

FIZIKA JEGYZET

**AZ ESTI ÉS A LEVELEZŐ TAGOZATOS
HALLGATÓK SZÁMÁRA**

Készítette: Bagosi Róbert

2010.10.01

TARTALOMJEGYZÉK

TARTALOMJEGYZÉK.....	1
KINEMATIKA	5
SKALÁR – ÉS VEKTORMENNYISÉGEK.....	5
A TESTEK MOZGÁSÁNAK A TANULMÁNYOZÁSA	5
A SEBESSÉG	5
AZ EGYENES VONALÚ EGYENLETES MOZGÁS.....	5
A GYORSULÁS	6
AZ EGYENES VONALÚ EGYENLETESEN VÁLTOZÓ MOZGÁS.....	6
A SZABADESÉS	7
AZ EGYENLETES KÖRMOZGÁS	8
DINAMIKA.....	9
A TEHETETLENSÉG TÖRVÉNYE (NEWTON I. TÖRVÉNYE)	9
A DINAMIKA ALAPEGYENLETE (NEWTON II. TÖRVÉNYE)	9
A HATÁS-ELLENHATÁS TÖRVÉNYE (NEWTON III. TÖRVÉNYE)	10
ERŐTÍPUSOK.....	10
1. A súly.....	10
<i>Mérlegek – a tömeg mérése</i>	<i>11</i>
2. A súrlódási erő	11
<i>A súrlódás a közlekedésben</i>	<i>12</i>
3. A rugalmassági erő	12
AZ ÁLTALÁNOS TÖMEGVONZÁS TÖRVÉNYE	13
AZ EGYENLETES KÖRMOZGÁS DINAMIKÁJA	13
MUNKA, ENERGIA	15
A MECHANIKAI MUNKA	15
A TELJESÍTMÉNY	15
A MECHANIKAI ENERGIA	15
1. A mozgási energia	15
2. A helyzeti energia	16
3. A rugalmassági energia.....	16
Egy test összes mechanikai energiája	16
AZ ENERGIA – MEGMARADÁS TÖRVÉNYE.....	16
1. Szabadon eső test esete	17
2. Függőlegesen felfelé hajtott test esete	17
A LENDÜLET – MEGMARADÁS TÖRVÉNYE	17
MECHANIKAI REZGÉSEK, HULLÁMOK.....	18
A REZGŐ MOZGÁS	18
A rezgő mozgást jellemző mennyiségek	18
Rezgéstípusok	18
Kényszerrezgés	19
MECHANIKAI HULLÁMOK.....	19
A hullámhossz	19
A hullám terjedési sebessége	20
HULLÁMTÍPUSOK	20
1. Transzverzális (kereszt irányú) hullám.....	20
2. Longitudinális (hosszanti irányú) hullám	20

HULLÁMTERJEDÉSI JELENSÉGEK	20
1. Hullám-visszaverődés.....	20
2. Hullámtörés.....	20
3. Hullámelhajlás	21
4. Interferencia (hullámtalálkozás)	21
ÁLLÓHULLÁMOK	21
A HANG	21
A Doppler-hatás.....	22
ELEKTROMOSSÁGTAN	23
A TESTEK DÖRZSÖLÉSEL TÖRTÉNŐ FELTÖLTÖDÉSE	23
Az elektromos töltésmennyiség.....	23
A TÖLTÖTT TESTEK KÖLCSÖNHATÁSA	23
Coulomb törvénye	23
AZ ELEKTROMOS FESZÜLTSÉG	23
AZ ELEKTROMOS TÉR JELLEMZŐI	24
AZ ELEKTROMOS TÉR ERŐVONALAI	24
A FÉMEK SZERKEZETE	24
AZ ELEKTROMOS MEGOSZTÁS	24
AZ ELEKTROMOS ÁRAM, AZ ÁRAMERŐSSÉG	25
AZ ÁRAM HATÁSAI	25
AZ ELEKTROMOS ELLENÁLLÁS	25
OHM TÖRVÉNYE	26
ÁRAMKÖRÖK	26
FOGYASZTÓK KAPCSOLÁSA	27
Soros kapcsolás.....	27
Párhuzamos kapcsolás	27
MÉRŐMŰSZEREK	28
A voltmérő	28
Az ampermérő	28
AZ ELEKTROMOS MUNKA	28
AZ ELEKTROMOS TELJESÍTMÉNY	28
AZ ELEKTROMOS FOGYASZTÁS	29
FESZÜLTSÉG, ÁRAM	29
MÁGNESESSÉG	30
A MÁGNESES TÉR JELLEMZŐI	30
A MÁGNESEK KÖLCSÖNHATÁSA	30
A MÁGNESES TÉR ERŐVONALAI	30
A MÁGNESES INDUKCIÓVEKTOR (TÉRERŐSSÉGVEKTOR)	30
A HOMOGEN MÁGNESES TÉR	31
A LORENTZ ERŐ MÁGNESES TÉRBEN TALÁLHATÓ ÁRAMMAL ÁTJÁRT VEZETŐ ESETÉN	31
A LORENTZ ERŐ MÁGNESES TÉRBEN MOZGÓ TÖLTÖTT TEST ESETÉN	31
AZ ELEKTROMÁGNESES INDUKCIÓ	32
1. A mozgási indukció	32
2. A nyugalmi indukció	32
LENZ TÖRVÉNYE	33
TRANSZFORMÁTOROK	34
A transzformátorok szerkezete	34

ELEKTROMÁGNESES HULLÁMOK	35
FÉNYTAN.....	36
A FÉNY JELLEMZŐI	36
A FÉNYVISSZAVERÓDÉS ÉS TÖRVÉNYEI.....	36
TÜKRÖK.....	36
1. Síktükrök	36
2. Homorú tükrök.....	37
3. Domború tükrök.....	38
A TÜKÖRBEN KELETKEZŐ KÉP GRAFIKUS MEGSZERKESZTÉSE.....	38
Nevezetes sugármenetek (homorú tükrök)	38
Nevezetes sugármenetek (domború tükrök)	39
A SZINUSZ (SIN) FÜGGVÉNY.....	40
A FÉNYTÖRÉS	41
A törésmutató.....	41
A fénytörés törvényei	41
A TELJES VISSZAVERÓDÉS	43
A FEHÉR FÉNY SZÍNEKRE BONTÁSA	44
LENCSEK.....	44
1. Gyűjtőlencsék	44
2. Szórólencsék	45
A törőképesség.....	46
A LENCSEK ÁLTAL ALKOTOTT KÉP GRAFIKUS MEGSZERKESZTÉSE	46
Nevezetes sugármenetek (gyűjtőlencsék)	46
Nevezetes sugármenetek (szórólencsék)	47
EGYÉB FÉNYTERJEDÉSI JELENSÉGEK.....	48
A fényelhajlás (diffrakció).....	48
A fényinterferencia	48
A fény polarizációja.....	49
HŐTAN.....	50
HALMAZÁLLAPOTOK JELLEMZÉSE	50
A DIFFÚZIÓ	50
A NYOMÁS.....	50
A HIDROSTATIKAI NYOMÁS	51
A LÉGNYOMÁS.....	51
A Torricelli kísérlet.....	51
ARCHIMÉDESZ TÖRVÉNYE	52
PASCAL TÖRVÉNYE	52
ÁRAMLÓ FOLYADÉKOK ÉS GÁZOK	53
AZ IDEÁLIS GÁZ MODELLJE	53
A HŐ, A HŐMÉRSÉKLET.....	53
A GÁZOK ÁLLAPOTJELZŐI	53
A Celsius és a Kelvin hőmérsékleti skála.....	53
GÁZTÖRVÉNYEK	54
1. Az egyesített gáztörvény.....	54
2. Boyle – Mariotte törvénye	54
3. Gay – Lussac I. törvénye	54
4. Gay – Lussac II. törvénye.....	55
AZ IDEÁLIS GÁZ ÁLLAPOTEGYENLETE	55

