágulási együttható. Ennek értéke a relatív hossz ($\Delta l / l(0)$), terület ($\Delta A / A(0)$), térfogat ($\Delta V / V(0)$) változást adja meg.

Def: β térfogati hőtágulási együttható, ami azt mutatja, hogy a folyadék térfogata a 0°C -on mért térfogatának hányad részével változik meg, ha a hőmérséklet 1°C -kal változik. (mértékegysége: $1/^\circ\text{C}$ vagy $1/\text{K}$.)

Alkalmazások:

A szilárd testek hőtágulásának számos gyakorlati vonatkozása van. Régebben a vasúti és a villamos sínszakaszok között hézagokat vagy hosszanti hasítékokat hagytak a szabad tágulás biztosítására. Újabban a síneket összehegesztik, és betontalpakhoz rögzítik. Ez utóbbiak képesek ellenállni a sínek hosszváltozásakor fellépő erőknek.

A vashidak egyik vége görgőkön nyugszik, hogy a híd alakja a hőtágulás közben ne változzon.

Üvegekbe, és betonba csak együtt táguló, vagyis azonos hőtágulási együtthatójú fémek ágyazhatók (pl. vasbeton).

A két különböző vonalas hőtágulási együtthatójú fémszalag (bimetall, ikerfém) a hőmérséklet-változással arányos mértékben meggyűrű. Ez alapján működnek a hőmérsékletet regisztráló termográfok, és az elektromos áramköröket be-vagy kikapcsoló jelfogók.

A víz rendellenes viselkedése

A víz nem követi a folyadékokra általában érvényes térfogati hőtágulási törvényt. Fajlagos térfogata $+4^\circ\text{C}$ -on a legkisebb, sűrűsége pedig a legnagyobb. Ennek igen nagy jelentősége van a természetben. Az őszi lehűlés során, $+4^\circ\text{C}$ -ig a tavak felszínének sűrűsége növekszik, és a vízréteg lesüllyed. Ez mindaddig tart, amíg a teljes vízmennyiség el nem éri a $+4^\circ\text{C}$ -os hőmérsékletet, illetve a maximális sűrűséget. A további lehűlés során, 0°C -ig csak a felszíni vízréteg sűrűsége csökken, nem süllyed le, majd megfagy. A keletkező jég –rossz hővezető lévén– megakadályozza a nagyobb tavak és folyók teljes befagyását, s így a vízi élőlények nem pusztulnak el.

A fagyáskor táguló (növekvő térfogatú) víz szétrepeszti a vele töltött edényt, a vízvezetékét és a sejtmembránt. A víznek fagyáskor bekövetkező térfogat-növekedése igen nagy jelentőségű a földfelszín alakulásában: a kőzetek repedéseiben és pórusaiban tárolt víz megfagyva szétfeszíti a sziklákat. A talajban a váltakozó olvadás-fagyás egyrészt a lejtés irányában

talajfolyást okoz, másrészt széttepi a növények gyengébb gyökérzetét. A tavasszal melegedő jég térfogat-növekedése folytán romboló hatású.

A vízhez hasonlóan viselkedik a lehülő öntöttvas, és ezért jól kitölti az öntőformát.

Kísérletek:

I. Emeltyűs pirométer

Az $l = l_0 (1 + \alpha \Delta T)$ lineáris hőtágulási törvény kísérleti igazolásához legalább kétféle anyagból készült, három-három különböző hosszúságú fémrúd hosszváltozását kell mérnünk a hőmérséklet függvényében. A kísérlet elvégzéséhez alkalmas eszköz az emeltyűs pirométer: több különböző anyagból észült fémrúd egyik vége rögzített, a másik vég túllóg a falon. A melegítés hatására a hosszváltozást a szabad véghez csatol mérőórán lehet leolvasni. A különböző fémrudak különböző mértékben tágnak, amint az leolvasható a mérőműszerről, vagyis eltérő a hőtágulásuk. A mérési eredmények alapján –grafikonon ábrázolva- a rudak hossza lineárisan nő a hőmérséklet függvényében.

II. Gravesande gyűrű

A szilárd testek térfogati hőtágulásának bemutatására szolgál a Gravesande-gyűrű, ami egy nyélre szerelt sárgaréz gyűrűből és egy vékony láncsal nyélre függesztett sárgaréz golyóból áll. A gyűrű környílása pontosan akkora hogy a golyó éppen átfér rajta. Ha a golyót felmelegítjük, kitágul, amit szemléletesen bizonyít, hogy így már nem fér át a gyűrűn. Melegítsük meg a gyűrűt is a lángban A felmelegített gyűrű nyílásán a meleg rézgolyó is átfér, bizonyítva ezzel, hogy a szilárd testek belső üregei melegítés hatására ugyanúgy tágnak, mintha az üreget is anyag tölténé ki.

Gyakorlati alkalmazások:

- a sinek összeillesztése
- a távfűtés vezetékeinél

6. tétel

Gázok állapotváltozásai

Gázok állapotjelzői és mértékegységeik

Gázok állapotjelzői: olyan fizikai mennyiségek melyeket a gázt alkotó sokaság együttesen határoz meg.

Hőmérséklet

Nyomás

Térfogat

Tömeg

Anyagmennyiség

jele: n mértékegysége: mol

Meghatározott számú részecske összessége. 1mol annak a rendszernek az anyagmennyisége, ami annyi elemi egységet tartalmaz, mint amennyi atom van 0,012kg C^{12} -ben.

Avogadro-szám: $N_A = 6 \cdot 10^{23}$ db/mol

Moláris tömeg

jele: M mértékegysége: kg/mol

Adott anyagra jellemző állandó, 1mol anyag tömegét adja meg.

$M = m/n$

Részecskeszám

jele: N mértékegysége: db

$N = n \cdot N_A$

Gázok állapotegyenlete

Az egyesített gáztörvény szerint adott tömegű gáz esetén a $\frac{p \cdot V}{T}$ állandó. Ez az állandó

arányos a gáz mennyiségével. Az arányossági tényező a Regnault-féle szám (univerzális

gázállandó) $\mathfrak{a}$ jele: R értéke: $R = 8,314 \frac{J}{mol \cdot K}$

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$$

Gázok sűrűsége:

$$r = \frac{m}{V} = \frac{p \cdot M}{R \cdot T}$$

Az állapotváltozás fogalma, gáztörvények

Ha egy adott mennyiségű gáz termikus, illetve mechanikai kölcsönhatásba kerül más gázokkal vagy más halmazállapotú testekkel, akkor a gáz állapota megváltozik. A gáz állapotának megváltozását az állapotjelzők változása mutatja.

Izobár állapotváltozás

Állandó nyomáson történő állapotváltozás

Gay-Lussac I. törvénye: $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

Megjegyzés: a hőmérsékletet az abszolút hőmérsékleti skálán mérjük. Ennek mértékegysége: K, beosztása olyan, mint a Celsius skáláé, a 0 értéket $-273,15^\circ\text{C}$ -nál veszi fel.

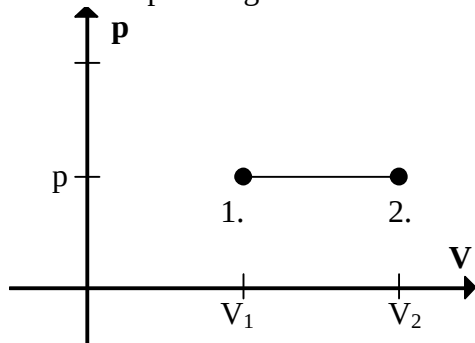
$0^\circ\text{C} = 273,15\text{K}$

$K = C + 273,15$

6. tétel

Gázok állapotváltozásai

Ábrázolás p-V diagramon



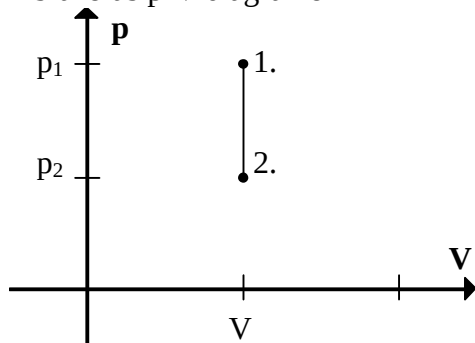
Hőtan I. főtétele: $\Delta E = Q + W_k = Q - p \cdot \Delta V$

Izochor állapotváltozás

Állandó térfogaton történő állapotváltozás

Gay-Lussac II. törvénye: $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$

Ábrázolás p-V diagramon



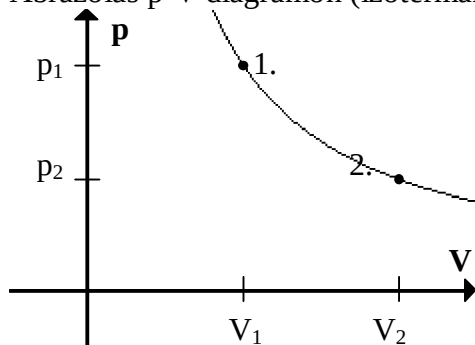
Hőtan I. főtétele: $\Delta E = Q \quad W_k = 0$

Izoterm állapotváltozás

Állandó hőmérsékleten történő állapotváltozás

Boyle-Mariotte törvénye: $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$

Ábrázolás p-V diagramon (izotermák mentén)



Hőtan I. főtétele: $\Delta E = Q + W_k = 0$

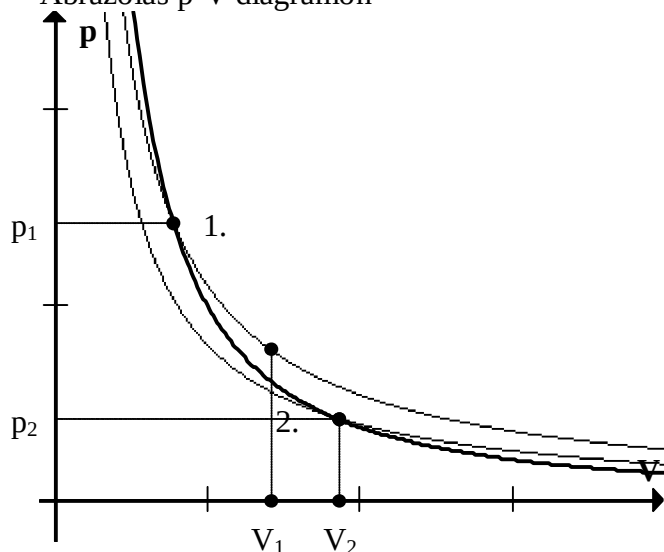
6. tétel

Gázok állapotváltozásai

Adiabatikus állapotváltozás

Hőcsere nélküli folyamat

Ábrázolás p-V diagramon



Megjegyzés: a vastagabb vonal az adiobata, a két vékonyabb pedig izotermák.

$$(V)p = \text{const} * \frac{1}{V^k}$$

$$p_1 * V_1^k = p_2 * V_2^k$$

$$k = \frac{c_p}{c_v}$$

1 atomosnál: $\kappa=5/3$

2 atomosnál: $\kappa=7/5$

Hőtan I. főtétele: $\Delta E = W_k \quad Q = 0$

Egyesített gáztörvény

Akkor használjuk, ha a p , V , T állapotjelzők mindegyike változik, csak a gáz tömege és a minősége marad változatlan.

$$\frac{p_1 * V_1}{T_1} = \frac{p_2 * V_2}{T_2}$$

Ideális gázok kinetikus modellje

A gázokra az alábbi megállapítások igazak

- a gáz nyomást fejt ki
abból származik, hogy a részecskék az edény falának ütköznek

$$p = \frac{N * m_0 * \overline{v^2}}{3V}$$

- a gáz összenyomható, kitölti a teret, keveredik
- a gáz nagyszámú apró, pontszerű részecskéből áll, melyek szüntelen mozgásban vannak

a gázcsepp részecskék körülbelüli sebessége

$$\overline{v} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

- a gázcsepp részecskék egymással és az edény falával ütköznek, az ütközések között egyenes pályán állandó sebességgel mozognak
- hőmérséklet értelmezése

$$\left. \begin{aligned} p * V &= N * k * T \\ p &= \frac{N * m_0 * \overline{v^2}}{3V} \end{aligned} \right\} N * k * T = \frac{N * m_0 * \overline{v^2}}{3}$$

$T = \frac{m_0}{3k} * \overline{v^2}$ **à** a gáz abszolút hőmérséklete egyenesen arányos a gázcsepp részecskék sebességével

6. tétel

Gázok állapotváltozásai

A gáZRészecskék átlagos mozgási energiája kiszámítható az abszolút hőmérséklet

segítségével: $\bar{e} = \frac{3}{2} k * T$

A gázok mikroszkopikus vizsgálata során a cél az, hogy a gáz mérhető állapotjelzőit levezessük az egyes gáZRészecskék mechanikai jellemzőivel.

Kinetikus gázelmélet alapegyenlete

$$p * V = N * k * T \quad k \text{ a Boltzmann-állandó}$$

$$k = \frac{R}{N_A} = 1,38 * 10^{-23} \frac{J}{K}$$

Szabadsági fok

Egy részecske szabadsági fokán az egymástól független energiatárolási lehetőségek számát értjük.

Jele: f

pontszerű test	f=3
kiterjedt test	f=6
súlyzóyszerű test	f=5
gáZRészecskék	
egyatomos	f=3
kétagatomos	f=5

Ekvipartíció tétele

Adott hőmérsékletű gázban minden gáZRészecske minden szabadsági fokára

$$\frac{1}{2} k * T \text{ energia jut}$$

Gázok belső energiája

$$E = \frac{f}{2} N k T = \frac{f}{2} n R T = \frac{f}{2} p V$$

Egy gáZRészecskére jutó átlagos energia: $\bar{e} = f * \frac{1}{2} * k * T$

7. tétel

A termodinamika főtételei

Belső energia: a gázt alkotó részecskék mozgási energiájának az összege.

$$E = \frac{f}{2} NkT = \frac{f}{2} nRT = \frac{f}{2} pV$$

Egy gáZRészecskére jutó átlagos energia: $\bar{e} = f * \frac{1}{2} * k * T$

Hőmennyiség: egy energiamennyiség, amivel növeljük vagy csökkentjük a gáz belső energiáját.

Térfogati munka: ha a gázt összenyomjuk vagy kitágítjuk, akkor munkát végzünk rajta. Megállapodásnak megfelelően összenyomáskor a gázon végzett munka pozitív, míg táguláskor a munkavégzés negatív mennyiség.. A térfogati munka kiszámítható a p-V grafikonon függvény alatti görbe területével.

A termodinamika I. főtétele: $\Delta E_b = Q + W_{\text{környezet}}$

Zárt rendszer belső energiája állandó.

A termodinamika II. főtétele: A magukra hagyott rendszerekben olyan folyamatok mennek végbe, melyek a rendszerben a rendezetlenséget növelik. (Egy magára hagyott rendszer entrópiája nő).

A környezetüktől elszigetelt rendszerekben önmaguktól olyan irányú folyamatok játszódnak csak le, melyek a rendszert egyensúlyi állapotra való törekvést fejez ki, ami a rendszer intenzív állapotjelzőinek (p, T) kiegyenlítődéset jelenti.

A részecskék rendezett mozgásából adódó mozgási energia teljes egészében átalakulhat a részecskék rendezetlen mozgásából adódó belső energiává, de a belső energia nem alakulhat vissza teljes egészében mechanikai energiává.

Nincs olyan folyamat, amely során a hő magától (más testekre gyakorolt hatás nélkül) jutna az alacsonyabb hőmérsékletű helyre a magasabbra.

A termodinamika III. főtétele: az abszolút zérus (0K) nem érhető el.

Hőerőgép: olyan gép, mely hőfelvétellel mechanikai munkát képes végezni. Ide tartoznak a gőzgépek, belső égésű motorok, gőz- és gázturbinák.

A gőzgépeknél a magas hőmérsékletű gáz tágulása közben mechanikai munkát végez és lehűl.

A belsőégésű motorokban a zárt térben robbanásszerűen elégetett üzemanyag biztosítja a gáz hőfelvételét, melynek egy része munkavégzésre fordítódik.

A gőz- és gázturbináknál a nagy sebességgel áramló forró gőzt vagy elégetett gáz égéstermékeit turbinalapátokra vezetik, így a turbina forgásba jön és munkát végez. Ezeket a berendezéseket használják villamos generátorok hajtására, működési elvükön alapulnak a sugárhajtóművek.

Hatásfok: $h = \frac{W_{\text{hasznos}}}{W_{\text{befektetett}}}$

Gőzgép:	$5\% < h < 25\%$ (kondenzátoros)
Otto-motor:	$25\% < h < 30\%$
Diesel motor:	$35\% < h < 45\%$
Turbinák:	$40\% < h < 55\%$

7. tétel

A termodinamika főtételei

Perpetuum mobile (Örökmozgó): olyan hipotetikus gép, amit, ha egyszer beindítunk, örökké mozgásban marad, miközben nem von el energiát a környezetétől és a belső energiája is állandó szinten marad. A termodinamika kétféle örökmozgót különböztet meg:

- I. fajú: több munkát végez, mint amennyi energiát fölvesz a környezetétől. Egy ilyen gép hatásfoka nagyobb, mint 100%. Az energiamegmaradás törvénye (a termodinamika első főtétele) alapján ilyen gépet nem lehet készíteni.
- II. fajú: olyan gép, ami a környezetéből felvett hőenergiát veszteségek nélkül munkavégzésre tudja fordítani. Egy ilyen gép hatásfoka pontosan 100%. A termodinamika második főtétele alapján ilyen gépet nem lehet készíteni. Egy ilyen gép például az óceánok hőenergiáját tudná hasznosítani.

8. tétel

Halmazállapot-változások, fajhő

Négy halmazállapota lehet egy anyagnak: szilárd, cseppfolyós, légnemű, plazma. Ezek közül az első három fordul elő leggyakrabban.

A szilárd testek kristályos szerkezetűek. Alakjuk, és térfogatuk állandó. A részecskéik helyhez kötött rezgő mozgást végeznek. Nagyobb hőmérsékleten intenzívebb lesz ez a mozgás.

A folyadékok alakja változó, de térfogata állandó. A részecskék között **kohéziós erők** vagy más néven Van der Waals-féle erők hatnak. A részecskék úgy helyezkednek el, mint sok egymáson gördülő golyó. Érintkezéskor vonzzák, összenyomáskor pedig taszítják egymást.

A légnemű anyagok (gázok) alakja, és térfogata is változó. A részecskék kitöltik a rendelkezésre álló teret. A fallal, vagy egymással való ütközésig egyenes vonalú egyenletes mozgást végeznek. (lásd: kinetikus gázmodell; 6. tétel)

Gőznek nevezzük, mikor egy gáz nem az ideális gázokhoz hasonlóan viselkedik, mivel közel van a forrásponthoz, vagy a kritikus állapothoz. **Kritikus pont:** ennél magasabb hőmérsékleten a légnemű anyag semmilyen nagy nyomáson sem cseppfolyósítható.

Gáz: hőmérséklet a kritikus pont feletti

Gőz: hőmérséklet a kritikus pont alatti, továbbá a nyomás a gőznyomás görbe alatti érték (lásd: fázisdiagram)

Telített gőznek nevezzük, mikor egy zárt térben a folyadékból kilépő, és a lecsapódó részecskék száma megegyezik. Ha a két mennyiség nem azonos, akkor telítetlen gőz keletkezik. A telítettségi állapothoz meghatározott részecskeszám-sűrűség, és (telítési) nyomás tartozik.

Ha a telített gőzt magas hőmérsékletre hozzuk (az egyensúly megtartása mellett) egy idő után eléri a **kritikus állapotot**. Ekkor a gőz, és a folyadék közötti határ elmosódik, a kettő sűrűsége azonos lesz. Ebben az állapotban a légnemű anyagot **gáznak** nevezzük. A kritikus állapothoz kritikus hőmérséklet, és kritikus nyomás tartozik. Ezek az értékek anyagonként különböznek. A gázok a kritikus pont alatt gőzként viselkednek, azaz hűtés, és összenyomás esetén **cseppfolyósodnak**.

A vizek, és az élőlények párologtatnak, így a levegőben vízgőz található, melyet **párának** nevezzük. **A páratartalom** a levegőben lévő vízgőz mennyisége. A páratartalmat higrométerrel mérjük, melyek általában relatív páratartalmat mérnek. A relatív páratartalom azt adja meg, hogy a jelenlegi páratartalom hány százaléka a maximális (telített) páratartalomnak. A max. páratartalmat a hőmérséklet szabja meg.

Mennyiségek

Hőkapacitás

A testek közötti hőcsere egyenesen arányos a hőmérséklet-változással. A kettő hányadosa a hőkapacitás, amely megmutatja, hogy mennyi hőmennyiség kell a test hőmérsékletének 1K-nel történő megváltoztatásához. A hőkapacitás arányos a test tömegével, és függ az anyagi minőségtől.