A HÓTAN I. FŐTÉTELE	55
A HÓTAN II. FŐTÉTELE	56
A HÓTAN HARMADIK FŐTÉTELE	56
HALMAZÁLLAPOT VÁLTOZÁSOK	56
A HÓTÁGULÁS	57
HŐVEZETÉS, HŐÁRAMLÁS, HŐSUGÁRZÁS	57
KVANTUM- ATOM- ÉS MAGFIZIKA	58
A FÉNYELEKTROMOS HATÁS	58
AZ ATOM SZERKEZETE	59
ATOMMODELLEK	60
A Thomson-modell	60
A Rutherford-modell	60
A Bohr-modell	60
A valószínűségi modell.....	61
AZ ERŐS KÖLCSÖNHATÁS	61
A KÖTÉSI ENERGIA	61
A RADIOAKTIVITÁS	62
ATOMMAGSUGÁRZÁSOK	62
A RADIOAKTÍV SUGÁRZÁSOK BIOLÓGIAI HATÁSA	63
A NUKLEÁRIS ENERGIA FELHASZNÁLÁSA	63
Az atommaghasadás (atommag fisszió)	63
Az atomreaktor	63
Az atombomba.....	64
Az atommagfúzió.....	64
A hidrogénbomba	65
CSILLAGÁSZAT	66
A HELIOCENTRIKUS VILÁGKÉP	66
A KEPLER-TÖRVÉNYEK	66
CSILLAGFEJLŐDÉS	66
A KOZMOLÓGIA ALAPJAI	68
FELHASZNÁLT FORRÁSOK	69

KINEMATIKA

SKALÁR – ÉS VEKTORMENNYISÉGEK

A fizika mennyiségek a következő két nagy csoportra oszthatók:

- skalármennyiségek
- vektormennyiségek

A skalármennyiségek egyetlen számadattal (nagysággal) jellemezhetők.

pl.: idő, tömeg, térfogat, hőmérséklet

A vektormennyiségek egy számadattal (nagysággal) és egy iránnyal jellemezhetők.

pl.: elmozdulás, sebesség, gyorsulás, erő

Jelölés: \vec{x} , ahol x a fizikai mennyiség betűjele.

A vektorokat irányított szakaszokkal (nyilakkal) ábrázoljuk.

A TESTEK MOZGÁSÁNAK A TANULMÁNYOZÁSA

A testek mozgását mindig más testekhez viszonyítjuk (a testek mozgása viszonylagos).

A testek mozgását vonatkoztatási rendszerben vizsgáljuk.

A testek mozgásának a leírásával kapcsolatos fogalmak, mennyiségek:

pálya: az a vonal, amelynek mentén a mozgás végbemegy

megtett út: a pálya azon szakasza, amelyen a test mozogása végbemegy

Jele: s, [s] = m (méter)

elmozdulás: a test kezdeti helyzetéből a végső helyzetébe mutató vektor

Jele: \vec{s} , [\vec{s}] = m (méter)

mozgás időtartama: a mozgás végbemeneteléhez szükséges időtartam

Jele: t, [t] = s (szekundum – másodperc)

A SEBESSÉG

A sebesség megadja azt, hogy egy test egy másodperc alatt mekkora utat tesz meg.

Jele: \vec{v} ; [\vec{v}] = m/s

Kiszámítási képlete:

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

v – sebesség

s – megtett út

t – mozgás időtartama

AZ EGYENES VONALÚ EGYENLETES MOZGÁS

Az egyenes vonalú egyenletes mozgás során a test egyenes vonal mentén halad, úgy, hogy sebessége a mozgás során nem változik meg.

Úttörvény:

Segítségével kiszámítható a test által megtett út

$$s = v \cdot t$$

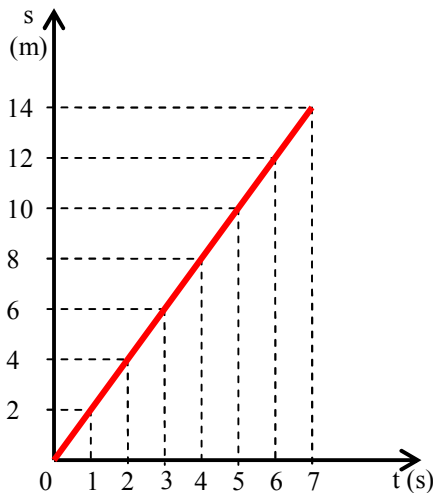
s – megtett út

v – sebesség

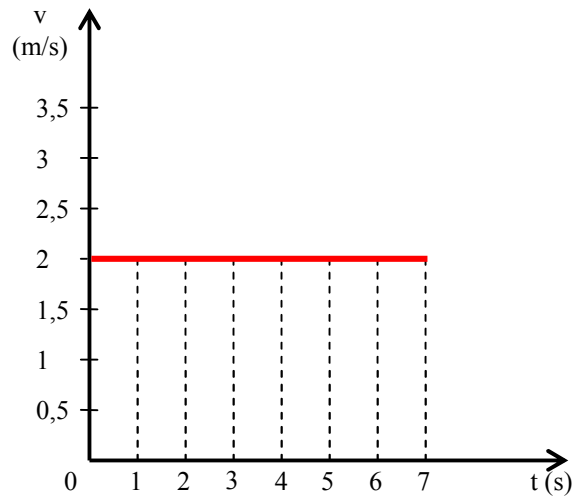
t – mozgás időtartama

Ezen mozgás során a test azonos időközönként ugyanakkora utat tesz meg.

A megtett út – idő diagramm
(v = 2m/s)



A sebesség – idő diagramm
(v = 2m/s)



A GYORSULÁS

A gyorsulás megadja azt, hogy egy test 1s alatt mennyivel változtatja meg a sebességét.

Jele: \vec{a} ; $[\vec{a}] = \text{m/s}^2$

Kiszámítási képlete:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

a – gyorsulás

Δv – sebességváltozás ($\Delta v = v - v_0$)

Δt – sebességváltozás időtartama ($\Delta t = t - t_0$)

AZ EGYENES VONALÚ EGYENLETESEN VÁLTOZÓ MOZGÁS

Az egyenes vonalú egyenletesen változó mozgás esetén a test egyenes vonal mentén halad, úgy, hogy sebessége azonos időközönként ugyanannyival változik.

A gyorsulás a mozgás során nem változik meg.

Úttörvény:

Segítségével kiszámítható a test által megtett út

$$s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

s – megtett út

t – mozgás időtartama

a – gyorsulás

Sebességtörvény:

Segítségével kiszámítható a test végső sebessége

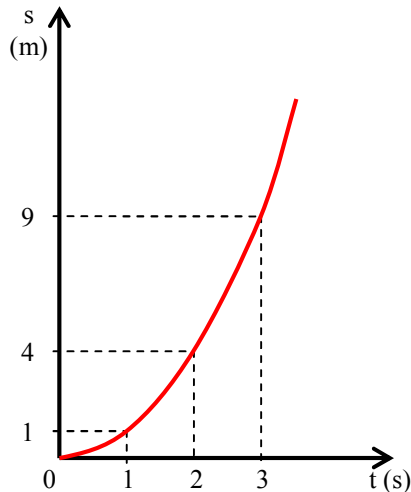
$$v = a \cdot t$$

v – sebesség

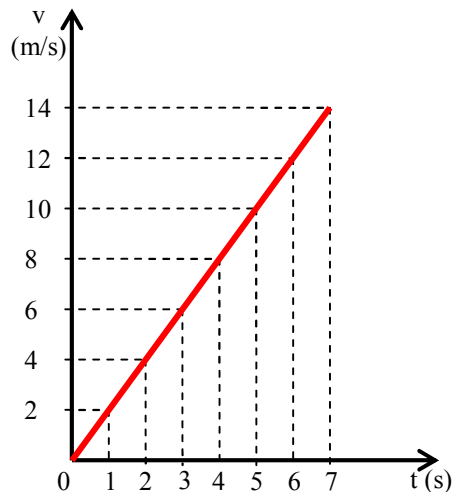
a – gyorsulás

t – mozgás időtartama

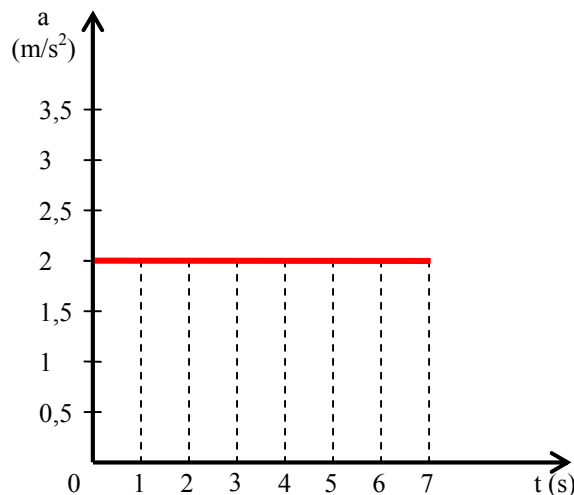
A megtett út – idő diagramm
($a = 2\text{m/s}^2$)



A sebesség – idő diagramm
($a = 2\text{m/s}^2$)



A gyorsulás – idő diagramm
($a = 2\text{m/s}^2$)



A SZABADESÉS

A testek a Föld részéről rájuk ható gravitációs vonzóerő hatására esnek szabadon, egyenes vonalú egyenletesen változó (gyorsuló) mozgást végezve. Minden test ugyanakkora nagyságú gyorsulással rendelkezve esik szabadon (figyelman kívül hagyva a légellenállást), melyet gravitációs gyorsulásnak nevezünk: $g = 9,81\text{m/s}^2$ ($g \approx 10\text{m/s}^2$).