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \quad C = cm$$

8. tétel

Halmazállapot-változások, fajhő

Mért. Egys.: $1 \frac{J}{K}$ vagy $1 \frac{J}{^{\circ}C}$

Fajhő

A testek hőkapacitása egyenesen arányos a test tömegével, és függ az anyagi minőségtől. A kettő hányadosa a fajlagos hőkapacitás, vagyis a fajhő.

$$c = \frac{C}{m}$$

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$$

Mért. Egys.: $1 \frac{J}{kg \cdot K}$ vagy $1 \frac{J}{kg \cdot ^{\circ}C}$

Molhő

$$C' = \frac{Q}{n \cdot \Delta T}$$

Belső energia

A belső energia a testeket alkotó részecskék hőmozgásából, és a részecskék közötti kölcsönhatásból származó energia. Ha $T \neq 0$, akkor a test rendelkezik belső energiával. A termikus kölcsönhatás során a hidegebb test felmelegszik, és a belső energiája nő, míg a melegebb lehűl, és a belső energiája csökken. Egy test belső energiáját hőcserével, és mechanikai úton lehet megváltoztatni. A belső energiára is igaz az energia-megmaradás tétele, ezért:

$$\Delta E_b = Q + W_{\text{körny}}$$

Mért egys.: 1 J

Hőmérséklet

A hőmérséklet a testek hőállapota. Érzékszerveinkkel is érzékeljük a hőmérsékletváltozást, de az nem pontos. E fizikai mennyiség bevezetéséhez a testek hőállapotától függő fizikai jellemzők megváltozását használjuk fel: halmazállapot, vezetőképesség, térfogat,...stb. Tehát ez nem egy konkrét dolog, hanem egy kijelölt ponthoz viszonyított mértékegység. Jele: T. Méréséhez hőmérsékleti skálákat használunk. Nevüket a „kitalálóiktól” kapták.

Celsius-skála:

A víz fagypontja, illetve a forráspontja a viszonyítási alap.

Mért egys.: $1^{\circ}C$

Kelvin-skála vagy abszolút hőmérsékleti skála:

A természetben előforduló legalacsonyabb hőmérséklet a viszonyítási alap. Az abszolút 0 fokon a részecskék rezgőmozgása megszűnik, itt minimális a test $E_{\text{belső}}$ -ja, ennél alacsonyabb hőmérséklet nem létezik.

Me.: 1K

Átváltás: $T(K) = T(^{\circ}C) + 273,15$

Más skálák is vannak. Pl.: Fahrenheit ($^{\circ}F$), Réaumur ($^{\circ}R$).

8. tétel

Halmazállapot-változások, fajhő

Halmazállapot változások

Hőmérséklet emelkedések:

szilárd → *olvadás* → **folyékony** → *párolgás* → **gáz**

szilárd → *szublimáció* → **gáz**

Hőmérséklet csökkenések:

gáz → *lecsapódás vagy kondenzáció* → **folyadék** → *fagyás* → **szilárd**

gáz → *kicsapódás* → **szilárd**

megjegyzés: a nyomástól is függ a halmazállapot változás! Pl. ha szánkózol, vagy jégkorcsolyázol, akkor vízen csúszol, nem jégen!

Felvett/leadott hőmennyiség:

$$Q = L \cdot m$$

L az anyagra jellemző olvadáshő/fagyáshő vagy párolgáshő/forráshő.

Mért. Egys.: $1 \frac{J}{kg}$

Párolgás, mikor a legnagyobb energiájú részecskék a hőmozgás hatására megszűnt kohéziós erők miatt kiválnak a folyadékból. Minden hőmérsékleten létrejöhet. Függ a felülettől, a nyomástól, a hőmérséklettől, a páratartalomtól, és az anyagi minőségtől.

Szublimációnak nevezzük, mikor egy szilárd anyag párologtat, tehát az anyag kristályos szerkezetéből válnak ki részecskék.

A lecsapódás a párolgás ellentéte.

Forrás, olvadás, fagyás

Függ az anyagi minőségtől, és a külső nyomástól. Meghatározott hőmérsékleten megy végbe (olvadáspont-fagyáspont; forráspont). Az **amorf** testeknek nincs olvadás és fagyáspontjuk. Ezek nagy belső súrlódású folyadékok, amelyek fokozatosan válnak folyékonnyá (pl.: üveg, viasz).

Olvadás, és fagyás közben a test belső energiája nő, illetve csökken, tehát az I. főtétel alapján: $\Delta E(b) = Q$.

Párolgásnál a gáz belső energiája nő, míg a lecsapódásnál a folyadék belső energiája csökken. A folyamatok alatt nem elhanyagolható térfogatváltozás történik, ezért a külső nyomás munkájával is számolni kell: $Q = \Delta E(b) - W$.

Fázisátalakulások a természetben

Kondenzcsík: a vízpárát tartalmazó meleg levegő felszáll, nagy magasságban lehűl → túltelített gőz alakul ki, a repülő hajtóművéből származó füstszemcsékre lecsapódik a jelenlévő túltelített gőz (néhány 10m-rel a gép mögött jelentkezik, mert a füstszemcséknek le kell hűlniük), a Nap felmelegíti a cseppeket, melyek elpárolognak, a kondenzcsík eltűnik
kísérleti alkalmazás: Wilson-féle ködkamra

Pára: a levegőben lévő vízgőz

8. tétel

Halmazállapot-változások, fajhő

$$\text{relatív_páratartalom} = \frac{\text{valódi_páratartalom}}{\text{adott_T - hez_tartozó_max_páratartalom}}$$

Köd: páras levegő, ha a látótávolság < 1km

Harmat: talaj közeli vízgőz lecsapódik a növényzetre, és a lehűlt tárgyakra, és azokon vékony vízbevonatot képez

Dér: ha a vízgőz lecsapódása a víz fagyáspontja alatti hőmérsékleten történik, és hószerű bevonat képződik

Zúzmara: a ködöt alkotó vízcseppek túlhűtött állapotba kerülnek és a kis sebességgel áramló enyhe levegőből fagyáspont alatti hőmérsékletű tárgynak ütköznek → odafagynak, jégkristályokból álló lerakódást képeznek

Ónos eső, jégeső

A jégeső, mikor az eső hideg levegőn keresztül érkezik a talajra, így útközben megfagy. Az ónos eső a túlhűtött esőcseppek hirtelen megfagyásából jön létre. A fagyáshoz a földnek ütközés adja az energiát.

A természetes vízkörforgás egy körfolyamat, fázisátalakulás.

9. tétel

Időben állandó erőkterek

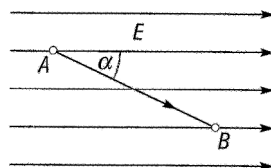
Elektromos erőter (elektromos mező): az elektromos testek kölcsönhatását közvetíti. (A töltött részecskék saját maguk hozzák létre azt a mezőt, amelyen keresztül erőt képesek kifejteni egymásra.)

Elektromos térerősség: Mekkora nagyságú és milyen irányú erő hat az elektromos térbe helyezett egységnyi pozitív töltésre. $\vec{E} = \vec{F} / q$ $\vec{E} = [V / m] = [N / C]$

Potenciál: pontonként jellemzi a mezőt: számértékben megadja az egységnyi pozitív próbatöltés elektromos helyzeti energiáját. $U_A = W_{AO} / q = kQ / r_A$ $U_{AB} = U_A - U_B$

Feszültség: előjeles mennyiség. Az U_{AB} feszültség pozitív, ha A pontból B pontba elmozduló pozitív próbatöltés a mező pozitív munkát végez, vagyis, ha a térerősség az AB szakasszal 90° -nál kisebb szöget zár be. $U_{AB} = W_{AB} / q$

homogén mezőben



$$U_{AB} = E * d * \cos \alpha$$

$$W = E * q * s * \cos j$$

centrális mezőben

$$U_{AB} = k * Q * \left(\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right)$$

$$W_{AB} = k * Q * q * \left(\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right)$$

Homogén mező: minden pontjában azonos nagyságú és azonos irányú az elektromos térerősség. $E = \text{állandó}$

Centrális mező: a térerősség egyenesen arányos a teret létrehozó töltés nagyságával és fordítottan arányos a tőle mért távolság négyzetével. $E = k * Q / r^2$

Elektromos munka: megadja, hogy mennyi munkát végzünk amikor a q töltést A pontból B pontba mozgatjuk el. Elektrosztatikus térben bármely zárt görbén végigvezetett töltés a mező által végzett munka nulla.

Erővonalak: olyan görbék amelyekhez egy adott pontban húzott érintő megadja az ottani térerősség irányát. Az elektromos erővonalak sűrűsége fejezi ki az elektromos térerősség nagyságát.

Elektromos fluxus: Az egységnyi felületen merőlegesen áthaladó erővonalak számát adja meg. $\Psi = \vec{E} * \vec{A} = |E| * |A| * \cos j$ Egy A felület fluxusa és az E térerősség

közötti kapcsolat: $\psi = E_n * A$, ahol E_n az E térerősségének az A felületre merőleges összetevője. A térerősséggel párhuzamos felület fluxusa mindig zérus.

9. tétel

Időben állandó erőkterek

Mágneses erőter: Olyan mező, amelyet mozgó töltések keltenek és amely csak mozgó töltésekre fejt ki erőt.

Mágneses indukció: A mágneses mező erősségét jellemző arányossági tényező. Egy vektormennyiség. Megállapodás szerint a tér egy adott pontjában a mágneses indukció irányát az odahelyezett, egyensúlyban lévő mágneses dipólus északi pólusa mutatja.

$$B = \left[\frac{V \cdot s}{m^2} \right] = [T]$$

tekercsben
$$B = \mu_0 \frac{I \cdot N}{l}$$

I: áramerősség

l: tekercs hossza

N: tekercs menetszáma

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{V \cdot s}{A \cdot m}$$

körvezetőben
$$B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot R}$$

I: áramerősség

R: a körvezető sugara

hosszú egyenes vezető
$$B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot r \cdot p}$$

I: áramerősség

r: vezetőtől mért távolság

Mágneses fluxus: Egy mágneses mezőben lévő A felületre jellemző rajta merőlegesen áthaladó indukcióvonalak száma
$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{A} = |\vec{B}| \cdot |\vec{A}| \cdot \cos j$$

Gravitációs kölcsönhatás:
$$F_g = g \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$
, ahol
$$g = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$$

Gravitációs erőter: mindig vonzásban nyilvánul meg. Hatása csillagászati méretekben is érvényesül, mert a gravitációs erő hatótávolsága végtelen.

Példák a mindennapi életből:

földelés: lényege, hogy a Föld testébe lehet vezetni és ki lehet vonni a töltéseket a testből. Ezáltal a test elveszti a töltöttségét.

árnyékolás: Az elektronikában gyakran alkalmaznak elektromos árnyékolást, mert az áramkörök működése közben elektromos tér keletkezik, és ennek segítségével az áramkörök kölcsönösen hatnak egymásra, zavarják egymást. Ennek megakadályozására a nagyfrekvenciás tranzisztorokat fémtokba zárják, és a tokot külön kivezetik, a kritikusabb alkatrészeket pedig fémserleggel borítják be.

kondenzátor: rádiókban, hagyományos (CRT) monitorokban, váltakozó-egyenáram átalakítóknál alkalmazzák.

elektromágnes: Csengőkben és japán mágnesvasutakon alkalmazzák.

10. tétel

Az elektromos áram

Az elektromos áram: töltött részecskék rendezett áramlása

Áramforrások: Azok a berendezések, amelyek az elektromos térerősséget hosszú időn át fenntartják.

Áramkör: Egy áramkör egy vagy több áramforrásból, egy vagy több fogyasztóból és további áramköri elemekből álló műszaki rendszer, mely alkalmas elektromos áram felhasználására.

Ohm törvénye: Az áramerősség a vezeték két rögzített pontja között mérhető feszültséggel

egyenesen arányos, vagyis: $\frac{U}{I} = \text{áll.} = R$

Joule-féle hő: $W = U * Q = U * I * t = I^2 * R * t = \frac{U^2}{R} * t$

Gyakorlati alkalmazásai: A Joule-hő legtöbbször káros, de az elektromos fűtőkészülékek (kályhák, vízmelegítők, hőszugárzók) esetében éppen ezt a hőt hasznosítjuk.

Elektromos teljesítmény: $P = \frac{W}{t} = U * I = I^2 * R = \frac{U^2}{R}$

Az áram hatásai

Mágneses: A vezetőben folyó áram mágneses teret hoz létre a vezető körül. Ezt a mezőt a mágneses indukcióval tudjuk jellemezni. (lásd 9. tétel)

Kémiai: elektrolízis, oxidációs folyamatok gyorsítása

Biológiai: Az elektromos áram hatására az izmok összerándulnak. Az emberi testen áthaladó áram égési sérüléseket, légzési zavart, időként halált is okozhat.

Elektrolízis: egy kémiai folyamat, melyet a vegyületek szétválasztására használnak az elektromos áram segítségével. Az elektrolitban jelen levő töltött anyagi részecskék, az ionok az elektrolitba helyezett valamely egyenáramú áramforrás sarkaival összekötött elektródok felé áramlanak az elektromos erőter hatására. Röviden: az elektrolitba merülő elektródok felületén elektromos egyenáram hatására lejátszódó redoxi reakciók összessége.

Faraday-törvények

I.: Az elektrolízis során az elektródokon kiváló anyagok mennyisége az elektroliton áthaladt töltés mennyiségével arányos.

$m = k * I * t = k * Q$, ahol k az anyagtól függő állandó, az úgynevezett elektrokémiai egyenérték

II.: Azonos töltésmennyiség különböző elektrolitokból kémiaiilag egyenértékű anyagmennyiségeket választ ki.

$e = \frac{F}{N_A}$, ahol F a Faraday-állandó. $F = 96500 \frac{C}{mol}$

Váltakozó áram: az az áram amelynek iránya és nagysága periodikusan változik, valamint a vezető egy tetszőlegesen kiválasztott keresztmetszetén periódusidő alatt átáramló összes töltés nulla.

Frekvencia: másodpercenkénti periódusok száma

$$[f] = \text{Hz} = \text{s}^{-1}$$

Periódusidő: az áram egy periódusának az ideje

$$T = f^{-1} \quad [T] = \text{s}$$

Feszültség: $U = U_0 \sin(\omega * t)$

$$U_{\text{eff}} = U_0 / \sqrt{2}$$

Áramerősség: $I = I_0 \sin(\omega * t)$

$$I_{\text{eff}} = I_0 / \sqrt{2}$$

Effektív áram: annak az egyenáramnak a nagyságát érjük, amely periódusidő alatt azonos hőt termel ugyanazon a fogyasztón.

Effektív feszültség: az az egyenfeszültség, amely az adott fogyasztón a váltakozó feszültség hatására átfolyó váltakozó áram effektív értékével megegyező egyenáramot hoz létre.

Váltakozó áramú berendezések: generátor, transzformátor (lásd 11. tétel)

11. tétel

Az elektromágneses indukció

Lorentz-erő: A mágneses mezőben mozgó elektromos töltésekre a mágneses mező erő fejt ki, így az áramjárta vezetőkre is. Az erő merőleges mind a töltések sebességére, mind a mágneses indukcióra. $\vec{F} = q * \vec{v} \times \vec{B}$

Mozgási indukció jelensége: Ha mágneses mezőben egy vezetőt mozgatunk, akkor a vezetőben feszültség indukálódik. A jelenség magyarázata, hogy a mozgás következtében a vezetőben lévő elektromos töltésekre hat a Lorentz-erő, ennek hatására a fémrácsban az elektronok elmozdulnak, így töltésszétválasztás következik be. Szükséges feltétel, hogy a vezető sebességének legyen a mágneses indukcióra merőleges összetevője (különben a Lorentz-erő nem lép fel), illetve a vezető hosszának legyen a mágneses indukcióra merőleges vetülete (különben az elektronok nem tudnak a vezető mentén elmozdulni). Ha a vezető egy zárt vezetőkör része, például a két végét összekötjük egy árammérővel, akkor az indukált feszültség hatására a körben áram folyik. (Az áramkör többi része, pl. az árammérő, nyugalomban van.) Az indukált feszültség nagysága függ a mágneses indukció nagyságától, a vezető sebességétől, a vezető hosszától. A jelenség akkor is létrehozható, ha a mágneses mező mozog a vezetőhöz képest. A kísérleteket is így egyszerűbb elvégezni.

$$\left. \begin{aligned} F_{\text{Lorentz}} &= q * v * b \\ F_{\text{elektromos}} &= q * E = q * U / l \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{Egyensúly esetén a Lorentz-erő megegyezik az elektromos} \\ \text{erővel.} \end{array}$$

$F_L = F_{el} \rightarrow U = v * B * l$ Mozgási indukció törvénye

Nyugalmi indukció jelensége: A nyugalmi indukció során sem a vezető, sem a mágneses mező nem mozog. Ebben az esetben az indukciót az időben változó fluxus hozza létre. A nyugalmi indukció során keletkezett feszültség nagysága egyenletes tekercs (vezető) esetén: $U_i = \Delta \Phi / \Delta t$. Ha N menetű tekercsre vonatkoztatjuk, akkor: $U_i = N * \Delta \Phi / \Delta t$.

Lenz törvénye: Az elektromágneses indukció során keletkezett indukált feszültség irányának a meghatározására alkalmas.

Előjele negatív, ha a mágneses térben mozgó testnek, amiben a feszültség indukálódik, a sebességének irányát tekintjük pozitívnak.

Az indukált feszültség iránya mindig olyan, hogy a zárt vezetőben általa létrehozott áram körül létrejövő mágneses terével akadályozni igyekezik az őt létrehozó indukáló folyamatot.

Gyakorlati alkalmazások:

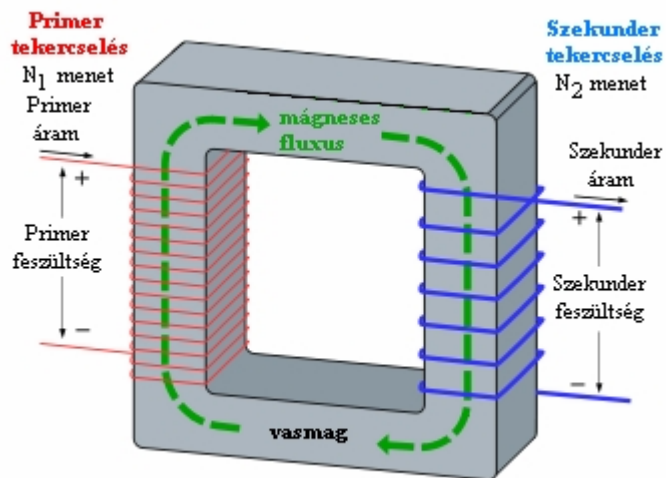
Váltakozó áram előállítása generátorok segítségével

Az áram szállításának hatásfoknövelése transzformátorok segítségével

Generátor: azokat a forgó villamos gépeket nevezzük így, amelyek a tengelyükön közölt mechanikai munkát villamos energiává alakítják. Váltakozó feszültséget állítanak elő az elektromágneses indukció (mozgási indukció) törvényei szerint.

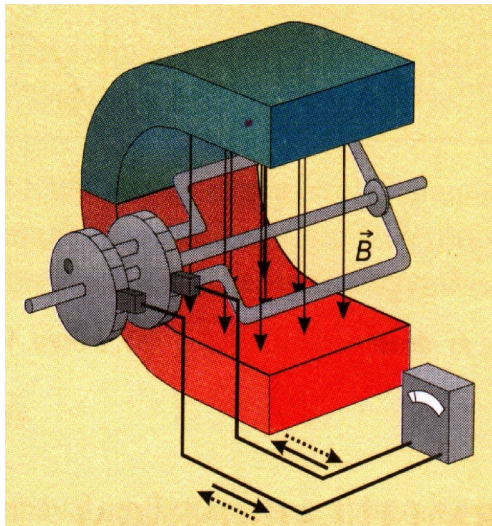
11. tétel

Az elektromágneses indukció



$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1}$$



Egy generátor vázlatos rajza.