Úttörvény:

$$s = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

Sebességtörvény:

$$v = g \cdot t$$

AZ EGYENLETES KÖRMOZGÁS

Az egyenletes körmozgás periodikus mozgás, ami azt jelenti, hogy a mozgás azonos időközönként megismétlődik.

Az egyenletes körmozgást végző test körpályán mozog úgy, hogy sebességének a nagysága a mozgás során nem változik meg.

Körmozgás során a sebességvektor iránya folyamatosan változik.

A periódusidő: megadja az egy teljes kör megtételéhez szükséges időt.

Jele: T, [T] = s

A fordulatszám: megadja az egy másodperc alatt megtett körök számát.

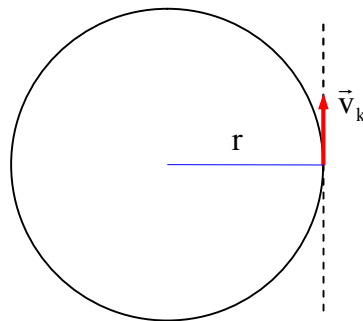
Jele: n, [n] = 1/s

A két mennyiség között az alábbi összefüggés áll fenn:

$$n \cdot T = 1$$

A kerületi sebesség

A kerületi sebesség iránya a körpálya egy adott pontjában megegyezik az illető pontba húzott érintő irányával (a kerületi sebesség mindig merőleges a sugárra).



Kiszámítási képlete:

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

v_k – kerületi sebesség

r – körpálya sugara

T – periódusidő

π (pi) = 3,14

DINAMIKA

A TEHETETLENSÉG TÖRVÉNYE (NEWTON I. TÖRVÉNYE)

Minden test megőrzi nyugalmi helyzetét, vagy egyenes vonalú egyenletes mozgását (mozgásállapotát), mindaddig, amíg ezt egy másik test vagy mező meg nem változtatja.

A tömeg: a testek tehetetlenségét jellemző mennyiség (a testek tehetetlenségének a mértéke).

Jele: m , $[m] = \text{kg}$

A tömeg számszerűen kifejezi azt, hogy egy test mennyire tehetetlen.

A sűrűség: megadja az egységnyi térfogatú test tömegét.

Jele: ρ (ró), $[\rho] = \text{kg/m}^3$

Kiszámítási képlete:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

ρ – sűrűség

m – tömeg

V – térfogat

A lendület (impulzus): a testek mozgásállapotát jellemző mennyiség.

Jele: \vec{I} , $[I] = \text{kg}\cdot\text{m/s}$

Kiszámítási képlete:

$$I = m \cdot v$$

I – lendület

m – tömeg

v – sebesség

A DINAMIKA ALAPEGYENLETE (NEWTON II. TÖRVÉNYE)

Kölcsönhatás: ha egy test hat egy másik testre, a másik is visszahat az elsőre. Ezt a kölcsönös egymásra hatását a testeknek kölcsönhatásnak nevezzük.

Az erő: a testek kölcsönhatásának a mértéke.

Az erő: a testek lendületváltozását (mozgásállapot változását) okozó hatás.

Az erő: megadja azt, hogy egy testnek egy másodperc alatt mennyivel változik meg a lendülete.

Jele: \vec{F} , $[F] = \text{N}$ (newton)

Kiszámítási képlete:

$$F = \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

F – erő

ΔI – lendületváltozás

Δt – lendületváltozás időtartama

A dinamika alapegyenlete kapcsolatot teremt egy test tömege, a ráható erő és a test gyorsulása között.

A dinamika alapegyenlete:

$$a = \frac{F}{m}$$

a – gyorsulás

F – erő

m – tömeg

Egy test gyorsulása egyenesen arányos a ráható erővel és fordítottan arányos annak tömegével.

Levezetése az erő értelmezési képletéből:

$$F = \frac{\Delta I}{\Delta t} \stackrel{(1)}{=} \frac{I_2 - I_1}{\Delta t} \stackrel{(2)}{=} \frac{m \cdot v_2 - m \cdot v_1}{\Delta t} = \frac{m \cdot (v_2 - v_1)}{\Delta t} \stackrel{(3)}{=} \frac{m \cdot \Delta v}{\Delta t} = m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t} \stackrel{(4)}{=} m \cdot a$$

Tehát: $F = m \cdot a$

$$(1) \Delta I = I_2 - I_1; (2) I = m \cdot v; (3) \Delta v = v_2 - v_1; (4) a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

A HATÁS-ELLENHATÁS TÖRVÉNYE (NEWTON III. TÖRVÉNYE)

Ha egy test hat egy másik testre, a másik is visszahat az elsőre, ugyanakkora nagyságú, de ellentétes irányú erővel.

ERŐTÍPUSOK

1. A súly

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

Jele: \vec{G} , [\vec{G}] = N

Kiszámítási képlete:

$$G = m \cdot g$$

G – súly

m – tömeg

g – gravitációs gyorsulás ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$)

Egy test súlya egyenlő azzal az erővel, amellyel a Föld vonzza az illető testet.

Súlytalanság: a súlytalanság állapotában a testek nem nyomják az alátámasztást, és nem húzzák a felfüggesztést.

A szabadon eső testek a súlytalanság állapotában vannak.

A tömeg és a súly közötti különbség:

- a tömeg: a testek tehetetlenségét jellemzi, kilogrammban mérjük
- a súly: egy erő, newtonban mérjük

Míg egy test súlya különböző értékű lehet, attól függően, hogy hol mérjük (pl. Föld, Hold, stb.), tömege minden körülmények között ugyanakkora.

Mérlegek – a tömeg mérése

A tömeg mérésére használatos mérlegek valójában nem a testek tömegét mérik, hanem azt az erőt, amely hat rájuk, vagyis a testek súlyát. Ezek a mérlegek úgy vannak elkészítve, hogy a mért érték körülbelül tized részét mutatják, amely a földi gravitációs körülmények között megfelel a test tömegének. Más gravitációs körülmények között a mérlegek hibás tömegértéket szolgáltatnak.

2. A súrlódási erő

a). A csúszási súrlódási erő:

- csúszva mozgó testek esetén jelentkezik
- mozgást akadályozó hatása van (iránya ellentétes a mozgás irányával)

A csúszási súrlódási erő nagysága (gravitációs térben):

- függ a csúszó test súlyától
- függ az érintkező felületek anyagi minőségétől
- nem függ az érintkező felületek nagyságától

Kiszámítási képlete:

$$F_s = \mu \cdot G$$

F_s – súrlódási erő

μ (mü) – súrlódási együttható

G – súly

b). A tapadási súrlódási erő:

- azon testek esetén jelentkezik, melyekre erő hat, de nem mozdulnak meg ennek hatására

A tapadási súrlódási erő nagysága függ (gravitációs térben):

- a test súlyától
- az érintkező felületek anyagi minőségétől

A tapadási súrlódási erő nagyobb lehet, mint a csúszási súrlódási erő, ezért nehezebb egy testet mozgásba hozni, mint a már mozgó testet mozgásban tartani.

c). A gördülési súrlódási erő:

- gurulva mozgó testek esetén jelentkezik

A gördülési súrlódási erő kisebb, mint a csúszási súrlódási erő.

d). A közegellenállási erő:

- folyadékokban, vagy gázokban mozgó testekre hat
- mozgást akadályozó hatása van (iránya ellentétes a mozgás irányával)

A közegellenállási erő nagysága függ:

- a test sebességétől
- a test alakjától
- a test mozgásirányra merőleges felületétől
- a folyadék vagy gáz sűrűségétől

A súrlódás a közlekedésben

A közlekedésben és általában a testek mozgásakor fontos szerepe van a súrlódásnak. A súrlódást akkor, amikor hasznos növelni, amikor pedig káros csökkenteni igyekszünk.