Az l hosszúságú szakaszban indukált feszültség:

$$U_1(t) = l * v * B * \sin(j(t))$$

$$U_1(t) = l * v * R * B * \sin(v * t)$$

$$\text{ahol } v = 2\pi f$$

Mivel két l hosszúságú szakaszban indukálódik

feszültség, ezért: $U(t) = 2l * v * R * B * \sin(v * t)$,

$$\text{ahol } U_{\max} = 2l * v * R * B$$

EU szabvány szerint: $f = 50\text{Hz}$

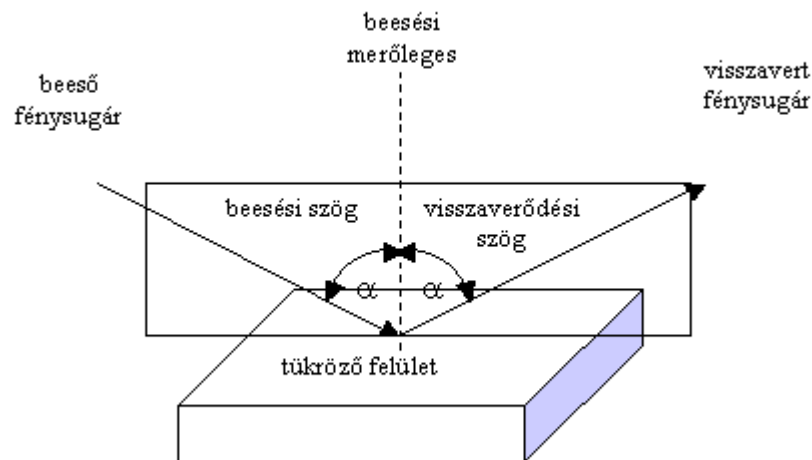
12. tétel

A fény

Geometriai optika

A fénytan azon része, mikor a fényjelenségeket egyenes vonalban terjedő fénysugarak segítségével írjuk le. A fény homogén közegben egyenes vonalban terjed. (árnyékjelenségek)

Fényvisszaverődés: $\alpha = \beta$



Fénytörés:

A fény különböző közegekben különböző sebességgel terjed. A két sebesség hányadosa a törésmutató. $n_{2,1} = c_1/c_2$ a második közegnek az elsőre vonatkoztatott relatív törésmutatója

Abszolút törésmutató: a közeg vákuumra vonatkoztatott törésmutatója

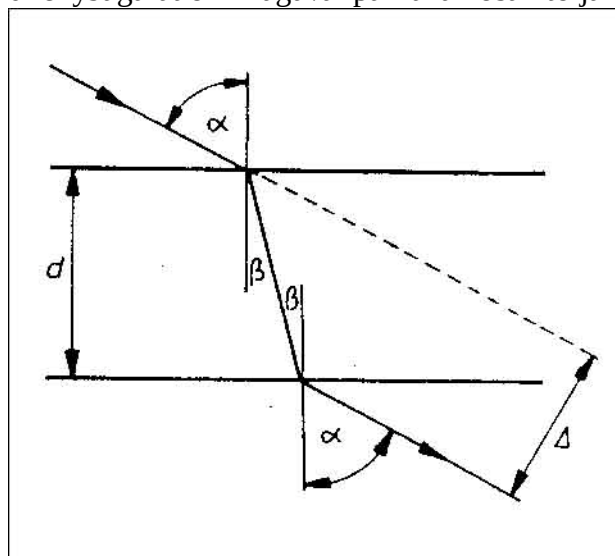
A megtört fénysugár a beeső fénysugár és a beesési merőleges által meghatározott síkban van.

$$\sin \alpha / \sin \beta = c_1/c_2 = n_{2,1} = n_2/n_1 = \lambda_1/\lambda_2$$

Totálreflexió: ha a fény optikailag sűrűbb közegből halad a ritkább felé, elegendően nagy beesési szög esetén a fény nem lép át a ritkább közegbe. A totálreflexió határszöge az a beesési szög, melyhez 90° -os törési szög tartozik.

$$\sin \alpha_H = 1/n_{s,r}$$

Plánparalel lemez: a rá érkező fénysugarat önmagával párhuzamosan tolja el.

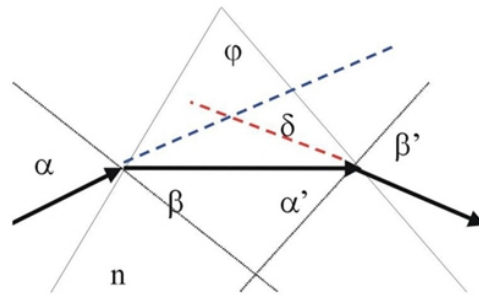


Prizma: sík lapokkal határolt, átlátszó anyagból készült test

Törőszög: $\varphi = \beta + \alpha'$

12. tétel

A fény

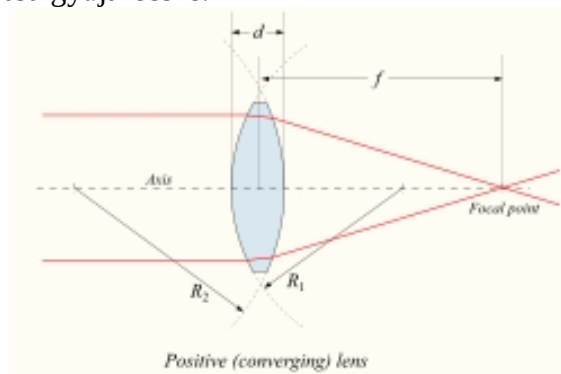


Vékony lencsék

Optikai lencse: olyan átlátszó anyagból készült test, melyet két gömbfelület vagy egy gömbfelület és egy síkfelület határol.

Domború(konvex)lencsék(gyűjtőlencsék)

Az optikai tengelyük mentén a legvastagabbak, ha anyaga a közegnél sűrűbb, a lencsére párhuzamosan érkező fénysugarakat egy pontba gyűjti össze.



$t = 2f$ esetén fordított, valódi egyszeres nagyítású kép

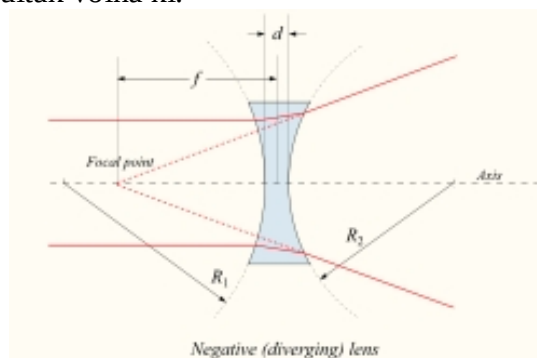
$2f > t > f$ esetén valódi, fordított, nagyított kép a tárggyal ellentétes oldalon

$t = f$ esetén nincs kép

$f < t$ esetén látszólagos, a tárggyal azonos állású, nagyított kép a tárggyal azonos oldalon

Homorú lencsék

Ha anyaga a közegnél optikailag sűrűbb, a lencsére párhuzamosan érkező fénysugarak úgy haladnak tovább mintha egy pontból indultak volna ki.



Homorú lencséknél a kép mindig látszólagos.

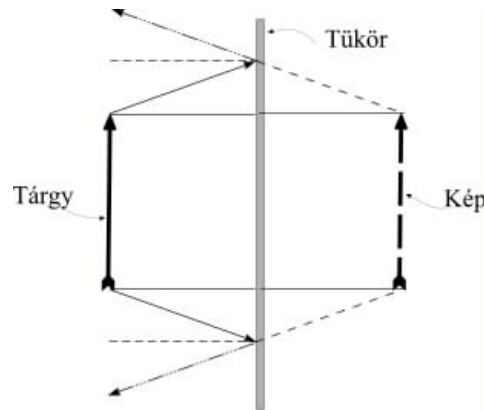
Tükrök

Síktükör

Egyenes állású, látszólagos, egyszeres nagyítású kép.

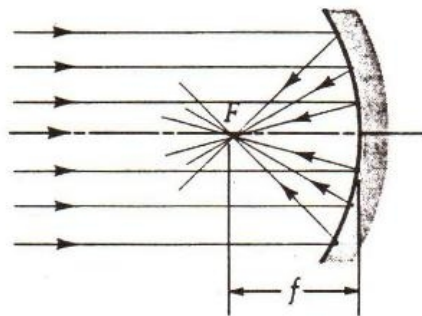
12. tétel

A fény



Homorú gömbtükör

Nevezetes sugármenetei hasonlóak a gyűjtőlencséhez.



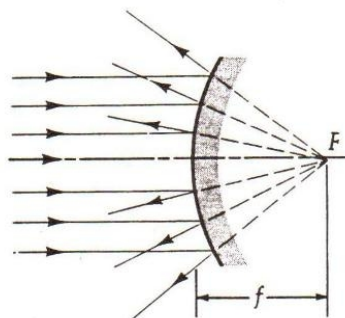
(a) homorú tükör

Az optikai tengellyel párhuzamosan beérkező sugarak a fókuszpontban metszik egymást.

$f = R/2$ (R a gömb sugara)

A tárgy és a kép helyzete olyan mint a gyűjtőlencsénél.

Domború gömbtükör



(b) domború tükör

Mindig egyenes állású, kicsinyített, látszólagos kép.

Leképezés

Fókuszpont: a gyűjtőlencse és a homorú gömbtükör esetén az optikai tengellyel párhuzamosan érkező fénysugarak ebben a pontban metszik egymást. Szórólencsénél és domború gömbtükörnél az optikai tengellyel párhuzamosan beérkező fénysugarak meghosszabbítása ebben a pontban metszi egymást.

Törőerősség:

Jele: D me: 1/m, dioptria

$D = 1/f$

Leképezési törvény:

$1/f = 1/t + 1/k$ ahol f a fókusz távolság, t a tárgy távolság, k a képtávolság.

Gyakorlati felhasználás:

Útkereszteződés: domború gömbtükör 45 fokban döntve

Borotválkozótükör: homorú gömbtükör

Periszkóp: két egymással szembe fordított síktükör

12. tétel

A fény

Lupe, mikroszkóp, távcsövek (ld. csillagászat tétel), fényképezőgép, diavetítő, optikai kábel

A fény mint hullám

A fény elektromágneses transzverzális hullám, melyben az elektromos és mágneses tér periodikus változása adja a hullámmozgást.

A hullámtulajdonságot alátámasztó jelenségek:

Polarizáció: akkor beszélhetünk polarizációról ha a rezgő részecskének van tartósan kitüntetett rezgési iránya

Elhajlás (diffrakció): a fény az akadály által leárnyékoltsz részre is be tud hatolni (akkor értelmezzük az egyenes vonalban történő hullámterjedést ha az akadály sokkal nagyobb mint a hullámhossz)

Optikai rácson való elhajlás: $d \cdot \sin \alpha = k \cdot \lambda$

Interferencia: hullámok találkozásakor fellépő jelenség

Erősítés: $\Delta = 2k \cdot \lambda / 2$

Kioltás: $\Delta = (2k+1) \cdot \lambda / 2$

Kísérletek: Fresnel-féle kettős tükrös, Egy tükrös interferencia kísérlet, vékony lemezes interferencia, Michelson-féle interferométer

Diszperzió (színszóródás): a fehér fény színeire bontható, a prizma a különböző színeket különböző mértékben téríti el. A színek színei monokromatikusak, tovább nem bonthatók.

Mennyiségek: frekvencia, hullámhossz $f = c / \lambda$

Foton, fotoeffektus, a fény kettőssége

Foton: elektromágneses hullámok energiaadagja

Compton-effektus: nagy energiájú röntgenfotonokat ütköztetett atomokkal (elektronokkal) - tökéletesen rugalmas ütközés ment végbe - a fotonok hullámhossza nőtt

Compton a szórt fotonok hullámhosszát mérte - teljes egyezést kapott a számított értékekkel - a foton részecske

Gravitációs hatás (gravitációs lencse jelenség): a nagy tömegű égitestek közelében a fény elhajlik. Ez csak részecskéket esetén lehet végbe melyeknek tömege van így hat rájuk a gravitáció.

A foton részecsketulajdonságát írja le az energia és az impulzus: $E = h \cdot f$ és $p = h / \lambda$

Fotoeffektus

Lénárd Fülöp (1889) - UV fénnel megvilágított fémek elektronokat bocsátanak ki (1905 - Nobel-díj)

Ha fémlapot világítunk meg fénnel, akkor:

ha a fény frekvenciája egy bizonyos érték alatt marad, nem következik be a jelenség

ha a frekvencia nő, a kilépő elektronok energiája nő

ha az intenzitás nő, a kilépő elektronok száma nő, energiájuk változatlan marad

Einstein-foton hipotézis, 1905

a fény kvantumokból áll, $E = h \cdot f$ energiaadagokból áll

fényelektromos egyenlet: $h \cdot f = W_{ki} + \frac{1}{2} m_e \cdot v_e^2$

egy elektron kilökődését egy foton váltja ki

ha a beérkező foton energiája nagyobb mint a kilépési munka, akkor egy elektron kiszakad és a $h \cdot f - W_{ki}$ nagyságú energia az elektron mozgási energiáját növeli

ellentét esetén: $h \cdot f = W_{ki} + e \cdot U_{ell}$

1921 - Nobel-díj

A fény kettős természete

A fényt bizonyos körülmények között hullámtulajdonságok jellemzik (terjedés), más esetekben részecskemoddellal írható le, a két tulajdonság elválaszthatatlan.

Hullám: diffrakció, polarizáció, interferencia; mennyiségek: frekvencia, hullámhossz

Részecske: fotoeffektus, Compton-effektus, gravitációs hatás; mennyiségek: energia, impulzus

Fénysebesség

$3 \cdot 10^8$ m/s, határsebesség, jelenleg nem ismerete olyan objektum ami ennél gyorsabban mozogná

mérés: Olaf Römer, Fizeau

Römer módszere: csillagászati úton mérte meg a fénysebességet

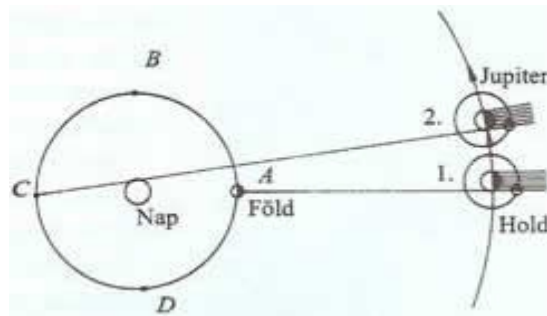
a Jupiter Io holdját vizsgálta, megmérte a hold két, árnyékkúpba való belépése közti időt amikor a Föld, a Jupiter és a Nap egy vonalban állt

12. tétel

A fény

a Föld Nap körüli pályájának felső szakaszán a fénynek több ideig tartott míg a Földre érkezett az Ioról, az alsó szakaszon pedig kevesebbig (a felső szakaszon a Föld távolodik a Jupitertől, míg az alsón közeledik)

az időeltérés 1000 s-nak adódott, a távolságkülönbség pedig két Föld-Nap távolság ($2C_{se} = 300\,000\,000$ km), ebből a fénysebesség $300\,000$ km/s



(Valójában Römer periódusidőt mért és a kapott sin függvényből állapította meg a kérdéses mennyiségeket, a C pontból ugyanis nem láthatta a Jupitert, sem a holdját a Nap fénye miatt.)

A lézer

jelentése: fényerősítés indukált emisszióval

működése:

energia bepumpálása

populáció inverzió keletkezik az anyagban

létrejön az indukált emisszió

ezt rezonátorokkal felerősítik

félig áteresztő tükrön át kicsatolják a lézerfényt

tulajdonságai:

monokromatikus

kis divergenciájú

nagy intenzitású

koherens

alkalmazás:

orvostudomány

kommunikáció

kereskedelem

híradástechnika

anyagmegmunkálás

haditechnika

13. tétel

Hullámok

A hullám fogalma: a hullám időben és térben tovaterjedő rezgésállapot, mely energiát szállít. A hullámok jellemzői:

- Két szomszédos, azonos fázisú hely térbeli távolsága a **hullámhossz**, melynek jele λ , mértékegysége m.
- Két szomszédos, azonos fázisú hely időbeli távolsága a **periódusidő**, jele T , mértékegysége s.
- Az **amplitúdó** a hullám maximális kitérésének nagysága egy hullámcikluson belül. Jele A , mértékegysége általában méter, hanghullámok esetén azonban nyomásegységben is mérhető.
- A **rezgésszám**, vagyis frekvencia (f vagy ν) a másodpercenként végzett rezgések száma.
- A **terjedési sebesség** a haladó hullám meghatározott fázisállapotának tovahaladási sebessége. Jele c és megegyezik a hullám hosszának és a frekvenciájának szorzatával.

A terjedés iránya szerint a hullámokat megkülönböztetjük: A **longitudinális hullámok** kitérése a terjedési iránnyal egybeesik. A különböző közegekben, mint ritkulások és sűrűsödések lépnek fel. Pl. ilyen a legtöbb hanghullám. A **tranzverzális hullámok**ban a kitérés a terjedési irányra merőleges. Ilyen pl. egy húron terjedő hullámok, vagy a szabad elektromágneses hullámok.

Interferenciát akkor észlelünk, ha a hullámok **koherensek**, vagyis a találkozásuk helyén fáziskülönbségük tartósan állandó. Ha a fáziskülönbség a fél hullámhossz páros számú többszöröse, maximális erősítést, ha a fél hullámhossz páratlan számú többszöröse, kioltást tapasztalhatunk.

Rugalmas pontsor (pl. kötélen) végére érkező hullám mind a rögzített, mind a szabad végről visszaverődik. A visszaverődés a szabad végről azonos, a rögzített végről ellentétes fázisban történik. Alkalmas frekvenciaválasztással elérhető, hogy a rugalmas pontsoron folyamatosan keltett hullám a pontsor végéről visszaverődő hullámmal úgy találkozzon, hogy **állóhullámok** jöjjenek létre. Állóhullámról akkor beszélünk, ha az egyes pontok mozognak, de a hullám egy adott fázisát nem látjuk továbbhaladni az az egy állandósult rezgésállapot. **Duzzadóhelyek:** azok a pontok, amelyek maximális amplitúdóval rezegnek **Csomópontok:** azok a pontok, amelyek nem végeznek rezgést. Két duzzadóhely/két csomópont távolsága a hullámhossz fele.

A hang **A hang** térben terjedő **longitudinális** mechanikai hullám. A **hangforrás** egy rugalmas test, vagy közeg, amely egy vele közölt energiát rezgési energiává alakítja. A hang jellemzői:

- **Hangerősség:** A hangforrás amplitúdójától függ. A hangintenzitással mérhető, amely a hangforrás által az 1 m²-nyi területre sugárzott teljesítményt jelenti, ezért egysége W/m²
- **Hangmagasság:** a hang rezgésszámával (frekvenciájával) jellemezhető. (pl. az 1:2 frekvenciaarányú hangok hangköze egy oktáv. Egy oktávon belül 7 lépésben követik egymást azok a hangok, amelyeket fülünkkel egymást természetes módon követő egész hangközöknek (dúr skála) érzékelünk. A zenei hangok frekvenciáinak közös viszonyítási alapértéke a normál a hang, melynek értéke 440 Hz.)

13. tétel

Hullámok

- **Hangszín:** a hangszín annak a következménye, hogy a zenei hangok szinte sohasem egyetlen frekvenciát jelentenek, az alaphang mellett felharmonikusok is megjelennek.
- **Hangsebesség:** a hang terjedési sebessége a levegőben 330 m/s (Ez függ a hőmérséklettől is). Aszerint változik, hogy milyen közegben terjednek a hullámok. Szintén kiszámítható a $c = \lambda \cdot \nu$ képlet alapján.

Rezonancia: ha a kényszerrezgést létrehozó rendszer frekvenciája közel esik a kényszerrezgést végző rendszer sajátfrekvenciájával, akkor a rezgő test amplitúdója maximális lesz, ez a jelenség a rezonancia. Ha az amplitúdó nagyon nagyra nő, bekövetkezhet a rezonanciakatasztrófa, melyben minél kisebb a csillapító hatás, annál nagyobb a rezonancia. (1940- Takoma - szoros fölötti híd)

Lebegés: Két közeli frekvenciájú hang együttes megszólaltatásakor egy periodikusan ingadozó erősségű hangot hallunk. Ezt a jelenséget lebegésnek nevezzük.

Doppler-effektus: a hullám frekvenciájában és ezzel együtt hullámhosszában megjelenő változás, mely amiatt alakul ki, hogy a hullámforrás és a megfigyelő egymáshoz képest mozog. Pl. ha sípoló mozdony (adó) közeledik egy megfigyelőhöz (vevő), akkor az utóbbi magasabb frekvenciájú hangot hall, mint a vonaton ülő utas. Miután a mozdony elhaladt a megfigyelő mellett, a frekvencia észrevehetően lecsökken.

Az elektromágneses sugárzás a térben **transzverzális** hullám formájában terjed **fénysebességgel**. Részecskéi a **fotonok**. Elméletét James Clerk **Maxwell** skót fizikus dolgozta ki, és írta le az ún. **Maxwell-egyenletekben** (4db van)

Az elektromágneses spektrumnak nincs alsó – illetve felső hullámhosszhatára. Az emberi szem által érzékelhető tartomány a 380 és a 780 nm közötti. Az ennél kisebb tartományba az **ultraibolya-**, a **röntgen-** és a **gamma**sugárzás tartozik, a 780nm fölötti hullámhossztartományba pedig az **infravörös-**, a **mikro-** és a **rádió**hullámok.

Rezgőkör: egy tekercs és egy kondenzátor párhuzamosan kapcsolva, a paramétereiktől függő sebességgel alakul át a tekercs energiája a kondenzátor energiájává, és fordítva, periodikusan, az összenergia viszont állandó marad

Fénykibocsátás: Magas hőmérsékleten izzó **szilárd** és **folyékony** anyagok által kibocsátott fényben az összes árnyalat megtalálható, színekük folytonos. Ez a folytonos színekép nem függ a kibocsátó test anyagi minőségétől.

Izzó **gőzök** és **gázok** által kibocsátott fény színeképe a kibocsátó gőzre illetve gázra jellemző, **vonalas emissziós színekép**.

Fényelnyelés: az izzó **gőzök** vagy **gázok** a rajtuk átbocsátott fehér fényből elnyelik azokat a színeket, amiket maguk is kibocsátani képesek. A színeképben megjelennek fekete vonalak. Az **elnyelési színekép** ugyanúgy jellemző az anyagi minőségre, mint az emissziós. (Pl: nap színeképe)

14. tétel

Az energia fajtái, munka, teljesítmény

Energia: fizikai alapmenyiség, munkavégzőképességet jelöl.

Energiafajták:

- Mechanikai:
 - **Mozgási energia:** $E_m = \frac{1}{2}mv^2$
 - **Magassági energia:** $E_h = mgh$
 - **Rugalmas energia:** $E_r = \frac{1}{2}Dx^2$
 - **Gravitációs energia:** $E_{grav} = -g \frac{mM}{r}$
- **Belső energia:**
 - o Egy zárt rendszer összes energiatartalma
 - o Nagy része az adott anyag részecskéinek mechanikai energiája (**termikus energia**): Gázok esetében $E_b = \frac{f}{2}nRT$
 - o $\Delta E_b = Q + W$ (Termodinamika I. főtétele)
- **Kondenzátor energiája:** $E_C = \frac{1}{2}CU^2$
- **Tekercs energiája:** $E_L = \frac{1}{2}LI^2$
- **Foton energiája:** $E_f = hf$
- **Magenergia:** $E = mc^2$ (ahol m a tömegdefektus)

Munkatétel: Adott idő alatt a test mozgási energiájának a megváltozása megegyezik azzal a munkával, amit a testen végeztek a rá ható erők.

$$\frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = W_{k\ddot{u}ls\ddot{o}}$$

Teljesítmény: A munka és az idő hányadosa, a munkavégzés sebessége.

$$P_{\text{át}} = \frac{W}{\Delta t} \quad P_{\text{pill}} = \frac{W}{\Delta t}, \text{ ahol } \Delta t \rightarrow 0 \text{ vagy } P_{\text{pill}} = \dot{\mathbf{F}} \cdot \mathbf{v}_{\text{pill}}$$

Hatásfok: a hasznos és a befektetett munka hányadosa, értéke 1-nél kisebb.

Az energia-megmaradás törvényének értelmében az energia nem tűnik el, csak átalakul egyik formájából a másikba. Sok folyamatban keletkezik melléktermékként hő. Ezt meg lehet fordítani, így gépeket lehet készíteni (hőerőgépek). Ezek hő befektetésével mechanikai munkát tudnak végezni.

15. tétel

Megmaradási törvények

Impulzusmegmaradás törvénye: Egy zárt mechanikai rendszer összimpulzusa állandó.

Tökéletesen rugalmatlan ütközés: $\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 \neq \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v_k^2$

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = (m_1 + m_2)\vec{v}_k$$

Tökéletesen rugalmas ütközés: $\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2$

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2$$

Mechanikai energiamegmaradás elve: Ha egy pontszerű testre csak konzervatív erők hatnak, akkor mechanikai energiáinak összege állandó.

mechanikai energiák: mozgási energia, gravitációs energia, rugalmas energia

Konzervatív erő: Azokat az erőket, melyek munkavégzése csak a kezdő- és végponttól függ, azaz független a pályától, konzervatív erőknak nevezzük.

Konzervatív mező: Azokat a mezőket, melyek munkavégzése független a pályagörbétől (és így az úttól), csak a kezdő- és végpont helyétől függ, konzervatív mezőknak nevezzük.

Potenciál: Azt mutatja meg, hogy a mező mennyi munkát végez a teste/töltésen, ha a mező A pontjából azt a B pontjába mozgatjuk.

Energiaátalakulás rezgőkörökben: $\frac{1}{2}LI^2 = \frac{1}{2}CU^2$

Hőtan I. főtétele: $\Delta E_b = Q + W_{\text{környezet}}$

Zárt rendszer belső energiája állandó. $\Delta E_b = 0$

Töltésmegmaradás törvénye: Egy a környezetétől elszigetelt, elektromosan töltött rendszerben a testek össztöltése állandó.

Tömeg-energia ekvivalencia: $E = \frac{m_0c^2}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$, ha $v=0$, akkor $E = m_0c^2$

Szétsugárzás: A párkeltés ellentétes párja egy elektron és egy pozitron találkozása. Ekkor annihiláció, vagy más szóval szétsugárzás játszódik le, és két gamma foton keletkezik, ritkábban esetleg három. Egy soha nem keletkezhetsz, mert akkor nem teljesül a lendület-megmaradás. (Ha a pozitron és az elektron nagyon nagy energiával találkozik, akkor más jellegű folyamat játszódik le, új részecskék is keletkezhetnek.)

Párikeltés: Ha elegendően nagy energiájú foton egy atommag közelében halad el, akkor a foton eltűnhet, és elektron-pozitron párokat kelthet. A pozitron az elektron antirészecskéje, tulajdonságai az elektronnal azonosak, de töltése pozitív. A pár nyugalmi energiája $2mc^2$, ahol m az elektron tömege. Kiszámolva 1,022MeV-ot kapunk. (Ez kb. $1,64 \cdot 10^{-19}$ J) Ez azt jelenti, hogy ha ennél nagyobb a foton energiája, akkor játszódik le a jelenség, a többlet energia az elektron és a pozitron energiáját növeli.

16. tétel

Az atom szerkezete

Elektron: Az elektron negatív elektromos töltésű elemi részecske. Kísérletileg Joseph John Thomson mutatta ki 1897-ben.

töltése	$-e = -1,602 \cdot 10^{-19} \text{C}$
tömege	$9,11 \cdot 10^{-31} \text{kg}$
relatív tömege	1/1836
spinje	1/2

Elemi töltés: Az elemi töltés nagyságát a Faraday-állandó és az Avogadro-állandó hányadosa adja meg: $e = \frac{F}{N_A}$, ahol $F = 96500 \frac{\text{C}}{\text{mol}}$ és $N_A = 6 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$. Legismertebb kísérleti

meghatározása Millikan nevéhez fűződik, aki 1909-ben mérte meg (ionizált olajcsepp molekulák egyensúlyának vizsgálata sík kondenzátor lapjai között).

Elektronburok: Másik nevén elektronfelhő. Az atommagot az elektronfelhő veszi körül. Ebben a felhőben helyezkednek el az elektronok. Az elektronok meghatározott pályákon keringenek. Ezekhez a pályákhoz különböző energiák tartoznak. A mozgásuk során az elektronok törekednek a legmélyebb energiaszint elérésére. Az elektronburokon belül az elektronok előfordulását valószínűségi függvények írják le.

Mérete 1Å (10^{-10}m), míg az atommag mérete csak 10^{-5}Å , amit szemléltetni úgy lehet, hogy, ha az elektronburok átmérője a Szegedi Dóm, akkor az atommag átmérője csak egy cseresznyeszem átmérőjével egyezik meg.

Thomson-féle atommodell: a katódsugarak tanulmányozása során kimutatta, hogy azok kisméretű, negatív töltésű részecskékből állnak, bármilyen atommal is végezzük el a kísérleteket → az elektron minden anyagnak a része, minden anyagban jelen van → szertefoszlott az atom oszthatatlanságának az elve.

Thomson elképzelése szerint az egészében véve semleges atom pozitív töltése egyenletesen oszlik el egy tömör – a kinetikus gázelméletnek megfelelően – kb. 10^{-10}m sugarú gömbben. Ennek belsejében vannak a pontszerű elektronok, hasonlóan ahhoz, amint a pudingban a mazsolák. Ezért nevezzük ezt a modellt „mazsolás puding modell”-nek.

Thomson elmélete szerint az elektronok a pozitív töltésfelhőben a középpontra szimmetrikusan helyezkednek el. Nagyszámú elektron esetében koncentrikus gyűrűrendszert alkotnak. (Ez már magában rejti az elektronok héjszerkezetét.) Az elektronelrendeződésnek ily módon ismétlődő szakaszai vannak, ami már a periódusos rendszer magyarázatának a csíráját is magában hordozza.

Az elektronokat harmonikus (a kitéréssel egyenesen arányos) erő tartja egyensúlyi helyzetben. Ha az atom egyensúlyát egy külső erő megzavarja, akkor az elektronok rezegni kezdenek. Az ily módon rezgő kötött elektronok segítségével magyarázta az atomok fénykibocsátását. A modell matematikai megfogalmazásának felhasználásával sikerült olyan rezgésszámot kihozni, amely a fény frekvenciájának nagyságrendjébe esik. J. J. Thomson kiemelkedő munkásságát 1906-ban Nobel-díjjal jutalmazták.

Rutherford-féle atommodell: igen vékony aranyfóliát bombázott α -részecskékkel. az α -részecskék legnagyobb része zavartalanul áthatolt a fólián, egyrészt eltérült és igen kis részük (kb. minden 10.000-dik) közel 180° -os eltérést szenvedett. Ezekből az adatokból vont le következtetéseket a szórócentrumra: pozitív töltésű, igen kis térrészben koncentrálódik és nagy tömegű az α -részecskékhez képest. Az eredményt nem lehetett a Thomson-moddellel magyarázni, hiszen az atom belül lényegében üres. Rutherford ezt a részt atommagnak nevezte el, s a szóródási képek elemzésével képes volt megbecsülni a méretét is (kb. 10^{-15}m).

Egy Z rendszámú elem atomjának tömege túlnyomórészt a Z-e pozitív töltésű, kb. 10^{-15}m sugarú atommagban összpontosul. A mag körül körpályákon „kering” kb. 10^{-10}m távolságban a Z számú elektron, melyeket a mag elektrosztatikus vonzóereje tart körpályán. Az e^- -k hasonlóan helyezkednek el, mint ahogyan a bolygók keringenek a Nap körül, ezért „naprendszer-modell” -nek nevezzük. Az Rutherford-féle atommodell alapvető hiányossága,

hogy egy ilyen atom nem lehet stabil, mert a körpályán keringő elektron az elektrodinamika törvényei értelmében energiát sugározna ki, így kb. 10^{-9} másodperc alatt spirális pályán a magba zuhanna.

Bohr-féle atommodell: A Bohr-féle atommodell a Rutherford-féle atommodell javított változata. A pozitívan töltött atommag körül keringenek az elektronok – hasonlóan a Naprendszerhez. Ez a modell sikeresen magyarázta a Rydberg-formulát és a hidrogén spektrumát, viszont más, finomabb részleteket azonban nem tudott megindokolni. Ma már az atom kvantummechanikai leírása teljesebb, ezt a modellt azonban egyszerűsége miatt még mindig tanítják.

A Bohr modell félig kvantumos jellegű, és így posztulátumokra támaszkodik:

- Az elektron a proton körül körpályán mozog a klasszikus mechanika törvényei szerint. (A centripetális erőt a Coulomb-erő szolgáltatja.)
- Az elektronok csak bizonyos megengedett sugarú pályákon keringhetnek, amelyeken nem sugároznak. Mivel az E energia ezeken a pályákon állandó, az elektron stacionárius állapotban van.
- A stacionárius állapotok közti átmenetek úgy mennek végbe, hogy az elektron átugrik egyik állapotból a másikba, és eközben az atom elektromágneses hullámokat bocsát ki. A két energiaállapot közti különbség egyenlő a kibocsátott vagy elnyelt sugárzás energiakvantumával.
- az energiaszintek az impulzusmomentum (L) diszkrét értékeitől függenek:

$$L = n \cdot \frac{h}{2\pi} = n \cdot \hbar, \text{ ahol az } n \text{ a főkvantumszám, a } h \text{ pedig a Planck-állandó}$$

Atommag: Az atommagok 10^{-15}m ($10^{-5}\text{\AA}$) méretű részecskék. Pozitív elektromos töltésű protonokból és semleges neutronokból állnak. A protonokat és neutronokat összefoglaló néven nukleonoknak nevezzük. A proton és a neutron nem elemi részecskék, bennük kvarkok találhatóak. Egy atommagot az összetételével jellemezzük. A benne lévő protonok számát rendszámunk nevezzük, amit Z betűvel jelölünk. A tömegszámot pedig A betűvel jelöljük. $A=Z+N$, ahol N a neutronok száma. A szokásos írásmód egy atommag meghatározására: A_ZX , ahol X helyére a Z rendszámú elem kémiai vegyjelét írjuk.

Avogadro törvénye: Azt mondja ki, hogy különböző gázok egyenlő térfogataiban azonos nyomás és hőmérséklet esetén a molekulák száma a gáz anyagi minőségétől függetlenül egyenlő. Ezen három mennyiség között az egyesített gáztörvény teremt kapcsolatot ($p \cdot V = n \cdot R \cdot T$).

Avogadro szám: Megadja, hogy 1mol anyagban hány darab részecske található.

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$$

Rutherford szórás kísérlete: Rutherford igen vékony ($1\mu\text{m}$) aranyfóliát bombázott α -részecskékkel. Vizsgálta az α -részecskékkel áthaladását a fólián. A megfigyelései szerint a részecskék döntő többsége zavartalanul áthaladt a fólián, de egyrészük eltérült és igen kis részük (kb. minden 10.000-dik) közel 180° -os visszaverődést szenvedett. A kísérletek eredményeképpen következtetéseket vont le az atomokra és megalkotott egy atommodellt.

Az anyag atomos szerkezetére utaló jelenségek: Rutherford angol fizikus közvetlen módon bebizonyította, hogy az anyag nem egy folytonos közeg, hanem egymáshoz kapcsolódó részecskék halmaza. Ezeket a részecskéket nevezzük atomoknak. Az anyag atomos, molekuláris szerkezetét bizonyítja az ideális gázok részecskemodellje is, a részecskék mozgása közvetlenül érzékelhető az általuk kifejtett nyomás által.

Az elektron részecske természete: A részecske természetre utaló fizikai mennyiségek az energia és az impulzus. Az elektronnak mozgási energiája van, ami a tömegének és a sebességének négyzetének a szorzata. Az impulzusa pedig a tömegének és a sebességének a

16. tétel

Az atom szerkezete

szorzata. Az elektron részecske tulajdonságai érvényesülnek például a CRT monitorokban, tévékben. Ezekben a készülékekben egy elektronágyú bocsátja ki az elektronokat. Kettő darab kondenzátor végzi az elektronok pozicionálását. Ekkor az elektron hullám természete elhanyagolható, mert nem kell akkora szintű helyzetmeghatározás, hogy az befolyásolja az elektron helyét. Az elektron hullámtermészete csak akkor kerül előtérbe, amikor az elektronok elhelyezkedését vizsgáljuk az atommag körül, vagy az elektronok egy a méretükhöz hasonló nagyságú kettős résen való áthaladását vizsgáljuk. A makrovilágban az elektronoknak csak a részecsketulajdonsága jelentős, csak atomi méreteken jelentős a hullámtermészete.

Thomson kísérlete (1897): Thomson elektromos és mágneses térbe vezette a katódsugarakat. Úgy állította be az elektromos és a mágneses tér erősségét, hogy a katódsugarak a két tér együttes hatása alatt ne térüljenek el. Vagyis az elektromos erő és a mágneses erő nagysága megegyezett, de az előjelük ellentétes volt.

$$F_{el} = F_{mágn}$$

$$eE = evB \rightarrow v = \frac{E}{B} \quad \text{Tehát a részecske sebessége meghatározható.}$$

Így a sebességet visszahelyettesíthetjük abba a képletbe, amit a mágneses térrel történő eltérítés esetében kaptunk: $\frac{e}{m} = \frac{v}{Br} = \frac{E/B}{Br} = \frac{E}{B^2 r}$

E a kondenzátorra kapcsolt feszültség segítségével meghatározható, hiszen: $E = \frac{U}{d}$

B a tekercsre kapcsolt áramerősségből meghatározható, hiszen: $B = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot l}{A}$

r szintén mérhető

A kapott eredmény kb. kétezerszerese a H-ion fajlagos töltésének, (melyet az elektromkémiai egyenértékből ismertek). $\rightarrow$ A katódsugarat alkotó részecske tömege kb. kétezerszer kisebb, mint a H-ion tömege.

A katódsugarat alkotó részecske neve (elektron) már korábban megvolt, hiszen Georg J. Stoney már 1874-ben rámutatott arra, hogy az elektrolízis törvényeiből nagy valószínűséggel következik, hogy az elektromosság kvantált szerkezetű.

J. J. Thomson az elektron felfedezését eredményező elméleti és kísérleti vizsgálata-
iért 1906-ban elnyerte a fizikai Nobel-díjat.

Millikan kísérlete (1910-1916): Vízszintes helyzetű kondenzátor lemezei közé apró olajcsep-
peket (10-100nm átmérőjű) porlasztott. Porlasztás közben egyes cseppek molekulái ionizáló-
d-
tak.

A töltött olajcseppekre ható erők:

$$\text{gravitációs: } F_g = mg = r_0 Vg$$

$$\text{felhajtó erő: } F_f = r_1 Vg$$

$$\text{elektromos erő: } F_{el} = qE$$

$$\text{közegellenállási erő: } F_{köz} = 6phrv$$

Tudta, hogy $\Sigma F = 0$, mert beállt egy állandó sebesség (v_H)

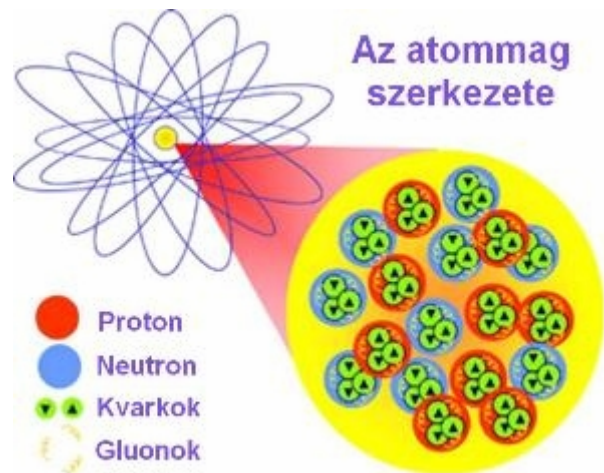
$$F_g + F_{köz} = F_{el} + F_f$$

Az olajcsepp sugara nem mérhető, ezért szükséges még egy egyensúlyi sebességhez (v_0) tarto-
zó mérés. Legyen ez az az eset, amikor az elektromos tér nincs bekapcsolva. $F_g = F_f + F_{köz}$

Így ebből már megtudta határozni az r értékét.

Majd q -ra azt kapta, hogy az egy számnak mindig az egész számú többszörösét veszi fel.
Ebből meghatározta, hogy az elemi töltés értéke: $1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$

Az atommag felépítése: Az atommagok 10^{-15}m ($10^{-5}\text{\AA}$) méretű részecskék. Pozitív elektromos töltésű protonokból és semleges neutronokból állnak. A protonokat és neutronokat összefoglaló néven nukleonoknak nevezzük. A proton és a neutron nem elemi részecskék, bennük kvarkok találhatók. Egy atommagot az összetételével jellemezünk. A benne lévő protonok számát rendszámnak nevezzük, amit Z betűvel jelölünk. A tömegszámot pedig A betűvel jelöljük. $A=Z+N$, ahol N a neutronok száma. A szokásos írásmód egy atommag meghatározására: A_ZX , ahol X helyére a Z rendszámú elem kémiai vegyjelét írjuk.



Kötési energia: Az atommagban a proton taszító hatása óriási erőt képvisel, amivel a gravitációs erő nem képes egyensúlyt tartani. Ezért a fizikusok rájöttek, hogy itt egy másik féle erő is van, amit magerőnek hívunk. Ez az erő vonzó hatású és független a töltéstől (p^+p^+ , p^+n^0 , n^0n^0). Az ereje akár az elektromos kölcsönhatása ezerszerese is lehet. A hatótávolsága viszont csak 10^{-15}m nagyságú. A kötési energiát számszerűen is meg lehet határozni: $E_{\text{kötési}} = m_A c^2 - Nm_n c^2 - Zm_p c^2$, amiből már könnyen kifejezhető az egy nukleonra jutó kötési energia: $e = E_{\text{kötési}} / A$.