A tapadási súrlódás hasznos például a testek helyváltoztatásakor. Amikor lépünk a cipőnk tapad az úthoz, ezért tudjuk elmozdítani testünket. A járművek is azért képesek a helyváltoztatásra, mert a kerekek és az út között fellép a tapadási súrlódás. Ennek köszönhetően képesek a sebességük növelésére, vagy a fékezésre. Fékezéskor fontos az, hogy a járművek kerekei ne csússzanak meg, két okból is:

- a tapadási súrlódási erő nagyobb lehet, mint a csúszási súrlódási erő, ezért nagyobb fékező hatás érhető el úgy, hogy a kerekek forognak, mint amikor megcsúsznak (kivéve jeges úton)
- a járművek fékezéskor irányíthatóak maradnak abban az esetben, ha a kerekei nem csúsznak meg (a blokkolt kerekekkel fékező jármű irányíthatatlan)

A fentiek miatt fejlesztették ki a gépkocsikhoz a blokkolásgátló fékrendszert, más néven az ABS-t (az ABS kezdetleges változatát már az 1920-as években kifejlesztették, de szélesebb körben csak az 1980-as években terjedt el).

Szintén a súrlódással kapcsolatos a kipörgésgátló (ASR), mely induláskor nem engedi megcsúszni a kerekeket, megkönnyítve ezzel az autó indulását.

A csúszási súrlódás számos esetben káros hatású (például gépek forgó alkatrészeinél). Ilyenkor a súrlódást csökkenteni igyekszünk, például csapágyak használatával, kenéssel.

3. A rugalmassági erő

Rugalmasak azok a testek, amelyek külső hatásra megváltoztatják az alakjukat, de a hatás megszűnte után visszanyerik az eredetit.

A rugalmassági erő rugalmas testek részéről hat az alakváltozásukat okozó testekre.

A rugóerő: rugók részéről hat az alakváltozásukat okozó testekre.

A rugóerő nagysága függ:

- a rugó anyagi minőségétől
- a rugó megnyúlásának a mértékétől

Kiszámítási képlete:

$$F_r = D \cdot \Delta x$$

F_r – rugóerő

D – rugalmassági együttható

Δx – megnyúlás mértéke

A rugalmassági együttható: megadja a rugó egy méterrel történő megnyújtásához szükséges erő nagyságát.

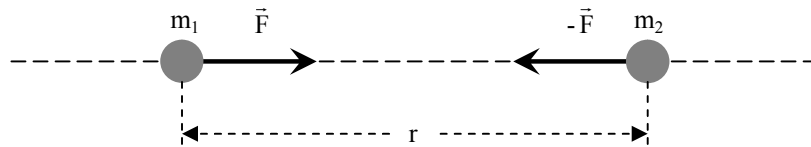
Jele: D , $[D] = \text{N/m}$

AZ ÁLTALÁNOS TÖMEGVONZÁS TÖRVÉNYE

A testek vonzzák egymást a környezetükben található gravitációs tér közvetítésével.

A testek között ható gravitációs vonzóerő nagysága függ:

- a testek tömegétől
- a testek közötti távolságtól



$$F = \gamma \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

F – erő

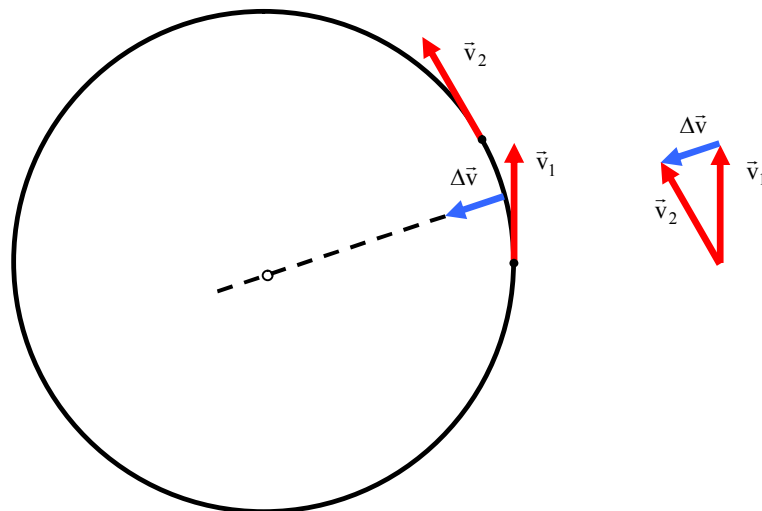
m_1, m_2 – testek tömege

r – testek közötti távolság

γ – (gamma) gravitációs állandó

($\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$)

AZ EGYENLETES KÖRMOZGÁS DINAMIKÁJA



Az egyenletes körmozgást végző test sebességének az iránya változik, ezért a test gyorsulással rendelkezik.

Ezt a gyorsulást centripetális gyorsulásnak nevezzük.

Jele: \vec{a}_{cp} , [\vec{a}_{cp}] = m/s^2

Kiszámítási képlete:

$$a_{cp} = \frac{v_k^2}{r}$$

a_{cp} – centripetális gyorsulás

v_k – kerületi sebesség

r – a körpálya sugara

A centripetális gyorsulás sugár irányú és a kör középpontja felé mutat (iránya megegyezik a sebességváltozás vektor - $\Delta \vec{v}$ - irányával).

A test gyorsulását a dinamika alapegyenletének az értelmében egy erő okozza.

Ezt az erőt centripetális erőnek nevezzük.

Jele: \vec{F}_{cp} , [\vec{F}_{cp}] = N

Kiszámítási képlete:

$$\vec{F}_{cp} = m \cdot \vec{a}_{cp}$$

F_{cp} – centripetális erő

m – tömeg

a_{cp} – centripetális gyorsulás

A centripetális erő iránya megegyezik a centripetális gyorsulás irányával (sugár irányú és a kör középpontja felé mutat).

A centripetális erő kényszeríti körpályára a testet.

MUNKA, ENERGIA

A MECHANIKAI MUNKA

Egy erő akkor végez munkát, ha a test, amelyre hat elmozdul a hatására.

Jele: W , $[W] = J$ (joule)

Egy erő akkor nem végez munkát, ha a test, amelyre hat nem mozdul el a hatására.

Ha a test elmozdulásának az iránya megegyezik a ható erő irányával, a végzett munka kiszámítható az alábbi képlettel:

$$W = F \cdot s$$

W – munka

F – erő

s – elmozdulás

A TELJESÍTMÉNY

A teljesítmény a munkavégzés sebességét jellemző fizikai mennyiség.

A teljesítmény megadja azt, hogy egy erő egy másodperc alatt mennyi munkát végez.

Jele: P , $[P] = W$ (Watt)

Kiszámítási képlete:

$$P = \frac{W}{t}$$

P – teljesítmény

W – végzett munka

t – munkavégzés időtartama

A MECHANIKAI ENERGIA

Az energia a testek munkavégző képességét jellemző fizikai mennyiség.

Ha egy test bármilyen okból kifolyólag munkavégzésre képes, energiával rendelkezik.

Jele: E , $[E] = J$ (joule)

1. A mozgási energia

A mozgásban levő testek mozgási energiával rendelkeznek (mert mozgásukból kifolyólag munkavégzésre képesek).

Jele: E_m , $[E_m] = J$

Egy test mozgási energiája függ:

- a test sebességétől (a sebesség négyzetétől)
- a test tömegétől

Kiszámítási képlete:

$$E_m = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

E_m – mozgási energia

m – tömeg

v – sebesség

2. A helyzeti energia

A Föld felszínétől valamekkora távolságra található testek helyzeti energiával rendelkeznek (mert helyzetükből kifolyólag munkavégzésre képesek).

Jele: E_h , $[E_h] = J$

Egy test helyzeti energiája függ:

- a test súlyától
- a test magasságától

Kiszámítási képlete:

$$E_h = m \cdot g \cdot h$$

E_h – helyzeti energia

m – tömeg

g – gravitációs gyorsulás

h – magasság

3. A rugalmassági energia

A rugalmas testek rugalmassági energiával rendelkeznek (ha alakváltozást szenvedtek el), mert rugalmasságukból kifolyólag munkavégzésre képesek.