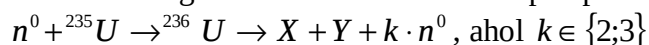
Tömegdefektus: Ha lemérjük az atommag tömegét és az egyes alkotórészeinek a tömegét külön, akkor azt tapasztaljuk, hogy a két mérés eredménye nem egyezik. Ez azzal magyarázható, hogy az atommagon belül az atommag energiát tárol a kötéseiben. Ez a tömeghiány ki is számítható: $E = \Delta m c^2$. Tehát, ha ismerjük az atommagban lévő kötések energiáját, akkor ki tudjuk számolni a Δm -et. Amikor az atommagban lévő kötések megszűnnek, akkor ez az energia felszabadul.

Radioaktív bomlások: Az instabil atommagok minden külső beavatkozás nélkül más atommaggá alakulnak, miközben nagy energiájú radioaktív sugárzást bocsátanak ki. Radioaktív bomlás következtében egy adott mennyiségű sugárzó anyagban fogy az eredeti izotóp mennyisége.

Megmaradó magok száma: $N = N_0 2^{\frac{-t}{T}}$

Megmaradó aktivitás: $A = A_0 2^{\frac{-t}{T}}$

Maghasadás: Az a jelenség amely során a nagy tömegszámú atommag két közepes tömegszámú atommaggá és néhány neutronná esik szét energia felszabadulás közben. A természetben előforduló atommagok közül csak a ${}^{235}\text{U}$ izotóp képes hasadásra.



A keletkezett magok nem stabil izotópok a hasadási termékekben több a neutron, mint ami stabil magokra jellemző lenne, ezért a hasadási termékek radioaktívak. (β -sugárzással bomlanak stabil magokká.)

A keletkező neutronok túl gyorsak ahhoz, hogy a többi ${}^{235}\text{U}$ izotóp képes legyen őket befogni, ezért nem okoznak további maghasadásokat.

A maghasadás során jelentős mennyiségű energia szabadul fel.

17. tétel

Magfizika

Láncreakció: A maghasadáskor felszabaduló neutronokat le kell lassítani valamilyen lassító közegben (moderátorban). A moderátor könnyű magokból álló anyag, pl.: víz vagy grafit. Ezek a lelassított neutronok újabb hasadásokat képesek okozni.

A láncreakciót jellemezhetjük a sokszorozási tényezővel: ha n számú hasadás során keletkező neutronokból n' számú idéz elő újabb hasadást, akkor a $k=n'/n$. A láncreakció akkor önfenntartó, ha $k>1$.

ha $k<1$ szubkritikus a reakció

ha $k=1$ kritikus a reakció

ha $k>1$ szuperkritikus a reakció

A leggyakrabban használt moderátor közegek:

grafit: lassít, nem nyeli el a neutronokat

nagyon tiszta kell

nehésvíz (D_2O): lassít, nem nyeli el a neutronokat

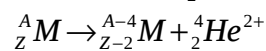
drága

víz (H_2O): lassít, elnyeli a neutronokat

Sugárzások

α -bomlás

Az atommag ${}_2^4He^{2+}$ (α -részecske) bocsát ki.



α -részecskék hatótávolsága: papírlap, $(2,5 \pm 0,5)$ cm levegő

α -részecskék sebessége: (15.000 ± 5000) km/s

β -bomlás

Az atommag neutronja protonná alakul miközben egy elektront bocsát ki

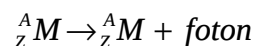


β -részecskék hatótávolsága: $(12,5 \pm 2,5)$ cm levegő

β -részecskék sebessége: 10.000km/s-300.000km/s

γ -bomlás

Az atommag foton (elektromágneses sugárzás) kibocsátásával szabadul meg az energiától. $hf = E_2(A, Z) - E_1(A, Z)$, vonalas spektrum



γ -részecskék hatótávolsága: $(7,5 \pm 2,5)$ cm ólom

γ -részecskék hullámhossza: $<10^{-10}$ m

Sugárzásmérés: A radioaktív sugárzásokat érzékszerveinkkel közvetlenül nem érzékeljük, csak műszereken keresztül közvetett módon.

A detektorok típusai

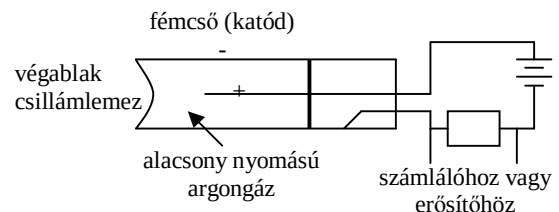
a részecskék számlálására alkalmas

a sugárzások nyomát teszik láthatóvá

Geiger-Müller számlálócső (GM-cső)

A csőbe jutó α vagy β -részecskék a csőbe ütközés következtében ionokat keltenek. $\rightarrow$ A keletkező ionok a cső és a szél közti potenciálkülönbség következtében gyorsulnak. $\rightarrow$ A gárrészecskékkal ütköznek, újabb ionokat keltenek. $\rightarrow$ Létrejön egy gázkisülés.

$\rightarrow$ A külső áramkörben regisztrálható áramlökés. $\rightarrow$ Számláló rögzíti.



Wilson-féle ködkamra

A radioaktív sugarak (α , β , γ) nyomainak láthatóvá tételére alkalmas. Hasonló elven működik, mint ahogyan a repülőgépek kondenzcsíka keletkezik.

A tartályban túltelített gőzt állítunk elő (adiabatikus tágítás) → A beérkező α és β -részecskék a pályájuk mentén ionizálják a gázt. → Ezekre az ionokra kicsapódik a túltelített gőz apró cseppek formájában. → A keletkező ködcsík megfigyelhető.

Atomreaktor: Egy olyan szerkezet amiben szabályozott láncreakció zajlik.

Reaktor: A reaktorokban zajlik a szabályozott láncreakció. A dúsított uránt a fűtőrudak tartalmazzák. A hasadás során felszabaduló és újabb hasadást okozó neutronok számát a közöttük mozgatható, neutronelnyelő anyagot (pl.: bórt vagy kadmiumot) tartalmazó rudakkal lehet szabályozni. Minél mélyebbre tolják a rudakat, annál több neutron nyelődik el, anélkül, hogy újabb hasadást okozna. A neutronok lassítását a reaktort kitöltő moderátoranyag végzi (pl.: nehézvíz).

Primer kör: A hasadások során felszabaduló energia a primer körben keringő anyagot (az ábrán szereplő erőműben a nagy nyomású vizet, ami egyben a moderátor is) felmelegíti, jelen esetben több mint 200°C-ra. A primer kör vize viszont hűti a reaktort.

Gőzfejlesztő: Itt történik a hőcsere a primer kör és a szekunder kör anyaga között. A szekunder körben keringő vízből itt keletkezik a gőz, amely a turbinát hajtja.

Szekunder kör: A szekunder körben keringő víz a gőzfejlesztőben felforr, gőzzé alakul, meghajtja a turbinát, majd a hűtőkör hatására lecsapódik, és újra kezdi a ciklust.

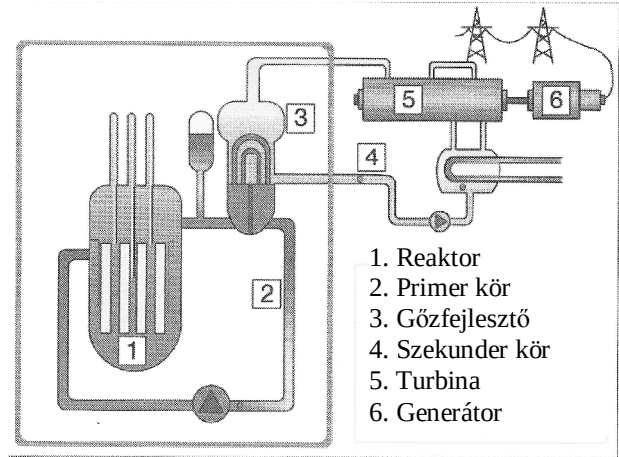
Turbina: A turbina forgatja a generátor forgórészét.

Generátor: A generátorban – mozgási indukció révén – a mechanikai (forgási) energia elektromos energiává alakul, itt jön létre a váltakozó áram.

Előnyei: kevesebb fűtőanyag kell, mint a szén- vagy olajtüzelésű erőművekben, ezáltal kisebb mértékű a szükséges bányászat. Nem szennyezi a levegőt az égéstermékekkel. Nagyobb a hatásfoka. Építéskor nem szükséges olyan jellegű környezetkárosítás, mint a vízi erőműveknél (víztározó, völgyzárógát, stb.)

Hátrányai: a kiégett fűtőanyag továbbra is radioaktív marad, ezért problematikus a tárolása. Különleges technikai megoldásokra van szükség, hogy a radioaktív anyagok ne juthassanak ki a reaktortérből, illetve a primer körből. A hűtőkör a környezettel (általában egy folyóval) van kapcsolatban, ezáltal olyan hőmérséklet-változást okozhat, amely káros lehet az élővilágra.

Reaktorok típusai: forralóvízes reaktor (BWR), nyomottvízes reaktor (PWR), nehézvízes reaktor (PHWR vagy CANDU), gyors tenyésztőreaktor (FBR) és uszoda típusú reaktor.



Atombomba: Az atombombák, vagy fission bombák energiájukat a nehézatommagok hasadásából nyerik: nehéz atommagok (urán vagy plutónium) hasadnak könnyebb elemekké neutronokkal való besugárzásuk révén (ezek az elemek hasadásukkor újabb neutronokat hoznak létre, melyek újabb atommagokat bombáznak, láncreakciót eredményezve). Az atombombák méretét nem lehet tetszőlegesen növelni, mivel egy kritikus tömeg felett külső hatás nélkül is beindul bennük a láncreakció. A kritikus tömeg az a tömeg, amivel rendelkezni kell a radioaktív izotópnak, hogy a láncreakció beindulhasson. Ez a ^{235}U izotóp esetében 56kg.

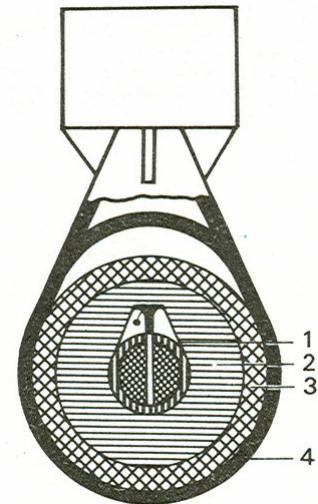
Hidrogénbomba: A hidrogénbombák, vagy fúziós bombák az atommagok egyesülésén, fúzióján alapulnak, amikor könnyebb atommagok, mint például hidrogén vagy hélium állnak össze nehezebb elemekké nagy energia felszabadulása mellett.

Működésekor egy atombomba biztosítja a fúzió beindításához szükséges (több millió fokban) hőmérsékletet. Az ábra egy háromfázisú nukleáris bombát mutat be. Az uránból készült külső köpenyt a neutronbomba esetén elhagyják.

A hidrogénbombák tömegének nincsen felső korlátja, mivel a beindításához szükséges rendkívül nagy hőmérséklet és nyomás szükséges, spontán módon Földi körülmények között semmiképpen sem indul meg a fúziós reakció.

A hidrogénbomba megvalósításának kulcsa az a megoldás, amit a szakirodalom Teller–Ulam-tükör, vagy Teller–Ulam elrendezés néven ismer.

Ha a gyutacsaként szolgáló hasadási bombát egy nehézfém (volfrám, urán stb.) anyagú, forgási ellipszoid alakú tükör egyik fókuszpontjába helyezzük, akkor a robbanás pillanatában keletkező hőmérsékleti sugárzást a tükör a másik fókuszba gyűjti össze, ebben a fókuszpontban foglal helyet a fúziós mag. Mivel 10.000°C hőmérséklet megfelel kb. 1eV energiának, a robbanás néhány száz tízmillió fokban néhány száz 10keV energiájú sugárzás, azaz röntgensugárzás keletkezik. Ezt a röntgensugárzást a tükör addig koncentrálja, amíg anyaga a sugárnyomás hatására szét nem repül. (A sugárzás nyomása több millió atmoszféra is lehet.) Valamivel a sugárzás után érik el a tükröt a robbanás neutronjai, majd a lökéshullám, ezek befejezik a rombolást. A tükör atomjai azonban - tehetetlenségüknél fogva - képesek ellenállni a sugárnyomásnak annyi ideig, amennyi elég a fúziós reakció megindulásához, illetve lefolyásához.



1. indító (egyfázisú) atombomba
2. fúziós anyag (deutérium, trícium)
3. 238-as tömegszámú uránból készült külső köpeny
4. külső bombaköpeny

18. tétel

Az anyag kettős természete

Hullámtulajdonságok-ld.12.tétel részletesen

polarizáció
diffrakció
interferencia
frekvencia,hullámhossz

Anyaghullám,de Broglie-hullámhossz

Louis de Broglie-a részecske-hullám kettősség érvényes minden anyagra
az elektronra is igaz ami a fotonra

$$E=h*f ; f=E/h \text{ és } p=h/\lambda ; \lambda=h/p=h/m*v$$

Kísérleti igazolás az elektron hullámtermészetére

1928-G.P.Thomson-polikristályos fémfólián elektron elhajlás

a kristályok a röntgensugarak számára elhajlási rácsot jelentenek(mint az optikai rács a fénynek)- interferenciakép alakul ki

olyan lendületű elektronokat hoztak létre melyek de Broglie-hullámhossza megegyezett a röntgensugarak hullámhosszával-ezek az elektronok interferáltak,mint a röntgensugarak

Fotoeffektus,fényelektromos egyenlet,a fény kettős természete-ld.12.tétel részletesen

Fotocella

fotoeffektus alapján működő,anóddal és katóddal ellátott vákuumcső
a katódot megvilágítjuk-belőle elektronok lépnek ki(rajta alkálifém-oxid bevonat van)
a feszültségforrás negatív pólusát a katódra,a pozitív pólusát az anódra kapcsoljuk
a kilépő elektronokat a katód eltaszítja az anód felé-áram indul a körben
fényérzékelésre használható

A Naprendszer

A Naprendszeren azt a kb. 2 fényév¹ sugarú „gömböt” értjük, melyen belül a Nap gravitációs vonzóereje a meghatározó. A Naprendszer „határa”, kb. 2 fényév távolságban lehet, ahol sok üstökös és egyéb törmelékanyag kering. Ezek az üstökösmagok egy óriási felhőt alkotnak (Oort-felhő), mely néhány 10.000 CSE távolságtól akár 2 fényév távolságig terjed.

A Naprendszer kb. 4,6 milliárd évvel ezelőtt született, egy hatalmas gáz- és porfelhőből. A részecskék a gravitációs erő hatására tömörülni kezdtek és kialakult a Nap, a nagybolygók, holdak, kisbolygók, üstökösök, meteorok. Ezek az égitestek a közöttük található bolygóközi (interplanetáris) anyaggal (por és gázok, pl. a napszél, bolygól és holdak légköréből elillanó atomok, a Nap közelében elhaladó égitestekből kipárolgó anyag, stb.) együtt alkotják a Naprendszert.

A Naprendszer tömegének 99,866%-át a Nap teszi ki. Körülötte kering a többi égitest a Kepler-törvények szerint.

A Nap

A Naprendszer központi égiteste, közepes méretű, G színképű sárga törpecsillag. Átmérője kb. 110 földátmérő, tömege kb. 333.000 földtömeg.

Magjában a hidrogén-hélium-magokká történő fúziója tartja fenn a kb. 15 millió K hőmérsékletet. Sugarának kb. 1/4-éig terjedő központi magban mennek végbe a fúziós folyamatok. A központi magban az anyag plazmaállapotban található. A Nap másodpercenként 4 millió tonna hidrogént alakít át héliummá és $3,8 \cdot 10^{26}$ J energiát termel. Ilyen körülmények mellett is még kb. 5 milliárd évig fog sugározni változatlan módon.

A centrális magot veszi körül kb. a sugár 70%-áig a röntgensugárzási zóna. Itt az elemek ionizált állapotban vannak. Ebben a részben a magban felszabadult energiát hordozó fotonok gyakran ütköznek, elnyelődnek, majd főként röntgen- és gammasugárzás formájában terjednek tovább a külső rétegek felé.

A Nap felszínközeli külső, 25-30%-ot kitevő részét konvektív zónának nevezzük. Itt a hőáramlással végbemenő energiatovábbítás a jellemző. A Nap „felszíne” a kb. 400 km vastag fotoszféra². (Az efeletti tartományok alkotják a Nap légkörét.) A fotoszféra fölött helyezkedik el a pár ezer km vastag kromoszféra, végül pedig a Nap légkörének legkülső része, a korona, mely túl halvány ahhoz, hogy látni lehessen (speciális eszközök nélkül), kivéve teljes napfogyatkozás idején, amikor a holdkorong eltakarja a fotoszféra fényét. A koronából kiáramló részecskék alkotják a napszelet, mely e^- , p^+ és héliumatommagokból áll. A Földet légköre és mágneses tere megvédi a napszél káros hatásaitól. Ha egy üstökösmag kerül a napszél áramába, akkor jön létre a Nappal ellentéte irányban látható ioncsóva.

A Nap időszakos jelenségei:

A fotoszféra jelenségei a napfoltok. Ezek a Nap felszínén látható sötétebb területek, mivel környezetüknél kb. 2000 K-nel hűvösebbek. Megjelenésük a fotoszférában időszakosan megerősödő mágneses térhez köthető. Egy napfoltciklus hossza kb. 11 év.

Napkitörés (fler): a napfoltcsoportok felett a kromoszféra kifényesedik, megnő a kibocsátott elektromágneses sugárzás intenzitása és elemi részecskék dobódnak ki a Napból. A Napból érkező e^- -ok a Föld mágneses tere miatt csak a pólusok közelében jutnak be a légkörbe, ott gerjesztik a jelenlévő atomokat, molekulákat, így jön létre a sarki fény.

A napkitörések mágneses vihart, zavarokat okozhatnak pl. a rádióösszeköttetésben is.

Protuberanciák: a kromoszférából kiinduló gázoszlopok, felhők, szökőkutak. Teljes napfogyatkozásakor láthatók szabad szemmel is.

¹ Gyakran használt távolságegységek

Csillagászati egység (CSE): közepes Nap-Föld távolság, kb. $1,496 \cdot 10^{11}$ km

Fényév: a fény útja 1 év alatt ($v = 3 \cdot 10^8$ m/s), kb. $9,46 \cdot 10^{12}$ km

Parszek: az a távolság, ahonnan a földpálya fél nagytengelye 1 ívmásodperc szög alatt látszik, kb. $3,086 \cdot 10^{13}$ km

² A fotoszféra szemcsés szerkezetű, a szemcséket *granuláknak* nevezik. Ezek általában Magyarország méretűek, átl. 200°C-kal magasabb hőmérsékletűek, mint a fotoszféra. Élettartamuk pár perc, csak távcsővel figyelhetők meg.

A megfigyelhető napsugárzás jó része innen származik.

Szpikulák: a kromoszférát sűrűn átszövő, kitörő gázok képezte áramlások. Méretük kb. 2000km, élettartamuk 30mp és 3-5 perc között változik.

Bolygók

A Naprendszerben 8 nagybolygó található. A nemzetközi Csillagászati Unió 2006-ban a Plútót törpebolygónak minősítette vissza.

A 8 nagybolygó pályája szinte pontosan egy síkban (ekliptika) helyezkedik el. Valamennyi bolygó azonos irányban kering a Nap körül, ezt a mozgást direkt irányúnak nevezzük. A Vénusz és az Uránusz kivételével tengelyforgásuk is direkt irányú. (A Vénusz és az Uránusz retrográd forgású). Ugyanebbe az irányba forog a Nap is.

A Naphoz közelebb eső, Föld-típusú bolygók kisebb tömegűek, nagyobb sűrűségűek, kis lapultságúak, szilárd köztetfelszínnel rendelkeznek és kevés holdjuk van (1 vagy 2).

A Jupiter-típusú bolygók kis sűrűségű gázóriások, nagy lapultságúak, sok holdjuk és gyűrűrendszerük van. A Mars és Jupiter között húzódik a fő kisbolygóöv, ahol néhány cm-esről néhány száz km-esig terjedő mérettartományba eső közettörmelékek keringenek a Nap körül.

A Neptunusz pályáján túl található egy másik kisbolygó-övezet a Kuiper-öv, mely a bolygók közül kidobott bolygócsírákból és törmelékekből áll.