Jele: E_r , $[E_r] = J$

Egy rugó rugalmassági energiája függ:

- a rugó anyagi minőségétől (a rugalmassági állandótól)
- a rugó megnyúlásának a mértékétől

Kiszámítási képlete:

$$E_r = \frac{1}{2} \cdot D \cdot x^2$$

E_r – rugalmassági energia

D – rugalmassági állandó

x – a rugó megnyúlásának mértéke

Egy test összes mechanikai energiája

Egy test összes mechanikai energiája egyenlő a test mozgási, helyzeti és rugalmassági energiáinak az összegével ($E = E_m + E_h + E_r$).

AZ ENERGIA – MEGMARADÁS TÖRVÉNYE

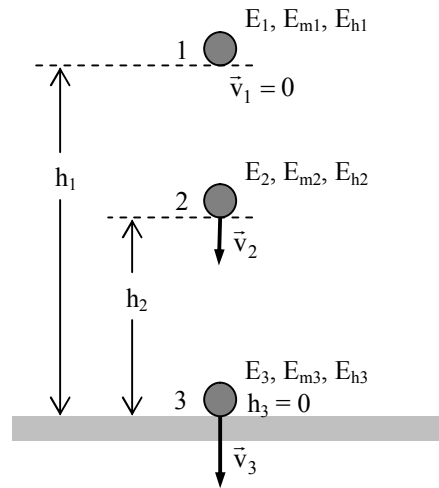
Zárt rendszer: két, vagy kettőnél több test zárt rendszert alkot, ha csakis egymással vannak kölcsönhatásban és semmilyen külső hatás nem éri a rendszert alkotó testeket.

Törvény: Zárt rendszert alkotó testek összes mechanikai energiája állandó.

Az energia-megmaradás törvénye érvényes olyan testek esetén is, amelyek gravitációs térben találhatók, és melyek mozgását csak a gravitációs tér befolyásolja.

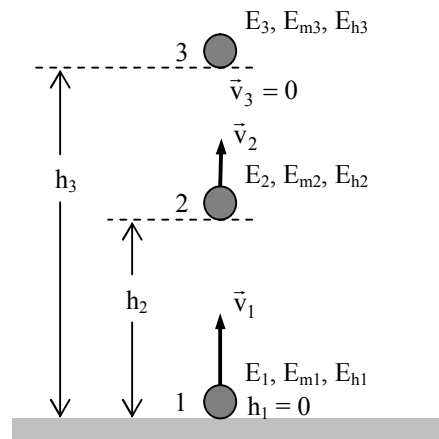
1. Szabadon eső test esete

- $h_1 > h_2 > h_3$, ezért: $E_{h1} > E_{h2} > E_{h3}$
az esés során csökken a test helyzeti energiája,
mert csökken a magassága
- $v_1 < v_2 < v_3$, ezért: $E_{m1} < E_{m2} < E_{m3}$
az esés során növekszik a test mozgási energiája, mert nő a sebessége
- $E_1 = E_2 = E_3$
az esés során a test összes mechanikai energiája változatlan marad
- amennyivel csökken a test helyzeti energiája az esés során, annnyival növekszik a mozgási energiája
- a szabadesés során a test helyzeti energiája átalakul mozgási energiává



2. Függetlenül felfelé hajított test esete

- $h_1 < h_2 < h_3$, ezért: $E_{h1} < E_{h2} < E_{h3}$
az emelkedés során növekszik a test helyzeti energiája, mert nő a magassága
- $v_1 > v_2 > v_3$, ezért: $E_{m1} > E_{m2} > E_{m3}$
az emelkedés során csökken a test mozgási energiája, mert csökken a sebessége
- $E_1 = E_2 = E_3$
az emelkedés során a test összes mechanikai energiája változatlan marad
- amennyivel csökken a test mozgási energiája az emelkedés során, annnyival növekszik a helyzeti energiája
- az emelkedés során a test mozgási energiája átalakul helyzeti energiává



A LENDÜLET – MEGMARADÁS TÖRVÉNYE

Rugalmas ütközés: esetén a testek az ütközés után külön-külön folytatják az útjukat, és nem szenvednek maradandó alakváltozást.

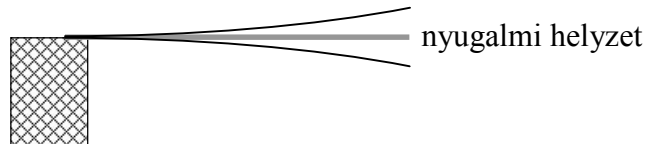
Rugalmatlan ütközés: esetén a testek az ütközés után együtt folytatják az útjukat, és maradandó alakváltozást szenvednek.

Törvény: Rugalmas, vagy rugalmatlan ütközések során a testek lendületeinek vektori összege ütközés előtt egyenlő a lendületek vektori összegével ütközés után.

MECHANIKAI REZGÉSEK, HULLÁMOK

A REZGŐ MOZGÁS

Rezgő mozgást végző test a nyugalmi (egyensúlyi) helyzetéhez viszonyítva szimmetrikusan mozog, és mozgása azonos időközönként megismétlődik.



A rezgő mozgást jellemző mennyiségek

periódusidő: egy teljes rezgés elvégzéséhez szükséges idő.

Jele: T , $[T] = s$

frekvencia: az egy másodperc alatt elvégzett rezgések száma.

Jele: f , $[f] = 1/s = \text{Hz}$ (Hertz)

$$f \cdot T = 1$$

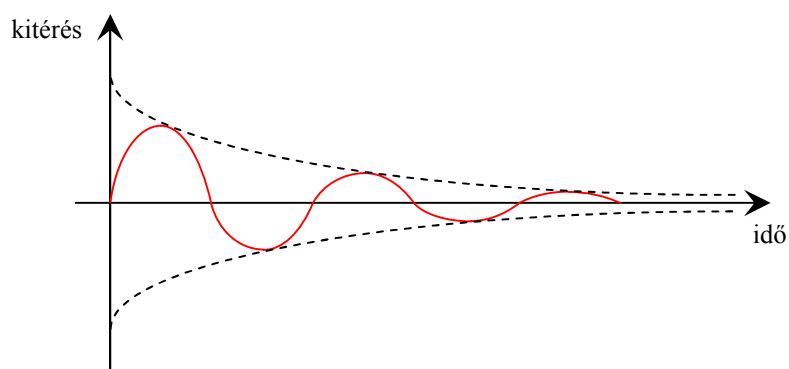
kitérés: a test aktuális és nyugalmi helyzete közötti távolság.

amplitúdó: a test nyugalmi helyzete és valamelyik szélső helyzete közötti távolság (a test legnagyobb kitérése).

Rezgéstípusok

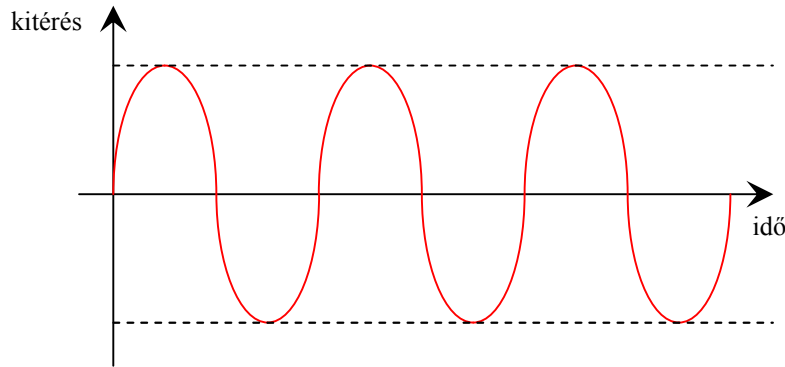
1. Csillapított rezgés

Csillapított rezgés esetén az amplitúdó a rezgés során csökken.



2. Csillapítatlan rezgés

Csillapítatlan rezgés esetén az amplitúdó a rezgés során nem változik meg



Kényszerrezgés

Kényszerrezgés esetén a test azonos időközönként ismétlődő (periodikus) külső hatásra végez rezgő mozgást.

Kényszerrezgés esetén a rezgés frekvenciája megegyezik a külső hatás frekvenciájával.

Rezonancia

Kényszerrezgés esetén ha a külső hatás frekvenciája megegyezik a rezgő test saját frekvenciájával, akkor fellép a rezonancia jelensége, melynek során a rezgés amplitúdója maximális.

MECHANIKAI HULLÁMOK

Rezgő mozgás továbbterjedési folyamatát rugalmas anyagban mechanikai hullámnak nevezzük.