MERKÚR:

A Merkúr a Naphoz legközelebb eső bolygó. Egy merkúri év 87,969 napig tart, ami a legrövidebb évnek számít a Naprendszerben. Ezzel szemben saját tengelye körül lassan forog (58,56 nap). Ezért a bolygó felszínén a hőmérsékleti viszonyok szélsőségesek, a napos oldalon +430°C, az árnyékos részen -185°C is lehet.

Légköre nagyon ritka, főleg héliumból áll.

Felszíne a Holdéra hasonlít.

Holdja nincs, és mivel kerül a Naptól 28°-nál nagyobb szögtávolságra, csak a kora esti vagy hajnali órákban figyelhető meg. Távcső segítségével fázisokat figyelhetünk meg rajta, úgy, mint a Holdon.

VÉNUSZ:

Esthajnalcsillagnak is nevezik, mivel kora este és késő hajnalban látható az égbolton.

A Vénusz is fázisokat mutat.

Méretei és tömege alapján a Föld testvérbolygója. Keringési ideje 224,7nap.

A Földtől eltérően nincs mágneses tere. Retrográd forgású, tengelye körül 243 nap alatt fordul meg, így egy év a Vénuszon rövidebb mint egy nap.

A Hold és a Nap után a harmadik legfényesebb égitest.

Légköre 96%-ban CO₂-ből áll. A felhőréteg kénsavat is tartalmaz. Felszínén 100 atmoszféra körüli nyomás és a CO₂-léggör miatt kb. +475°C hőmérséklet uralkodik.

FÖLD:

A Föld csaknem teljesen gömbalakú, pólusainál enyhén lapult égitest. Átmérője az Egyenlítőn kb. 12.756km, tömege kb. $6 \cdot 10^{24}$ kg – a Nap tömegének 3 milliommód része. A gravitációs gyorsulás értéke az Egyenlítőn $9,78 \text{ m/s}^2$ a szökési sebesség 11,17km/s.

Életkora 4,6 milliárd évre tehető. Valószínűleg több kisebb égitest egyesülésével keletkezett.

Kívülről befelé haladva a léggör alatt található földkéreg, melyet főleg gránit és bazalt alkot. Ezután következik a köpeny, majd a külső- illetve belső mag.

Felszínének több mint 70%-át víz borítja. A léggör főbb alkotórészei a N₂ (78%), O₂ (21%), nemesgázok, CO₂, H₂, He.

A Föld forgástengelye 23,5°-os szöget zár be az ekliptika síkjával, ez okozza az évszakok jelenlétét. A forgástengely maga is mozog, ez a precesszió jelensége. Ennek oka a Nap, Hold és a bolygók gravitációs vonzóereje

Évente kétszer, a tavaszi napéjegyenlőség (március 21) és az ősz napéjegyenlőség (szeptember 23) idején a napsugarak merőlegesen esnek az Egyenlítőre.

A nyári napforduló (június 21 körül) idején a napsugarak a Ráktérítőre merőlegesek. Az északi féltekén ekkor a leghosszabb a nappal. A téli napforduló idején (december 21 körül) a napsugarak a Baktérítőt érik merőlegesen. Az északi félteken ekkor a leghosszabb az éjszaka.

A Földnek egy kísérője van, a Hold. A Hold az anyabolygójához viszonyított legnagyobb hold, a Naprendszer 5. legnagyobb holdja.

A Föld körül ellipszispályán kering. Ugyanannyi idő alatt kerüli meg a Földet, mint amennyi idő alatt megfordul a tengelye körül³, ezért a Földről mindig ugyanazt az oldalát látjuk..

Mágneses tere nincs.

A Holdon is megfigyelhetők fázisok. Ha a Nap és a Föld között helyezkedik el, a Föld felőli része árnyékban van (újhold). Ezután egyre nagyobb részét világítja meg a Nap („dagadó hold”). Amikor a Hold-Föld-Nap szög 90°, a Hold D-betűnek látszik (első negyed). Mikor a Nap az egész holdkorongot megvilágítja, van a holdtölte. Ezután a Nap egyre kisebb részét világítja meg („fogyó hold”), majd C illetve kifli alakúnak látszik (utolsó negyed). A kör megtételével ismét újhold pozícióba kerül. A fényváltozás periódusa 29,5 nap.

A Nap, Hold és Föld elhelyezkedéséből adódnak a nap- illetve holdfogyatkozások is.

Napfogyatkozáskor a Hold a Föld és a Nap közé kerül és árnyékkúpja a Földre vetül.

Holdfogyatkozáskor a Hold kerül bele a Föld árnyékkúpjába. Teljes holdfogyatkozáskor a 33 égitest egy vonalban helyezkedik el.

A Hold valószínűleg a Földdel azonos időben keletkezett, ezt a holdközvetek kora is alátámasztja. Feltételezhetően a Föld egy kb. Mars méretű, bolygószerű égitesttel ütközött. A beérkező égitest köpenyének egy része elpárolgott a becsapódást követő keletkezésében és a Föld körül egy koronggá állt össze, melyből fokozatosan kialakult a Hold.

Az árapály jelensége is a Holdhoz köthető. A Hold a Földnek a Hold felé eső részét erőbben, a túlsó felét pedig gyengébben vonzza, mint a közepét. Az apály-dagály jelenség a Föld forgását lassítja (dagállyúrlódás).

A Hold az egyetlen égitest, ahol ember járt. 1969 július 21-én lépett a felszínére Neil Armstrong majd Edwin Aldrin, akik az Apollo-program keretében jutottak el a Holdra (Apollo-11). A harmadik űrhajós Michael Collins volt. Utánuk még 5 misszió indult a Holdra, az utolsó 1972-ben.

„Kis lépés az embernek, de nagy ugrás az emberiségnek.”

MARS:

Egy marsi nap kb. 24h 37min. A bolygó tengelyferdesége is hasonló, ezért ugyanúgy vannak a Marson évszakok, mint a Földön.

Légköre ritka, 95%-ban CO₂-t tartalmaz. A hőingadozás elég nagy, hőmérséklet -130°C és +25°C között mozog. A vörös bolygó jellegzetes felhői a porrészecskékből álló vörös felhők.

A Mars poláris vidékein jégsapkák találhatóak, melyek vízjégből és szárazjégből állnak.

Legnagyobb vulkánja, az Olympos Mons, 26km magas, a Naprendszer legnagyobb képződménye.

A Marsnak 2 holdja van (Phobos, Deimos). Mindkettő szabálytalan alakú és kis méretű.

A Föld után a Marson vannak a legkedvezőbb feltételei az élet kialakulásának, melyre a bolygó fejlődésének egy időszakában volt is esély, de valószínűleg az idő túl kevésnek bizonyult.

Sem a Mariner-4, sem a Viking-expedíciók vagy a Mars Pathfinder nem talált életre utaló nyomokat. A Földön talált marsi meteoritokban lévő mikroszkopikus szerkezetek mikroorganizmusok maradványainak látszanak, bár ezt sok szakember cáfolja.

JUPITER:

A Jupiter a legnagyobb bolygó a Naprendszerben. Kialakulása a csillagokéhoz hasonló, tömege viszont kevés ahhoz, hogy csillag legyen. Átlagos sűrűsége nagyon kicsi (1,33g/cm³). A Naphoz hasonlóan H₂ (84%), He (15%) alkotja, más anyaga (CH₄, NH₃, H₂O, CO) csak kis mennyiségben fordul benne elő.

Légköre alatt folyékony állapotú H₂ található. A bolygónak nincs szilárd felszíne.

Annak ellenére, hogy a Jupiter nem csillag, kétszer annyi energiát sugároz ki, mint amennyit a Naptól kap. Ezt jelenleg a 4,5 milliárd éve felhalmozódott hő következményének tartják.

A bolygó légköre kb. 4000km vastag, sávós szerkezetű felhőréteg.A sávok határán légörvények alakulhatnak ki. Ilyen örvény a Nagy Vörös Folt, melynek átmérője nagyobb a Földénél és több mint 300 éve nem mutat változást.

A Jupiternek 16 hivatalosan elismert holdja van. Ezek közül 4 átmérője haladja meg a 300km-t. Ezt a 4 holdat (Io, Europa, Ganymedes, Callisto) még Galilei fedezte fel 1610-ben.

A Jupitert vizsgálták a Pioneer, Voyager és a Galileo űrszondák. Utóbbi 1994-ben rögzítette, amint a Shoemaker-Levy-9 üstökös darabjai becsapódtak a bolygó légkörébe. Ez volt az első megfigyelt „bolygóközi katasztrófa”, 2009-ben pedig egy ausztrál amatőrcsillagász figyelt meg egy hasonló jelenséget.

SZATURNUSZ:

A Naprendszer legkisebb átlagsűrűségű bolygója, lapultsága az összes bolygó közül a legnagyobb.Felépítése a Jupiterhez hasonló.

Gyűrűrendszere feltűnő és összetett. A Gyűrűk a bolygó egyenlítői síkjában fekszenek.Az A és B gyűrű között található a Cassini-rés.Az alkotó részecskék jó része vízjég, ebből adódik a gyűrűrendszer fényessége.

A bolygók közül a Szaturnusznak van a legtöbb holdja. Ma minimum 23 holdról tudunk. A legnagyobb a Titan, mely a Naprendszer 2. legnagyobb holdja. Jelentős légkörrel rendelkezik, melynek 85%-a N₂, 12%-a Ar. Az ősi időkben hasonló lehetett a Föld-típusú bolygók légköre is.

URÁNUSZ:

Tipikus Jupiter-típusú bolygó. Anyagi összetétel hasonló, tengelyforgása gyors (10,7h). A Vénushoz hasonlóan retrográd forgású. A bolygó forgástengelye szinte az ekliptikában fekszik, azzal 8,8°-os szöget zár be, forgástengelyének dőlésszöge 97,9°.

A bolygók közül az Uránusz rendelkezik a legtöbb elnevezett holddal. A 20 hold elnevezésekor a többi esettől eltérően nem az ókori mitológiából hanem Shakespeare műveinek szereplői közül válogattak.

NEPTUNUSZ:

A legkülső bolygó. Létezésére Urbai J. Leverrier következtetett az Uránusz pályaháborgásai alapján.Ez alapján fedezte fel a bolygót Johann Gottfried Galle német csillagász 1846-ban.

Szabad szemmel nem látható, részleteket még a legnagyobb távcsővel sem vehetünk ki rajta, annyira messze van (sose kerül közelebb mint 4303 millió km).

A Voyager-2 fedezte fel, hogy a többi gázbolygóhoz hasonlóan van gyűrűrendszere.

Jelenleg 8 holdját ismerjük. Legnagyobb a Triton, melynek van légköre (N₂, CH₄, ritka), vagyis a Föld, a Vénusz, a Mars és a Titán után az 5. olyan égitest, melynek légkörében a fő alkotóelem a N₂. A retrográd keringésű hold enyhén spirális pályán halad, kb. 100 millió év múlva a Neptunuszba csapódik.

Üstökösök⁴

Sokáig csak a Föld kigőzölgéseinek, a légkörben meggyulladó gázoknak tartották őket. Még a nagy tudós, Galilei is illúzióknak tartotta az üstökösöket. Jövetelükből szokatlan, baljós eseményeket véltek kiolvasni.

Az üstökösöket egy 1-20km-es szilárd mag alkotja, melyben kötömbök, por, vízjég, és fagyott gázok találhatók (CO₂, CH₄, NH₃, ...).

Amikor az üstökös napközelpont közelbe kerül, anyaga párologni kezd. A jégbe zárt por kikerülése adja a mag körül körszimmetrikusan elhelyezkedő kómát. A magból kiszabaduló, ionizálódó gázokból a Nap mágneses terének hatására alakul ki a csóva a Nappal ellentétes irányában, mely kétféle lehet: ioncsóva (vékony, kékes színű) és porcsóva (szétterül az üstökőspálya mentén).

⁴ Ismert üstökösök

Halley 76 évenként tér vissza

Hale-Bopp látványos ioncsóva

Shoemaker-Levy-9 darabjai becsapódtak a Jupiterbe (első megfigyelt bolygóközi katasztrófa)

Keringési idő szerint beszélhetünk rövid- illetve hosszúperiódusú üstökösökről. A rövidperiódusúak keringési ideje 200 évnél kevesebb, a hosszúperiódusúak keringési ideje több mint 200 év.

Meteorok

A szó Arisztoteléstől ered, ő gyűjtőnévként használta légköri jelenségekre (meteorológia).

A Föld Nap körüli keringése során apró porszemcsékkel találkozik (meteoroidok), melyek nagy sebességgel a légkörbe csapódnak, a légköri molekuláknak ütközve felszínük felizzik és tüzes csíkot húznak az égre. Ha felszínre hullanak, meteoritnak nevezzük őket. A meteorok üstökösök és kisbolygók porladásából származnak, és meteorrajokat alkotnak. A meteorokat a köznyelv hullócsillagoknak nevezi. A perspektivikus látás miatt úgy látjuk, mintha a meteorok az ég egy adott pontjából indulnának felénk. Ez a pont a radiáns.

A meteorrajok arról a csillagképről kapják a nevüket, ahol a radiánsuk található. (pl. a Halley-üstököshöz köthető Éta Aquaridák illetve Orionidák meteorraj)

Kisbolygók

Kisbolygók a Naprendszer valamennyi térségében előfordulnak, ám két olyan tartományt is ismerünk, ahol igen nagy számban találhatók. A közelebb elhelyezkedő, ezért sokkal részletesebben ismert a Mars és a Jupiter pályája között található fő kisbolygóöv. Az égitestek itt nem egyenletesen oszlanak el, az övezeten belül üres tartományok, rések vannak. Innen a Jupiter gravitációs hatása és a belső bolygók együttesen tüntetik el az anyagot.

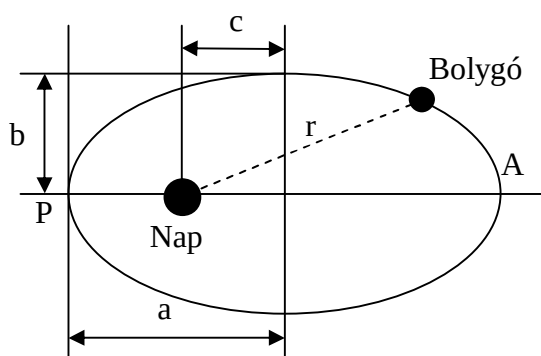
A második kisbolygóövet csak 1992 óta ismerjük, ez a Kuiper-öv, bár létezését már az 1950-es években megjósolták a csillagászok. Ez az övezet a Neptunusz térségében kezdődik, alakja egy mentőövre hasonlít. A legújabb, bár még nem teljesen elfogadott nézet szerint a Plútó is ebbe az övezetbe tartozik, annak legnagyobb tagja, vagyis nem nevezhető nagybolygónak.

Kepler törvényei

Kepler I. törvénye:

Az égitestek olyan ellipszispályán keringenek, melynek egyik fókuszpontjában a Nap áll.

Az ellipszispálya jellemzői:



r : vezérsugár

a : félnagy tengely

b : félkistengely

c : fókusz távolság

P: perihélium(pont) (napközel(pont))

A: aphélium(pont) (naptávol(pont))

numerikus excentritás: megadja, hogy mennyire lapult az ellipszis

$e=c/a$

Kepler II. törvénye:

A bolygókhoz húzott vezérsugár egyenlő idők alatt egyenlő területeket sűrol.

(A bolygók területi sebessége állandó.)

A bolygók a Naphoz közelebb gyorsabban mozognak.)

Kepler III. törvénye:

A bolygók keringési ideje négyzetének és a fél nagy tengely köbének hányadosa állandó.

$$\frac{T_1^2}{a_1^3} = \frac{T_2^2}{a_2^3}$$

Az ősrobbanás elmélete, a világegyetem szerkezeteAz ősrobbanás szerkezete

Az elméletet George Gamov dolgozta ki pontosan.

Az elmélet szerint kb. 18-23 milliárd éve a világegyetem anyaga egy nagy sűrűségű és hőmérsékletű pontban koncentrálódott. A fejlődés egy nagy robbanással vette kezdetét (Big Bang). Ebben az állapotban az anyag jellemzőiről nem tudunk megállapításokat tenni. Az első „ismert pillanat” a 10^{-43} s, ekkor a sűrűség 10^{96} kg/m³, a hőmérséklet 10^{32} K lehetett.

A robbanás után jöttek létre a kvarkok, az elektronok és ezek antirészecskéi. Ezekből alakultak ki a protonok, neutronok és antirészecskéik. A folytonos ütközések következtében He atommagok is keletkeztek. Az elkövetkező 300.000 évben az ionizált H és He atommagokból semleges atomok alakultak ki.

Az ősrobbanástól számított 1-2 milliárd év múlva megindult a galaxisok és galaxishalmazok kialakulása. Ezután a galaxisokon belüli sűrűsödésekből létrejöttek a csillagok, csillagrendszerek.

Az ősrobbanás-modellt támasztja alá a galaxisok fényének vöröseltolódása, a világegyetemben megfigyelhető H-He arány, valamint a kozmikus háttérsugárzás felfedezése.

A lehetséges végkifejletről is többféle elmélet létezik. Leginkább elfogadott az a feltevés, hogy a világegyetem gyorsulva tágul és ez így fog folytatódni a végtelenségig. Egy másik elmélet szerint ha elegendő anyag áll rendelkezésre, a tágulás után összehúzódás következhet be (Nagy Reccs → Big Crunch), majd az összeroppanás után esetleg újra tágulás indulhat meg. Biztosan nem cáfolható meg egyik elmélet sem.

AVilágegyetem szerkezete

A Föld-Hold rendszer a Naprendszer része, a Naprendszer a Tejútrendszer nevű galaxishalmazban található. A Tejútrendszer és a közeli extragalaxisok a Lokális Csoport tagjai. Az ismert világegyetemben pedig számos, a Lokális Csoporthoz hasonló galaxiscsoport található.

A Tejútrendszer egy spirálgalaxis, átmérője kb. 100.000 fényév. Középpontjában egy több millió Nap-tömegű feketelyuk található, mely erős sugárzást bocsát ki, és a Nyilas csillagkép irányában található.

A csillagok a spirálkarokban összpontosulnak.

A Nap a magtól kb. 28.000 fényév távolságban van.

Az extragalaxisok színekében vöröseltolódás figyelhető meg. Ez is bizonyítja, hogy az univerzum egésze tágul. A legnagyobb vöröseltolódása a kvazároknál figyelhető meg (csillag-szerű rádióforrások). A legtávolabbiak kb. 18 milliárd fényévre vannak és a fénysebesség 90%-ával távolodnak. Így az univerzum minimum 18 milliárd éves kell, hogy legyen.

FORRÁSOK:

- Róbert Čeman – Eduard Pittich: Rekordok. A világegyetem 1.
A Naprendszer
- Stephen Hawking – Leonard Mlodinow: Az idő még rövidebb története
- Gulyás J., Honyek Gy., Markovics T., Szalóki D., Varga A.: Fizika – Modern fizika
- Keresztúri Ákos – Sárnecky Krisztián: Célpont a Föld?
Kisbolygók a láthatáron
- Sárnecky Krisztián: Magyarok a Naprendszerben – és azon túl
- Amatőrcsillagászok kézikönyve
- National Geographic: 2008/08 128-143. oldal

A CSILLAGÁSZAT VIZSGÁLATI MÓDSZEREI**SPEKTROSKÓPIA**

A spektroszkópia szűkebb értelemben az optikai hullámhosszokon felvett színekép vizsgálatával, tágabb értelemben a teljes elektromágneses színekép és mindenféle sugárzás (például: részecskesugárzások) spektrumának elemzésével foglalkozó, különösen annak energia (hullámhossz, rezgésszám) szerint felbontott összetevőinek tulajdonságait vizsgáló tudományág.

FOTOMETRIA

A fotometria a csillagok és más égitestek fényességmérésén alapuló tudományág a csillagászatban belül.

A XX. század első felében fejlesztették ki a csillagászati fotográfiát, a távcsövekkel fényképeket készítettek. 1990 körül új detektor vette át a főszerepet, a CCD (Charge Coupled Device: töltéscsatolt eszköz). A fényképezőgépek és a videokamerák is ilyen érzékelőt tartalmaznak. Napjainkban legelfogadottabb az UBV fotometriai rendszer, amely az ultraibolya (U), kék (B) és sárga (V) színű, definiált szűrőkön keresztül méri a csillagok fényességét.

ELEKTROMÁGNESES HULLÁMOK MEGFIGYELÉSE

- rádiócsillagászat
- mikrohullámú csillagászat
- infravörös csillagászat
- optikai csillagászat
- ultraibolya csillagászat
- röntgencsillagászat
- gamma csillagászat

RÁDIÓCSILLAGÁSZAT

A rádiócsillagászat a Földön kívüli térből érkező, természetes eredetű rádiósugárzásokkal foglalkozik.