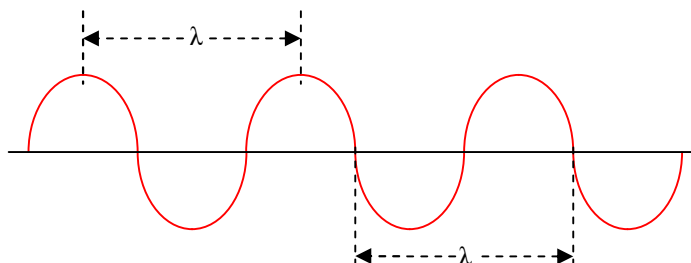
A hullám terjedésekor az anyag részecskéi nem végeznek haladó mozgást, csak rezgő mozgást, amely részecskéről részecskére adódik át.

A hullámhossz

A hullámhossz az a távolság, amelyre a hullámforrás egy teljes rezgésideje alatt eljut a rezgő mozgás.

A hullámhossz két egymáshoz legközelebbi lévő, azonos módon rezgő részecske közötti távolság.

Jele: λ (lambda), $[\lambda] = \text{m}$



A hullám terjedési sebessége

A hullám terjedési sebessége az a sebesség amellyel a rezgő mozgás továbbterjed az illető anyagban (közegben).

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

v – sebesség

λ – hullámhossz

T – periódusidő

vagy

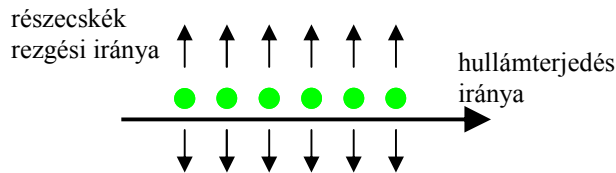
$$v = \lambda \cdot f$$

f – frekvencia

HULLÁMTÍPUSOK

1. Transzverzális (kereszt irányú) hullám

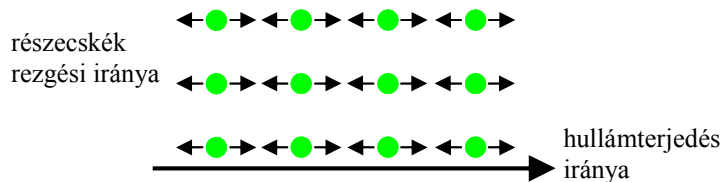
Transzverzális hullámok esetén a részecskék rezgési iránya merőleges a hullámterjedés irányára.



pl.: víz felszínén terjedő hullám

2. Longitudinális (hosszanti irányú) hullám

Longitudinális hullámok esetén a részecskék rezgési iránya párhuzamos a hullámterjedés irányával.



pl.: hang

HULLÁMTERJEDÉSI JELENSÉGEK

1. Hullám-visszaverődés

Azt a jelenséget, melynek során a mechanikai hullám elér egy határfelülethez, amely két anyagot elválaszt egymástól, majd onnan visszatér eredeti terjedési közegébe, és ott folytatja tovább útját hullám-visszaverődésnek nevezzük.

pl. a medence faláról visszaverődő vízhullám

2. Hullámtörés

Azt a jelenséget, melynek során a mechanikai hullám elér egy határfelülethez, amely két anyagot elválaszt egymástól, majd azon áthaladva megváltoztatja terjedési irányát hullámtörésnek nevezzük.

A jelenség oka az, hogy a hullámok a különböző anyagokban különböző sebességgel terjednek.

pl. a vízben terjedő hullám, ha egy mélyebb vízrétegből átlép egy sekélyebbe

3. Hullámelhajlás

Azt a jelenséget, melynek során a mechanikai hullám akadály mellett elhaladva, vagy résen keresztülhaladva megváltoztatja terjedési irányát hullámelhajlásnak nevezzük.

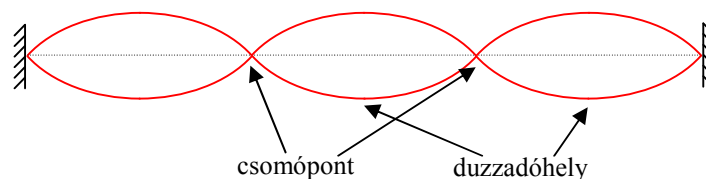
A hullámelhajlás mértéke rés esetén függ a rés hullámhosszhoz viszonyított nagyságától (legnagyobb mértékű, ha a két távolság egymással összemérhető).

4. Interferencia (hullámtalálkozás)

Azt a jelenséget, melynek során két (vagy több) azonos hullámhosszúságú hullám a tér egy adott pontjában találkozik és egymáratevődik, erősítve vagy gyengítve egymást, interferenciának nevezzük.

ÁLLÓHULLÁMOK

A terjedő és a visszavert hullámok interferenciájának eredményeként állóhullámok alakulnak ki, melyek esetében a hullámhegyek és a hullámvölgyek egyhelyben maradnak. Állóhullámok esetén vannak olyan pontok, melyek nem rezegnek (csomópontok) és vannak olyanok, amelyek maximális amplitúdával rezegnek (duzzadóhelyek).



Állóhullámok alakulnak ki például húrokban és sípokban.

A HANG

A hang egy longitudinális mechanikai hullám.

A hang nem terjed légüres térben.

Osztályozás:

- infrahang: $f < 20\text{Hz}$
- hallható hang: $20\text{Hz} < f < 20\,000\text{Hz}$
- ultrahang: $f > 20\,000\text{Hz}$

A hang terjedési sebessége:

- levegőben: 340m/s
- vízben: 1400m/s
- acélban: 5100m/s

A Doppler-hatás

A Doppler-hatás, a megfigyelőhöz viszonyítva mozgásban levő hangforrás, vagy a hangforráshoz viszonyítva mozgásban levő megfigyelő esetén jelentkezik.

Ha a hangforrás és a megfigyelő közelednek egymáshoz a hang frekvenciája megnő (a hang magasabbá válik), ha távolodnak egymástól a frekvenciája lecsökken (a hang mélyebbé válik).

A frekvencia eltolódás mértéke függ a hangforrás és a megfigyelő egymáshoz viszonyított sebességétől.

ELEKTROMOSSÁGTAN

A TESTEK DÖRZSÖLÉSEL TÖRTÉNŐ FELTÖLTÖDÉSE

Két test összedörzsölésekor, a súrlódás hatására az egyik test atomjai elektronokat veszítenek el, melyek átvándorolnak a másik testre, így az egyik test pozitívan, a másik negatívan töltődik fel.

Az elektromos töltésmennyiség

A testek töltöttségének a mértékét jellemző mennyiség.

Jele: Q , $[Q] = C$ (coulomb)

Egy proton töltése: $1,6 \cdot 10^{-19} C$; egy elektron töltése: $-1,6 \cdot 10^{-19} C$.

Egy coulombnyi töltésmennyiségnek körülbelül $6 \cdot 10^{18}$ számú proton töltése felel meg.

A TÖLTÖTT TESTEK KÖLCSÖNHATÁSA

Az elektromosan töltött testek kölcsönhatnak egymással (vonzzák, vagy taszítják egymást) a környezetükben található elektromos tér közvetítésével.

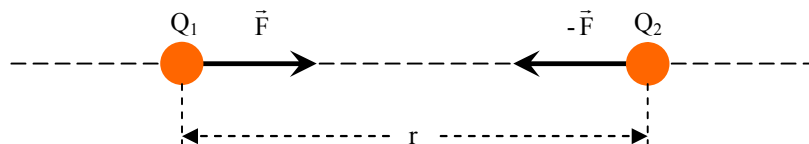
Az ellentétes előjelű töltések vonzzák, míg az azonos előjelű töltések taszítják egymást.

A töltött testek között fellépő erő nagysága függ:

- a testek töltöttségétől
- a testek közötti távolságtól

Coulomb törvénye

Segítségével kiszámítható két töltött test között ható erő nagysága.



Q_1, Q_2 – elektromos töltésmennyiségek

r – távolság

k – arányossági tényező

($k = 9 \cdot 10^9 N \cdot m^2 / C^2$)

$$F = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

AZ ELEKTROMOS FESZÜLTÉSÉG

Az elektromos feszültség az elektromos tér munkavégző képességét jellemző mennyiség.

Az elektromos tér két pontja közötti feszültség egyenlő azzal a munkával, melyet a tér végez akkor, amikor egy coulombnyi töltésmennyiséget elmozdít a két pont között.

Jele: U , $[U] = V$ (volt)

AZ ELEKTROMOS TÉR JELLEMZŐI

Az elektromos tér egy töltött test azon környezete, ahol az elektromos hatás érvényesül.

Az elektromos tér:

- töltött testek környezetében van jelen
- nem érzékelhető
- kimutatható töltött test segítségével
- kölcsönhatást közvetít a töltött testek között
- a töltött testtől távolodva csökken az erőssége

AZ ELEKTROMOS TÉR ERŐVONALAI

Az elektromos tér erővonalai olyan görbék, amelyeknek a mentén egy töltött test elmozdul.

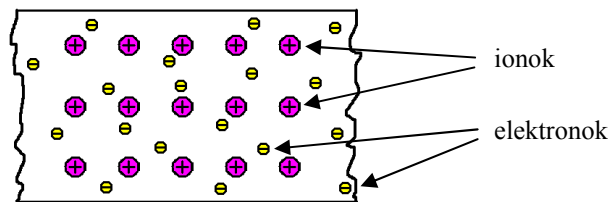
Pontszerű töltés esetén ezek a vonalak sugárirányú egyenesek, melyek pozitív töltés esetén a töltéstől kifelé, negatív töltés esetén befelé mutatnak.

Az elektromos tér egy adott pontján csak egyetlen erővonal mehet keresztül (az erővonalak nem metszik egymást).

Az elektromos tér erővonalai a pozitív töltésen kezdődnek és a negatívon végződnek.

A FÉMEK SZERKEZETE

A fémeket helyhez kötött pozitív töltésű ionok és az ezek között szabadon mozgó negatív töltésű elektronok alkotják.



A szabad elektronok jelenléte okozza azt, hogy a fémek jól vezetik az elektromosságot.

A szigetelőket elektromosan semleges részecskék alkotják (nincsenek bennük szabad elektronok), ezért azok nem (vagy csak igen rosszul) vezetik az elektromosságot.

AZ ELEKTROMOS MEGOSZTÁS

Elektromos térbe helyezve egy vezetőt, a benne található töltések szétválasztódnak: a vezető egyik részén a pozitív, a másik részén a negatív töltések lesznek túlsúlyban.

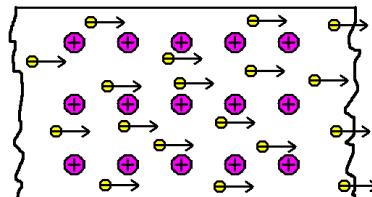
Ezt a jelenséget elektromos megosztásnak nevezzük.

Az elektromos megosztás azért jön létre, mert az elektromos tér az ellentétes előjelű töltésekre ellentétes irányú erővel hat.

AZ ELEKTROMOS ÁRAM, AZ ÁRAMERŐSSÉG

A fémekben az elektronok rendezett, egyirányú mozgását elektromos áramnak nevezzük.

Mivel áram nem csak fémekben folyhat (hanem például folyadékokban, vagy gázokban is), áramnak nevezzük a töltéshordozók egyirányú mozgását egy vezetőben.



Az áramkörökben az áram az áramforrás pozitív sarka felől folyik a negatív felé (az elektronok ezzel ellentétes irányba mozognak a vezetőben).

A vezető keresztmetszetén azonos idők alatt különböző mennyiségű töltéshordozó haladhat át.

Az áramerősség megadja azt, hogy egy vezető keresztmetszetén egységnyi idő alatt mekkora mennyiségű töltés halad át.

Jele: I, [I]=A (amper)

Kiszámítási képlete:

$$I = \frac{Q}{t}$$

I – áramerősség

Q – elektromos töltésmennyiség

t – idő

AZ ÁRAM HATÁSAI

Az elektromos áramot egy vezetőben közvetlenül nem érzékelhetjük, arról csak hatásai alapján szerezhetünk tudomást.

Hőhatás: az árammal átjárt vezetők a bennük folyó áram hatására felmelegsznek.

A felmelegedés mértéke függ a vezető keresztmetszetétől és a vezetőben folyó áram erősségétől.

Alkalmazás: vasaló, izzó, olvadó biztosíték, villanyrezsó, kenyérpíró, stb.

Mágneses hatás: az árammal átjárt vezetők környezetében mágneses tér van jelen.

A mágneses tér erőssége függ a vezetőben folyó áram erősségétől.

Alkalmazás: elektromágnes, hangszóró, villanymotor, stb.

Kémiai (vegyi) hatás: árammal átjárt folyadékból, a folyadékba helyezett elektródoknál anyag válik ki az áram hatására.

Alkalmazás: elektrolízis (pl. a víz felbontása H₂-re és O₂-re), fémek védőréteggel történő bevonása, stb.

AZ ELEKTROMOS ELLENÁLLÁS

A vezetők akadályozzák a bennük folyó áramot, gátolják a töltéshordozók mozgását.

Az elektromos ellenállás kifejezi azt, hogy egy vezető milyen mértékben akadályozza a benne folyó áramot.

Jele: R, $[R]=\Omega$ (ohm) (Ω – omega)

Adott vezeték elektromos ellenállása függ:

- az anyagi minőségtől
- a keresztmetszettől
- a hosszúságtól
- a hőmérséklettől (növelve a fém hőmérsékletét ellenállása megnő, csökkentve azt, ellenállása lecsökken).

OHM TÖRVÉNYE

Kapcsolatot teremt egy vezető (fogyasztó) ellenállása, a rá kapcsolt feszültség és a benne folyó áram erőssége között.

$$I = \frac{U}{R}$$

I – áramerősség

U – feszültség

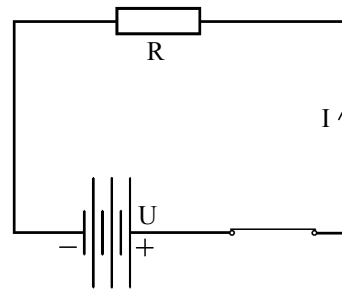
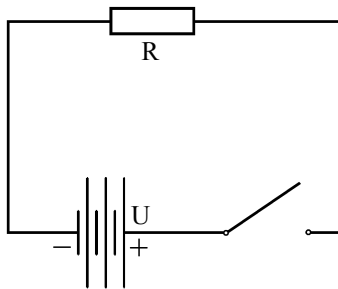
R – elektromos ellenállás

Egy vezetőben folyó áram erőssége egyenesen arányos a rá kapcsolt feszültséggel és fordítottan arányos a vezető elektromos ellenállásával.

ÁRAMKÖRÖK

Egy áramkör tartalmazhat: áramforrást, fogyasztókat, vezetékeket, kapcsolókat és egyéb áramkört elemeket.

Egy áramkörben az áram a feszültségforrás pozitív sarkától folyik a negatív felé (az elektronok viszont a negatív sark felől haladnak a pozitív felé)



Néhány egyszerű áramköri elem jelölése:

Elem:	
Telep:	
Ellenállás (fogyasztó):	
Izzó:	
Kapcsoló:	
Voltmérő:	
Ampermérő:	

FOGYASZTÓK KAPCSOLÁSA

Egy áramkörben a fogyasztók kétféleképpen kapcsolhatók: sorosan és párhuzamosan. Az áramkörökben a sorosan, illetve a párhuzamosan kapcsolt fogyasztók helyettesíthetők egyetlen fogyasztóval.

Soros kapcsolás



A sorosan kapcsolt fogyasztók helyettesíthetők egyetlen fogyasztóval, melynek elektromos ellenállását (eredő ellenállás) R_s -el jelöljük.

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3$$

n darab fogyasztó esetén:

$$R_s = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Pl.: a karácsonyfaizzók sorosan kapcsoltak

Párhuzamos kapcsolás



A párhuzamosan kapcsolt fogyasztók helyettesíthetők egyetlen fogyasztóval, melynek elektromos ellenállását (eredő ellenállás) R_p -el jelöljük.

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

n darab fogyasztó esetén:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Pl.: az elektromos berendezések egy háztartáson belül párhuzamosan kapcsolnak

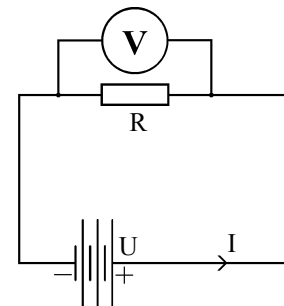
MÉRŐMŰSZEREK

A voltmérő

Feszültségmérésre alkalmas eszköz.

Használatakor, az áramkörbe a fogyasztóval (fogyasztókkal) párhuzamosan kell kapcsolni.

Elektromos ellenállása nagy, az áramkörben található fogyasztó (fogyasztók) ellenállásához viszonyítva.