A rádiócsillagászat három nagy kutatási területe a Nap (illetve Naprendszer), a Tejútrendszer, illetve az extragalaxisok megfigyelése.

A rádiótávcső (rádióteleszkóp) három fő részből áll, ezek az antenna, a rádióvevő és az adatrögzítő. A legelterjedtebb (és legismertebb) antennatípus a parabolikus antenna. Az adatokból matematikai módszerekkel a fényképhez hasonló rádióképet állítanak elő.

INFRAVÖRÖS CSILLAGÁSZAT

Az elektromágneses spektrum infravörös (IR) tartománya közvetlenül az optikai tartomány mellett található. Hullámhossza 760 nm-től - a szubmm-es tartománnyal együtt - az 1 mm-ig terjed. Az igazi IR-tartomány azonban csak a 0,76-tól a 15 mikrométerig tartó szakasz.

Egyes objektumokról - legyenek akár pontszerű vagy kiterjedt források - sokkal több információt nyerhetünk, ha az IR-tartományban vizsgáljuk őket. Galaxisunkban erős infravörös forrás a csillagközi poranyag, különösen a születő csillagok körüli részletei (sötét molekulafelhők). A Tejútrendszeren túl - amellett, hogy a spirálgalaxisok poranyagának sugárzása az uralkodó - sok aktív galaxis is erős IR-forrásnak bizonyult. Azokban a csillagvárosokban, ahol robbanásszerűen heves csillagkeletkezés zajlik, szintén sok infravörös sugárzást foghatunk.

OPTIKAI CSILLAGÁSZAT**Megfigyelési eszközök:****Lencsés távcsövek (refraktorok):*****Galilei-féle távcső***

A teleszkóp első megjelenési formája holland optikusok, majd Galileo Galilei által 1609-ben, lencséből felépített távcső volt. Ez az optikai rendszer, két lencséből áll, egy domború (konvex) objektívból és a mögötte elhelyezkedő homorú (konkáv) szemlencséből. Színházi távcsőként ma is közkedvelt.

Kepler-távcső

Ez az optikai rendszer tekinthető a mai lencsés teleszkópok őseinek. Itt is két fő lencsét találunk, de a Galilei-féle elrendezésben szereplő homorú lencse helyett domború lencsét használunk. Fordított állású képet kapunk, de ez egyáltalán nem okoz nehézséget a csillagászati megfigyeléseknél.

Binokulárok

A mindennapi életben használatos duplacsöví távcsövek (binokulárok) jól használhatók csillagászati megfigyelésekhez is. Ezek nem fordított, hanem egyenes állású képet adnak.

A lencsés távcsövek hibáiSzférikus aberráció (gömbi hiba)

A gömbfelületű lencse szélein áthaladó, vagy gömbi tükör szélén visszaverődő fénysugár nagyobb eltérést szenved, mint az optikai tengelyhez közelebb elhaladó, ezért végeredményként nem egy pont lesz a fókusz.

Kromatikus aberráció (színi hiba)

Ez a hiba monokromatikus fény esetén nem jelentkezik. Viszont fehér fényt alkalmazva azt látjuk, hogy a kapott kép nem egyformán fehér, hanem a kép belső része kékesebb, míg a széle felé vörösebb (vagy fordítva, a lencsétől mért távolságtól függően). Ez annak köszönhető, hogy a különböző hullámhosszú fénysugarakat a lencse másként téríti el, hiszen a hullámhossztól függ az üveg törésmutatója. (A prizma is ezért bontja fel a fényt.) Legerősebben a kék, legkevésbé a vörös fény törik meg.

Kóma hiba

Az optikai tengelytől messzebb elhelyezkedő pontok képe nem gömbszimmetrikus folt, hanem almamag alakú lesz. Ennek oka, hogy a nagyon ferdén, nagyobb nyílásszöggel érkező sugarak másként térülnek el a lencsén.

Tükrös távcsövek (reflektorok):*Gregory-távcső*

1663-ban James Gregory építette meg az első tükrökkel működő távcsövet. A távcső két homorú tükörből állt.

Newton-reflektor

1672-ben Isaac Newton bemutatta az akadémián saját tervezésű távcsövét. Az általa használt elrendezésben egy nagyon pontos paraboloid főtükör és egy sík segédtükör van. A főtükrőről visszaverődő fénysugarak a 45 fokban megdöntött segédtükörrre esnek.

Cassegrain-távcső

Körülbelül a Newton távcsővel azonos időben jelent meg a Cassegrain reflektor. A főtükör szintén paraboloid felületű, viszont a segédtükör nem sík, hanem egy domború, hiperboloid felületű tükör.

Herschel-távcső

Az ún. Herschel-szerelésű távcsövekben nincs segédtükör, a főtükör kissé meg van döntve, ami kicsit megnöveli az optikai leképezések hibáját. Nagy előnye az előző távcsövekkel ellentétben, hogy a segédtükör nem takar ki fényt a fényútból.

Katadioptrikus távcsövek (tükröt és lencsét is tartalmazók):*Schmidt-teleszkóp*

Az első ilyen elrendezésű rendszert Bernhard Schmidt elképzelése alapján 1930-ban építették meg. A távcső elején található meg a gömbi hibát korrigáló optikai elem, a korrekciós lemez. A távcső az optikai elrendezése miatt vizuális megfigyelésre egyáltalán nem alkalmas, mivel a kép a távcsőtubuson belül jön létre, egy detektor felületén.

Schmidt-Cassegrain távcső

Gömb főtükör található benne, a segédtükör ellipszoid felületű és a tubus elején megtalálható a korrekciós lemez.

Makszutow-féle távcső

A rendszerben található összes felület gömbfelület. További érdekesség a benne lévő erősen homorú lencse vagy másnéven meniszkusz, mely a szférikus aberráció kijavítását szolgálja.

Makszutow-Cassegrain távcső

Ez a távcső a nevében szereplő két elrendezés kombinációja.

RÖNTGENCSILLAGÁSZAT

A röntgensillagászat a csillagászat azon ága, mely megfigyeléseit a röntgentartományba eső sugárzások vizsgálatával végzi. A kozmoszból érkező röntgensugarak vizsgálata rendkívül fontos a csillagászat számára, mert a legforróbb égitestek sugárzásának zöme a röntgenhullámhosszak tartományába esik. Ezek a sugárzások nem

tudnak mélyen behatolni a légkörbe, ezért észlelésükhöz műholdakat használnak. Ilyen tartományban jól megfigyelhetők a kvazárok, galaxisok, galaxis-halmazok, neutroncsillagok, fekete lyukak.

GAMMACSILLAGÁSZAT

A gammacsillagászat az Univerzumban kitörésszerűen keletkező, legnagyobb energiájú elektromágneses hullámokat, a gammasugarakat vizsgálja. A gammasugarak forrásai a pulzárok, fekete lyukak és az aktív galaxisok (csillagrendszerek közepe). Az eddigi legeredményesebb gammacsillagászati műszer együtttest, a Comptont 1991-ben bocsátotta fel földközi pályára a NASA. A gammakitörések elképesztően nagy energia felszabadulásával járnak.

FORRÁSOK:

http://www.supernova.hu/ujhirek/junius/setihome/ko_radio.htm

<http://astro.u-szeged.hu/spectra/spektrum5.html>

<http://tudasbazis.csillagaszat.hu/tavcsovek/fenyzerzekeles-detektorok.html>

<http://www.supernova.hu/htema/majus/htema.html>

<http://tudasbazis.csillagaszat.hu/tavcsovek/>

<http://muveszet-tudomany.hu/magyar/tudomany/ablakvilagra.htm>

<http://astro.u-szeged.hu/ismeret/rontgam/rontgam.html>

ÁLLÓCSILLAGOK, EGYÉB-ILL.MESTERSÉGES ÉGITESTEK

ÁLLÓCSILLAGOK

A bolygókkal szemben azon égitestek, melyek viszonylagos helyzetüket változatlanul megtartják, vagy helyesebben, melyek sajátos mozgása olyan csekély, hogy érzékeny megfigyelési módszerek nélkül csak évszázadok múltán vehetők észre. Jellemző sajátosságuk, hogy a szabad szem számára és a legkitűnőbb távcsőben is pontszerűek, és hogy fényük a bolygóékkal ellentétben nyugtalan, csillogó (szcintilláció).

TOVÁBBI ÉGITESTEK

CSILLAGOK

A csillag olyan égitest, melynek fényét a belsejében magfúzió útján történő energiatermelés biztosítja.

A csillagokat 8 fő tulajdonságuk alapján jellemezhetjük, ezek a következők:

- fényesség
- szín (színképtípus)
- kémiai összetétel
- sugár
- tömeg
- felületi hőmérséklet
- forgási periódus
- mágneses tér

Ezeket a mennyiségeket állapotjelzőknak is nevezzük.

A csillagok keletkezése

A csillagok olyan csillagközi molekulafelhőkben keletkeznek, mint pl. az Orion-köd vagy a Sas-köd. Ezek a felhők többnyire molekuláris hidrogénből állnak. A megfigyelések azt mutatják, hogy a felhőkben sűrű magok vannak. Ezek kialakulása a csillagkeletkezés első fázisa, melyet nem ismerünk pontosan. A második fázis az, mikor a mag a saját gravitációja hatására kezd összehúzódni. A folyamat először egy sűrűbb mag kialakulásához (protocsillag) vezet, melyre kevésbé sűrű anyag hullik. Az összehúzódó felhő belapul, kialakul a csillagmag és egy körülötte lévő anyagkorong az ún. akkréciós korong. Mikor a protocsillag belsejének hőmérséklete eléri a 10-15 millió kelvint, akkor megnő a hidrogén héliummá való átalakulásának valószínűsége és beindulnak a fúziós reakciók. A csillag megérkezik a fősorozatra. A csillagok többnyire csoportosan keletkeznek. Ennek az oka, hogy a

felhő összehúzódás közben általában feldarabolódik és az egyes darabok egymástól függetlenül fejlődnek tovább. A csoportos csillagkeletkezés eredményeként jönnek létre az asszociációk (laza csoportok) és a nyílthalmazok (kötöttebb csoportok). Ilyen nyílthalmaz például a Fiastyúk.

A csillagok életútja

Vannak olyan csillagkezdemények, melyek nem tudnak annyi tömeget felhalmozni, hogy annak gravitációs energiája fel tudja "fűteni" a csillagot annyira, hogy meginduljanak benne a magreakciók. Ezeket az objektumokat barna törpéknek nevezzük. Felszíni hőmérsékletük általában 3000 K alatt van. A 0,08 naptömegnél nagyobb objektumok esetén, mikor a gravitációs összehúzódás megszűnik, a csillag eléri a stabil sugárzási állapotát. Ezt az állapotot fősorozati állapotnak nevezzük. Ebben a szakaszban a hidrogén atommagok hélium atommagokká történő fúziója biztosítja az energiát. A fúzió során felszabaduló nukleáris energia akár több milliárd évig is képes biztosítani a csillag egyenletes sugárzását. Az egyenletes sugárzási szakasznak a hossza az égítést tömegétől függ. A nagyobb tömegű csillagok ugyanis nagyobb teljesítménnyel sugároznak, így hamarabb elfogyasztják a magjukban lévő hidrogént. A csillagok tömegüktől függően alapvetően két fejlődési utat járhatnak be. A kisebb tömegű csillagokból (a vörös óriássá történő felfúvódás után) fehér törpék lesznek, melyek lassan kihűlnek, míg a nagyobb tömegűek szupernóvarobbanás után neutroncsillagként vagy fekete lyukként végzik.

A csillagok szerkezete

A csillagokban a gravitáció és a gáz nyomása küzd egymás ellen. Ha a kettő azonos nagyságú, akkor a csillag egyensúlyban van, ám ha az egyik valami miatt megnövekszik, akkor a csillag összehúzódik ill. kitágul addig, míg a két hatás újra egyensúlyba nem kerül. Általában a csillag belseje három nagy tartományra bontható. Az első a csillag magja, ahol a magátalakulások zajlanak. A második az ezt körülvevő sugárzási zóna. A harmadik az ún. konvektív zóna. A negyedik tartomány, mely már nem tartozik a csillag belsejéhez, a csillag légköre. Ennek alján helyezkedik el a fotoszféra, az a réteg, melyről a sugárzás már elhagyja a csillagot. Ezt tekintjük tulajdonképpen a csillag felszínének.

A csillagok energiatermelése

Először a hidrogén héliummá való alakulása történik, majd a csillag későbbi állapotában (vörös óriás) a mag magasabb hőmérséklete esetén következik be a nehezebb elemek fúziója egészen a vasig. A magbeli hidrogén héliummá való átalakulása két folyamat révén mehet végbe. Az egyik a proton-proton ciklus, a másik a CNO ciklus. Mindkét esetben négy hidrogénmagból lesz egy héliummag. Az energia onnan származik, hogy a négy hidrogénmag együttes tömege nagyobb mint a héliummagé. A tömegek különbsége alakul át energiává a jól ismert $E=mc^2$ összefüggés szerint. Amikor a csillag magjában elfogy a hidrogén és eléri a megfelelő hőmérsékletet, beindul a hélium fúziója. Ebben a folyamatban 3 hélium atommag (α részecske) egyesül egy szén atommaggá. Mikor a magból a hélium is elfogy, akkor beindul a nehezebb elemek (szén, oxigén, nitrogén ...) keletkezése. A fúzió egészen az 56-os tömegszámú vasig tart. A fúzió a vasnál leáll, hiszen a nehezebb elemek egyesülése már nem termel energiát, hanem éppen energiát igényel.

MESTERSÉGES ÉGITESTEK

MŰHOLDAK

A műholdak sokféle pályán helyezkedhetnek el, és rendkívül sokrétű feladatot láthatnak el. Az egyik legfontosabb pálya az ún. geostacionárius pálya. A legfontosabb területek, ahol a műholdakat használják: távközlés, időjárás megfigyelése, GPS földrajzi helymeghatározó rendszer, térképészet, erdőtüzek, árvizek, katasztrófák megfigyelése, környezetszennyezés felmérése, mezőgazdasági termésbecslés, katonai ellenőrzés, terroristaelhárítás, városi és ipari infrastruktúra fejlesztés stb.

ŰRSZONDÁK

Az űrszondák olyan személyzet nélküli űreszközök, melyek a második kozmikus sebességet elérve elhagyják a Föld vonzáskörét. Főleg naprendszerkutató célokat szolgálnak. Eddig minden bolygót meglátogatott legalább egy űrszonda.

ŰRTÁVCSÖVEK

Nagy előnyük, hogy sokkal jobb képet adnak a látható tartományban, hiszen a légkör torzító és elnyelő hatása kiküszöbölődik, másrészt minden elektromágneses hullámtartományban lehetővé válnak a megfigyelések. Gamma, röntgen, ultraibolya vagy infravörös fényben egészen másmilyen az Univerzum, mint a láthatóban. Az égitestekről ezáltal sokkal több információ gyűjthető.

Jelenleg a leghíresebb légkörön túli teleszkóp a Hubble űrtávcső, mely 1990 óta végzi megfigyeléseit főleg a látható fény tartományában. Megfigyelési programjában szerepelnek a Naprendszer bolygói, csillagok, csillagközi ködök, csillaghalmazok, galaxisok. Méréseinek köszönhetően többet tudtunk meg ezekről az objektumokról, mint előtte összesen. Utódja a James Webb űrtávcső lesz, melynek 8 méteres tükre még jobb eredményeket szolgáltat majd.

A világűrben jövő röntgen sugarakat észleli többek között a Chandra és az XMM-Newton teleszkóp, melyek 1999 óta működnek. Az égitestek nagy hőmérsékletű sugárzásának mérését teszik lehetővé.

2003-tól repül a Spitzer nevű távcső, mely az égitestek infravörös, azaz hősugárzását vizsgálja. Detektorát folyékony héliummal hűtik.

FORRÁSOK:

<http://www.kislexikon.hu/allocsillagok.html>

<http://tudasbazis.csillagaszat.hu/asztrofizika.html>

<http://tudasbazis.csillagaszat.hu/csillagaszati-eszkozok.html>

20. tétel

Gravitáció

Tömegvonzás törvénye

Bármely két test kölcsönösen vonzóerőt fejt ki egymásra, amely erő nagysága pontszerű testek esetében arányos a két test tömegének szorzatával és fordítottan arányos a köztük lévő távolság négyzetével.

$$F_g = g \frac{m_1 * m_2}{r^2}, \text{ ahol } g = 6,67 * 10^{-11} \frac{Nm^2}{kg^2}$$

Nehézségi erő, nehézségi gyorsulás

A Föld gravitációs vonzása miatt az m tömegű testre $F=m*g$ nehézségi erő hat.

A szabadesés gyorsulása Budapesten $g=9,81m/s^2$, ez a nehézségi gyorsulás, mely független a szabadon eső test tömegétől ($\Sigma F=m*a=m*g$ $\hat{a} a=g$) és a Föld más pontjain kissé eltér ettől az értéktől.

Egy test súlya az az erő, mellyel a test nyomja az alátámasztást vagy húzza a felfüggesztést.

A testek súlya nem állandó. A szabadon eső testek a súlytalanság állapotában vannak, rájuk csak a gravitációs erő hat.

Kozmikus sebességek

I. kozmikus sebesség

Ahhoz szükséges, hogy egy testet a Föld körüli pályára állítsunk.

$$F_{cp} = F_g \quad \hat{a} \quad v = \sqrt{\frac{g * M_F}{r_F}} = 7,9 \frac{km}{s}$$
$$m \frac{v^2}{r} = g \frac{m * M_F}{r^2}$$

II. kozmikus sebesség

Ahhoz szükséges, hogy egy test elhagyja a Föld körüli pályát.

$$E_{mozg} + E_g = 0 \quad \hat{a} \quad v = \sqrt{\frac{2 * g * M_F}{r_F}} = 11,2 \frac{km}{s}$$
$$\frac{1}{2}mv^2 - g \frac{m * M_F}{r} = 0$$

III. kozmikus sebesség

Ahhoz szükséges, hogy a test elhagyja a Naprendszer.

$$E_{mozg} + E_g = 0 \quad \hat{a} \quad v = \sqrt{\frac{2 * g * M_{Nap}}{r_{NF}}} = 42,1 \frac{km}{s}$$
$$\frac{1}{2}mv^2 - g \frac{m * M_{Nap}}{r_{NF}} = 0$$

Életrajzok

Arkhimédész (Kr. e. 287-212)

A Szicília szigetén lévő görög gyarmatvárosban, Szürakuszaiban élt. Szürakuszai királyának, Hierónnak távoli rokona és tanácsadója volt. Hosszabb időt töltött Alexandriában, ahol valószínűleg Euklidésztől is tanult. Arkhimédész elsősorban matematikusnak tartotta magát (tőle származik például a π értékének meghatározása), az utókor azonban ugyanilyen jelentősnek tartja mechanikai eredményeit, találmányait, például az „arkhimédészi csigasort” és az „arkhimédészi csavart”. Utóbbi egy vízátemelő szerkezet. Az ő nevéhez fűződik a felhajtóerőre vonatkozó törvény felismerése is.

Nikolausz Kopernikusz (Mikolaj Kopernik, 1473-1543)

Lengyelországban született, a krakkói, majd a bolognai és római egyetemen tanult kilenc évig. Igazi reneszánsz polihisztor volt: orvos, közgazdász, hadvezér, csillagász, költő és festő. Kopernikusz meggyőződése szerint az égi mozgásokban harmónia nyilvánul meg, ezért a bolygók mozgását sokkal egyszerűbben lehet leírni, mint ahogyan a geocentrikus világkép alapján lehetséges. Feltételezése szerint a bolygók körpályán mozognak a Nap körül. A modell pontosítása azonban végül egyre bonyolultabbá tette azt. Ennek ellenére Kopernikusz volt az, akinek gondolatai megnyitották az utat a heliocentrikus modell kidolgozásához. Az ilyen jelentős változásokat ezért szokás „kopernikuszi fordulat”-ként emlegetni.

Johannes Kepler (1571 -1630)

Német csillagász és matematikus. A tübingeni egyetemen ismerkedett meg Kopernikusz tanaival, amelyek nagy hatást gyakoroltak rá. Amikor Prágában II. Habsburg Rudolf császár udvari csillagásza lett, hozzájutott elődjének, Tycho Brahénak több évtizedes megfigyelések alapján készített táblázataihoz és számításaihoz a bolygók mozgásáról. Ezek is hozzájárultak ahhoz, hogy megfogalmazza a bolygók mozgásának róla elnevezett törvényeit. Csillagászati vizsgálataihoz fénytani ismeretekre is szüksége volt. Megállapította, hogy a szem fénytani lencsési tartalmaz, és az ő nevéhez fűződik a két gyűjtőlencséből álló csillagászati távcső (Kepler-féle távcső) megalkotása is.

Galileo Galilei (1564-1642)

Szülővárosában, Pisában orvosi tanulmányokat folytatott, majd Firenzében fizikát tanult. Az elsők között végzett az akkoriban felfedezett távcsővel (amelyet tökéletesített is) csillagászati megfigyeléseket, amelyek megerősítették a Nap-középpontú rendszerbe vetett hitét. (A Hold felszíne hegyes-völgyes; a Vénusznak is fázisai vannak, mint a Holdnak; a Napon foltok vannak, amelyek a Nap tengely körüli forgását mutatják; a Jupiternek is vannak holdjai.) 1632-ben megjelent könyve - a Párbeszéd a két nagy világrendszerrel - miatt az inkvizíció perbe fogta, tanainak visszavonására kényszerítette és haláláig háziőrizetben tartotta.

Galilei jelentős eredményeket ért el a mozgások vizsgálatában (lejtőn mozgó test, szabad-esés). Galilei legnagyobb érdeme a kísérletekre alapozott következtetések, megfigyelések eredményeinek matematikai formába öntése volt: ő tette a matematikát a fizika nyelvévé. Nevéhez fűződik a testek tehetetlenségének és az egymáshoz képest egyenletes mozgást végző viszonyítási rendszerek egyenértékűségének felismerése is.

Isaac Newton (1643-1727)

Angol fizikus, matematikus, vegyész. A cambridge-i egyetemen matematikát tanult, majd 1665-ben a nagy angliai pestisjárvány elől visszavonult vidéki birtokára és itt írta meg későbbi nagy munkáinak első változatait. Visszatérve Cambridge-ben lett professzor, ekkor írta meg első nagy művét, az Optikát. Ebben különösen érdekesek a fény természetére, a színek mibenlétére vonatkozó vizsgálódások. Optikai eredményei közé tartozik a tükrös

Életrajzok

távcső megalkotása. A kor fizikájának és csillagászatának matematikailag egységes összefoglalása (beleértve saját eredményeit is) a Természetfilozófia matematikai alapelvei című műve. Newton nevéhez fűződik a mechanika egységes rendszerbe foglalása, az általános tömegvonzás törvényének felismerése („az égi és földi mechanika egyesítése”). Számos fontos közéleti és tudományos tisztséget töltött be, 1703-tól a Királyi társaság (Royal Society, a Tudományos Akadémia megfelelője) elnöke volt haláláig. 1705-ben a királynő lovaggá ütötte. Newton rendkívüli tekintélynek örvendett a kor tudományos éleiben, hosszú időn keresztül nagy hatást gyakorolt a természettudományokra és a filozófiára.

Christiaan Huygens (1629-1695)

Holland fizikus, matematikus. Bár jogi diplomát szerzett, már igen fiatalon komoly eredményeket ért el a matematikában. Fizikai vizsgálódásait a testvérével együtt épített távcsővel kezdte. Felfedezte a Szaturnusz gyűrűjét és egyik holdját. Mivel ezekhez a megfigyelésekhez pontos időmérésre volt szükség, 1657-ben ingaórát szerkesztett, és ettől kezdve behatóan foglalkozott az ingák elméletével. Legismertebb műve az Értekezés a fényről, ebben a fényt mint hullámjelenséget tárgyalja. Huygens Newtonéhoz hasonló tekintélynek örvendett a fizikusok között. Azon kevesek közé tartozott, akiket Newton elismert és tisztelt. 1665-ben a Francia Akadémia elnöke lett.

Benjamin Franklin (1706-1790)

Amerikai könyvkiadó, természettudós és politikus. Műveltségét nyomdász- és kereskedőinas-ként szerezte. Több foglalkozást űzve gyűjtött pénzt, hogy könyvkiadói álmát megvalósíthassa. 1728-ban könyvnyomdát alapított Philadelphiában, újságot adott ki, amelybe saját maga is sokat írt. Művelődési kört alapított kézművesek és kereskedők részére, mellette könyvtárat létesített, az ifjúság képzésére akadémiát szervezett. Emellett természettudományos kísérleteket is folytatott. Eleinte az égéssel, légköri jelenségekkel és villamossággal foglalkozott. A villám tanulmányozása és a hegyes tárgyakon végzett elektromos kisülési kísérletek vezették Franklint a villámhárító feltalálásához, amely tudósként is híressé tette. Ekkor már a londoni Királyi Társaság is figyelemre méltatta, és tagjai sorába választotta. Világhírűvé vált kísérletei mellől az állami és a közéleti szereplés vonta el. Kiváló politikus és diplomata volt. Harcolt hazája függetlenségéért, a rabszolgaság megszüntetéséért. Egyik kezdeményezője és szerkesztője volt az 1776-os amerikai Függetlenségi Nyilatkozatnak, részt vett az USA alkotmányának kidolgozásában.

Alessandro Volta (1745-1827)

Olasz fizikus. Kora fiatalságától vonzódott a természettudományokhoz. Szülővárosában, Comoban, majd a paviai egyetemen lett fizikaprofesszor. Sok szellemes készülék feltalálója, továbbfejlesztője, például egy igen érzékeny elektrométernek (feszültségmérő műszer) is. Legfontosabb találmánya a róla elnevezett Volta-oszlop volt, amely lényegében egy galvánelem.

André Marie Ampère (1775-1836)

Francia matematikus és fizikus. Bourg-en-Bresse-ban és Lyonban fizikát és kémiát tanított, majd a Collège de France-ban fizikát adott elő. A matematika különböző területeiről jelentek meg cikkei, dolgozatai. 1821-ben felállította az áramok elektrodinamikus kölcsönhatására vonatkozó törvényt. Jelentős volt tudományszervező tevékenysége is.

Életrajzok

Georg Simon Ohm (1787-1854)

Német fizikus, matematikus. A kölni jezsuita kollégiumban tanított matematikát, később a nürnbergi politechnikumot vezette. A róla elnevezett törvényt 1826-ban hozta nyilvánosságra, de eredményeit bizalmatlanul fogadták. Csak 1841-ben ismerte el tevékenységét a Royal Society. 1849-ben végre meghívták a müncheni egyetemre fizikaprofesszornak, ezzel régi álma teljesült. Az elektromosságtan mellett jelentős eredményeket ért el a hangtanban és az optikában is.

Michael Faraday (1791-1867)

Angol fizikus, kémikus. London környékén született, olyan szegény család gyermekeként, hogy még az elemi iskolát sem végezhette el. Hatalmas műveltségét könyvkötő- és könyvkereskedő-inasként és esti előadásokon szerezte. Davy előadásait látogatva azokról jegyzeteket készített, melyeket egyszer elküldött Davynek, azzal a kéréssel, hogy ha lehetséges, alkalmazza őt laboratóriumában. Egy évvel később már a Royal Institution-ban dolgozott, s ügyessége miatt csakhamar nélkülözhetetlenné vált Davy számára, ám önálló kísérleteket is végzett. A fizika és kémia határterületén elért eredményei miatt a Királyi Társaság tagja és laboratóriumi igazgató lett. Faradayt minden idők egyik legnagyobb kísérleti fizikusaként tartják számon. Megállapította az elektromágneses indukció törvényszerűségeit, az elektrolízis törvényeit, megkonstruálta az első elektromotort és generátort.

James Clerk Maxwell (1831-1879)

25 éves korában már fizikaprofesszor volt a skóciai Aberdeenben. 1865-ben visszavonult skóciai birtokára és csak a tudományoknak szentelte idejét. 1871-ben meghívták a Cavendish Laboratórium vezetőjének. Maxwell kezdetben a színérzékelés problémáival foglalkozott, később a kinetikus gázelmélettel. Diákkorában ismerkedett meg Faraday kísérleti eredményeivel. A nagy különbség ellenére alkalmuk volt levelezés útján, majd személyesen is gondolatot cserélni. Faraday eredményei alapján Maxwell öntötte egységes matematikai alakba az elektromágnesség elméletét. Ennek az elméletnek az alapján lehetett következtetni az elektromágneses hullámok létezésére. A XIX. század legnagyobb kísérleti és legnagyobb elméleti fizikusa kölcsönösen tisztelte és elismerte a másik munkásságát.

Heinrich Hertz (1857-1894)

Német fizikus. A karlsruhei, majd a bonni egyetem professzora volt. Legjelentősebb eredménye a Maxwell-elmélet kísérleti igazolása (1886) és elfogadtatása volt: hosszú és kitartó kísérletezés után kimutatta a ma rádióhullámoknak nevezett elektromágneses hullámok létezését és azok hullámtulajdonságait.

James Prescott Joule (1818-1889)

Angol fizikus. Már fiatalon jelentős eredményei voltak a hőtan és az elektromosságtan terén (például az elektromos áram hőhatásának vizsgálatában). Laboratóriumát az általa vezetett sörgyár egyik helyiségében rendezte be. Számos közös felfedezést tett William Thomsonnal, a későbbi lord Kelvinnel. Legfontosabb eredménye a mechanikai munka és a hő egyenértékének meghatározása: azaz annak megállapítása, hogy adott nagyságú mechanikai munka mekkora hőt fejleszt. Ez tette lehetővé annak felismerését, hogy a hő is energiajellegű mennyiség. Így Joule az energiamegmaradás törvényének egyik megfogalmazója.

Életrajzok

Jedlik Ányos (1800-1895)

Matematika- és fizikatanári oklevelét a budapesti tudományegyetemen szerezte meg. 22 évesen doktorrá avatták. Fizikai folyóiratokat tanulmányozott, laboratóriumi kísérleteket végzett, sok készüléket maga állított össze. Legjobban az elektromosság foglalkoztatta: vízbontás, vezetőképesség, az elektromos áram hatásai stb. 1831-ben a pozsonyi akadémia fizika tanszékére nevezték ki. 1837-ben a pesti egyetem természettudományi tanszékére került tanárnak. Pedagógusként tudományos nyelvújítói tevékenységet is folytatott (ő alkotta meg többek között a dugattyú, vetület, osztógép, hanglebegés, hátrány stb. szavakat); kezdettől fogva magyarul adott elő. Összefoglaló fizika tankönyvet is írt. Elektromotorját („villamdelejes forgonyát”) az intézmény jól felszerelt laboratóriumában készítette el. Finom optikai rácsot szerkesztett. Ő honosította meg a szódavízgyártást is Magyarországon. Feltalálta a dinamógépet, felfedezte a dinamóelvet. (A dinamó feltalálójaként ismert Siemens hét évvel később ismertette találmányát a berlini tudományos akadémia előtt. Jedlik elsőbbségét a budapesti Pázmány Péter Tudományegyetem leltárában a 127. oldalon történt bejegyzés igazolja.) 1848-ban dékán lett, majd rektor. A szabadságharc alatt beállt nemzetőrnek, az egyetem értékes műszereit a pincébe menekítette. Életének utolsó éveit a győri bencés rendházban töltötte.

Eötvös Loránd (1848-1919)

Az író és államférfi Eötvös József fia. A heidelbergi és a königsbergi egyetemen tanult. Munkásságát elsősorban a folyadékok viselkedésének vizsgálata és a gravitációs erő mérése terén fejtette ki. Az általa kifejlesztett torziós inga segítségével vált lehetővé a gravitációs gyorsulás igen nagy pontosságú mérése. A készülék ezért alkalmas volt arra is, hogy a föld alatt rejlő, különféle sűrűségű tömegeket megkülönböztesse. Ez tette lehetővé Magyarország mélyen fekvő geológiai rétegeinek feltárását, amely vezetésével kezdődött meg. Pontos mérései szolgáltatták Einstein relativitáselméletének egyik alapját.

Joseph John Thomson (1856-1940)

Angol fizikus. Eredetileg mérnöknek készült, majd matematikát és fizikát tanult. Sokáig a Cavendish Laboratórium professzora volt. Eleinte a mozgó töltések elektrodinamikáját tanulmányozta. 1897-ben katódsugárcsőves kísérleteivel felfedezte az elektront és megmérte fajlagos töltését. 1906-ban kapott Nobel-díjat. Az általa kifejlesztett módszerrel kimutatta az izotópok létezését. Fia, Paget Thomson 1937-ben kapott Nobel-díjat az elektron hullámtermészetének kimutatásáért. Számos kiemelkedő tanítványa volt, például Ernest Rutherford.

Ernest Rutherford (1871-1937)

Angol fizikus. Új-Zélandon született, az egyetemet is ott végezte, ezután J. J. Thomson mellett dolgozott Cambridge-ben. Több egyetemen is tanított, majd Thomson utóda lett a Cavendish Laboratórium élén. Rendkívül tehetséges kísérleti fizikus volt, talán csak Faraday múlta felül. Pontosabb eredményei: a radioaktív sugárzások vizsgálata során az α - és β -sugárzás szétválasztása, az α -sugárzás természetének megállapítása, a róla elnevezett atommodell felállítása (azaz az atommag felfedezése), az első mesterséges magátalakítás végrehajtása, a neutron létezésének megsejtése. Komoly érdeme volt a mellette dolgozó fiatal, tehetséges fizikusok nevelése is.

Életrajzok

Curie-család

Marie Skłodowska-Curie (1867-1934) lengyel származású fizikus, kémikus. A Sorbonne-on végzett tanulmányai után Becquerel asszisztense volt, akinek érdeklődése a radioaktivitás felfedezése után hamarosan más irányba fordult, így kutatásait Marie Curie folytatta. Hamarosan bekapcsolódott férje, **Pierre Curie** (1859-1906) is, akivel további radioaktív elemeket kerestek. 1898-ban felfedezték a polóniumot, majd a rádiumot, Marie Curie pedig 1910-ben előállította a fémrádiumot. A Curie-házaspár 1903-ban fizikai Nobel-díjat kapott, Marie Curie pedig 1911-ben megkapta a kémiai Nobel-díjat is. Lányuk, **Irène Joliot-Curie** (1897-1956) a Sorbonne elvégzése után szüleihez hasonlóan a radioaktivitással kapcsolatos kutatásokat végzett. Férje, **Frédéric Joliot-Curie** (1900-1958), aki a Curie-házaspár tiszteletére vette fel a Curie nevet, szintén részt vett a munkában. Különböző besugárzási kísérleteik közben felfedezték a mesterséges radioaktivitást, és közel jártak a neutron felfedezéséhez is. Részt vettek a maghasadással kapcsolatos vizsgálatokban, és megállapították az atomenergia nagyban felhasználásának lehetőségét.

Max Planck (1858-1947)

Német fizikus. Münchenben és Berlinben tanult fizikát, később a berlini egyetemen lett professzor. Eredetileg termodinamikával foglalkozott, így kezdett el a fekete test (az olyan test, amely minden ráeső sugárzás teljes energiáját elnyeli) sugárzásával foglalkozni. Az ezt leíró, a mérésekkel megegyező eredményeket adó formulát az energia kvantumtermészetének feltételezése alapján vezette le. Ezzel lerakta a kvantummechanika alapjait, bár az elmélet további fejlődését fenntartásokkal szemlélte. Annál nagyobb intenzitással vett részt a relativitáselmélet kiépítésében (relativisztikus kinematika, a tömeg-energia ekvivalencia pontos megfogalmazása). Jelentős volt pedagógiai munkássága is.

Niels Bohr (1885-1962)

Dán fizikus. Koppenhágában tanult, majd rövid ideig J. J. Thomson mellett dolgozott, később pedig Rutherfordnál Manchesterben. Hamarosan Koppenhágában lett professzor, 1920-ban pedig ugyanitt egy elméleti fizikai intézetet létesítettek számára, amely az elméleti fizika világhírű fellelegvára lett. A róla elnevezett atommodell alap gondolatait 1913-ban dolgozta ki. A harmincas évek második felétől magfizikai kutatásokkal foglalkozott. Jelentős szerepe volt a kvantummechanika fizikai hátterének tisztázásában és filozófiai értelmezésében. 1943-ban Amerikába menekült a megszállt Dániából, de 1945-ben visszatért hazájába.

Albert Einstein (1879-1955)

Német fizikus. Fizikatanári oklevelet szerzett, majd a svájci szabadalmi hivatalban dolgozott mint tisztviselő. Ez alatt az idő alatt írta azt a négy dolgozatát, amely megalapozta fizikusi hírnevét: a Brown-mozgás elméletéről; a speciális relativitáselmélet alap gondolatairól; a tömeg-energia ekvivalencia és a relativitáselmélet kapcsolatáról; továbbá a fényelektromos hatás elméleti magyarázatáról (mind a négy 1905-ben jelent meg). 1916-ban tette közzé az általános relativitás elméletét. 1909-től különböző német, svájci, cseh egyetemeken, illetve tudományos intézetekben dolgozott. 1921-ben kapott Nobel-díjat a fényelektromos hatás magyarázatáért. Annak ellenére, hogy ez a kvantummechanika egyik bizonyítéka volt, Einstein élete végéig elutasította az elmélet általánosan elfogadott, valószínűségi értelmezését. 1933-ban Amerikába emigrált és haláláig Princetonban volt professzor. Élete utolsó évtizedében „az anyag általános elméletén” dolgozott, sikertelenül.

Életrajzok

Szilárd Leó (1898-1964)

A budapesti és a berlini műegyetemen tanult, de a rohamosan fejlődő atomfizika hatására érdeklődése a fizika felé fordult. Berlinben írta azt a dolgozatát, amely az értelem információ-termelő szerepének és a hőtan II. főtételének kapcsolatát vizsgálta, és amelyet ma az informatika és az agykutatás egyik kiindulópontjának tekintenek. Berlinben több szabadalma is született, az egyik Albert Einsteinnel közösen. 1933-ban Angliába költözött. Itt dolgozta ki a láncreakció elvi alapjait. A gyakorlati megvalósítást a meghasadás 1939-es németországi felfedezése tette lehetővé. Szilárd Leó, akit mindig érdekelt a politika és előre látta a világháború kitörését, felismerte a katonai alkalmazás veszélyét. Többek között az ő hatására indította meg az amerikai kormány az intenzív atombomba- és reaktorkutatást, hogy megelőzzék a németeket. Ő maga az első kísérleti atomreaktor kifejlesztésében (1942) vett részt. Az atombomba létrehozása után viszont minden befolyását latba vetette, hogy ne használják fel, de hiába. A II. világháború után érdeklődése a biológia felé fordult, őt tekintik a biofizika atyjának. Az ő nevéhez fűződik a sugárterápia alkalmazása a rák kezelésében.

Teller Ede (1908-2003)

Magyar származású atomfizikus. A harmincas évektől az Egyesült Államokban élt. Már 1945-ben javaslatot tett a fúziós energia katonai hasznosítására, ezért őt nevezik a „hidrogén-bomba atyjának”. Az első H-bomba robbantást 1951-ben az USA hajtotta végre.

Wigner Jenő (1902-1995)

A berlini egyetemen vegyészmérnöknek tanult, de már ekkor a modern fizika eredményei érdekelték. Doktori disszertációja a kvantumkémia egyik úttörő munkája volt. Tanulmányai után hazatért, hogy apja bőrgyárában dolgozzon, de amikor a kvantummechanika újabb eredményeiről értesült, visszament Berlinbe, folytatni kutatásait. A harmincas években Amerikába költözött és a princetoni egyetemen dolgozott haláláig. Részt vett az első atomreaktor kifejlesztésében (ő végezte a szükséges számításokat). Később őt bízták meg a plutónium előállítására alkalmas nagyteljesítményű reaktor tervezésével. 1963-ban kapott Nobel-díjat az elemi részecskék elméletében alapvető szerepet játszó szimmetriaelvek felfedezéséért és alkalmazásáért.

Gábor Dénes (1900-1979)

Budapesten és Berlinben gépészmérnöki, illetve elektromérnöki tanulmányokat folytatott, ugyanakkor matematikából is alapos képzettségre tett szert, és fizikai előadásokat is hallgatott. Az elméletet és a gyakorlatot összekötő mérnöki szemlélet egész munkásságában érvényesült. Németországi munkahelyein különböző műszaki fejlesztésekkel foglalkozott, de ezek közben végigkísérte az elektronoptika (az elektronokkal történő leképezés). Miután a harmincas években áttelepült Angliába, ott is ezzel a területtel foglalkozott. " Ezek a vizsgálódások vezették a holográfia feltalálásához. Felismerte, hogy a tökéletes leképezéshez nemcsak a visszavert hullám intenzitását, hanem fázisát és amplitúdóját is fel kell használni. Ehhez koherens fényt adó fényforrásra van szükség. Ezért a holográfia elterjedését a lézer 1962-ben történt feltalálása tette lehetővé. Gábor Dénes a holográfia és a lézertechnika egyesítésében is jelentős szerepet játszott. Fontos eredményeket ért el az információelmélet területén is. Nobel-díját 1971-ben a holográfia kifejlesztéséért kapta. A hatvanas évektől kezdve intenzíven foglalkozott az emberiség jövőjét, sorsát befolyásoló problémákkal, a megoldási lehetőségekkel.