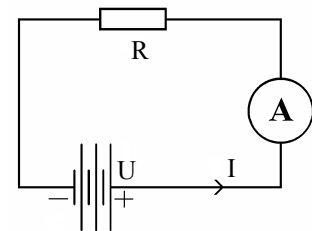


Az ampermérő

Áramerősség mérésre alkalmas eszköz.

Használatakor, az áramkörbe a fogyasztóval (fogyasztókkal) sorosan kell kapcsolni.

Elektromos ellenállása kicsi, az áramkörben található fogyasztó (fogyasztók) ellenállásához viszonyítva.



AZ ELEKTROMOS MUNKA

Az elektromos tér akkor végez munkát, amikor egy vezetőben (fogyasztón keresztül) áram folyik.

Jele: W , $[W] = J$ (Joule)

Kiszámítási képlete:

$$W = U \cdot I \cdot t$$

W – elektromos munka

U – feszültség

I – áramerősség

t – működés időtartama

AZ ELEKTROMOS TELJESÍTMÉNY

Az elektromos teljesítmény megadja azt, hogy mennyi munkát végez az elektromos tér 1 másodperc alatt.

Jele: P , $[P] = W$ (watt)

Kiszámítási képlete:

$$P = \frac{W}{t}$$

P – teljesítmény

W – elektromos munka

t – munkavégzés időtartama

Figyelembe véve a munka kiszámítási képletét:

$$P = U \cdot I$$

AZ ELEKTROMOS FOGYASZTÁS

Egy fogyasztó által elhasznált elektromos energia (elektromos fogyasztása) megegyezik az elektromos tér által végzett munkával.

Az elektromos fogyasztás mértékegysége:

Ha a $W = P \cdot t$ képletbe a teljesítményt *Watt*-ban, az időt *szekundum*-ban helyettesítjük, akkor a fogyasztást *Joule*-ban kapjuk meg.

Ha a $W = P \cdot t$ képletbe a teljesítményt *kiloWatt*-ban (kW), az időt *óra*-ban (h) helyettesítjük, akkor a fogyasztást *kiloWatt-óra*-ban (kWh) kapjuk meg.

FESZÜLTÉG, ÁRAM

Egyenfeszültség:

A feszültségforrás pozitív sarka mindig pozitív, negatív sarka mindig negatív marad (a sarkok nem cserélődnek fel az idő múlásával).

Váltakozó feszültség:

A feszültségforrás pozitív és negatív sarka azonos időközönként ismétlődve felcserélődik (a hálózati 220V-os feszültség esetén másodpercenként 100-szor (50Hz-es frekvencia)).

Egyenáram:

Az elektronok mozgási iránya a vezetõben nem változik meg (az elektronok a vezetõben mindig ugyanabba az irányba haladnak).

Váltakozó áram:

Az elektronok mozgási iránya a vezetõben azonos időközönként ismétlődve ellentétesre változik (az elektronok rezgő mozgást végeznek a vezetõben).

MÁGNESESSÉG

A MÁGNESES TÉR JELLEMZŐI

- mágnesek környezetében van jelen (vagy árammal átjárt vezetők környezetében)
- nem érzékelhető
- kimutatható mágneses tulajdonságú anyagok segítségével (pl. mágnes, vagy vas)
- kölcsönhatást közvetít a mágnesek, vagy mágnesek és mágneses tulajdonságú anyagok között
- erőssége a mágnestől távolodva csökken

A MÁGNESEK KÖLCSÖNHATÁSA

A mágnesek kölcsönhatnak egymással a környezetükben található mágneses tér közvetítésével. Ez a kölcsönhatás megnyilvánulhat vonzás, vagy taszítás formájában.

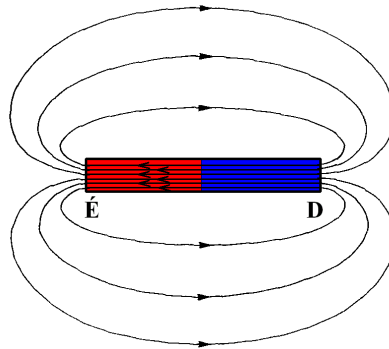
A mágneseknek két pólusa van: északi (E) és déli (D).

Az azonos nevű pólusok taszítják egymást, az ellentétes nevűek vonzzák egymást.

Ha egy mágnest ketté törünk, akkor nem egy különálló mágneses északi és déli pólust kapunk, hanem két olyan mágnest, melyeknek mindegyike rendelkezik északi és déli pólussal. Tehát nem létezik mágneses egypólus.

A MÁGNESES TÉR ERŐVONALAI

A mágneses teret jellemezhetjük az erővonalaiival, amelyek olyan zárt görbék, melyek a mágnes északi pólusából indulnak ki és a délbe érkeznek (nem az északin kezdődnek és a délin végződnek, hanem a mágnes belsejében folytatódnak!). Az erővonalakat pl. vasreszelékkel lehet szemléltetni (láthatóvá tenni).

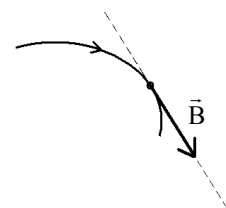


A MÁGNESES INDUKCIÓVEKTOR (TÉRERŐSSÉGVEKTOR)

A mágneses tér jellemezhető egy fizikai mennyiséggel, melyet mágneses indukció- (térerősség-) vektornak nevezünk.

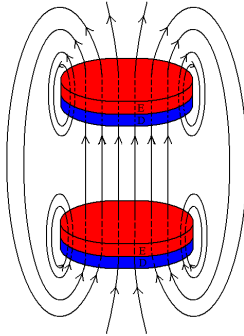
Jele: \vec{B} ; [\vec{B}] = T (tesla – Nikola Tesla neve nyomán)

Az indukcióvektor nagysága a mágneses tér erősségét, iránya a mágneses tér erővonalait jellemzi.



Az indukcióvektor iránya a mágneses tér egy adott pontjában megegyezik az illető ponton átmenő erővonalhoz húzott érintő irányával.

A HOMOGEN MÁGNESES TÉR



homogén = egyenletes eloszlású

A homogén mágneses tér erővonalai egyenesek, egymással párhuzamosak és egyenlő távolságra vannak egymástól.

Homogén mágneses tér esetén az indukcióvektor iránya megegyezik az erővonalak irányával.

Az ábrán látható két, korong alakú mágnes közötti térrészben a mágneses tér homogén (a két mágnes erővonalainak egy része egyesült – a mágnesek egy-egy erővonala egyetlenné)

A LORENTZ ERŐ MÁGNESES TÉRBE TALÁLHATÓ ÁRAMMAL ÁTJÁRT VEZETŐ ESETÉN

Mágneses térben található árammal átjárt vezetőre erő hat, melyet Lorentz erőnek nevezünk. (az egyszerűség kedvéért a mágneses teret tekintjük homogénnek)

Ennek nagysága függ:

- a mágneses tér erősségétől
- a vezető hosszától
- a vezetőben folyó áram erősségétől
- a vezető és az erővonalak által bezárt szögtől

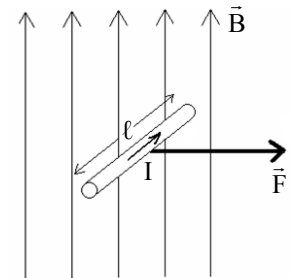
Kiszámítási képlete (ha a vezető merőleges a mágneses tér erővonalaira):

$$F = B \cdot I \cdot \ell$$

B – indukcióvektor nagysága

I – áramerősség

ℓ - vezető hossza



A Lorentz erő iránya merőleges mind a vezetőre, mind az erővonalakra.

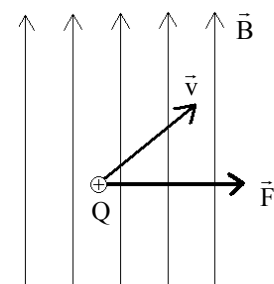
Alkalmazás: villanymotorok

A LORENTZ ERŐ MÁGNESES TÉRBE MOZGÓ TÖLTÖTT TEST ESETÉN

Mágneses térben mozgó elektromosan töltött testre erő hat, melyet Lorentz erőnek nevezünk. (az egyszerűség kedvéért a mágneses teret tekintjük homogénnek)

Ennek nagysága függ:

- a mágneses tér erősségétől
- a test töltöttségétől
- a test sebességétől
- a sebességvektor és az erővonalak által bezárt szögtől



Kiszámítási képlete (ha a sebességvektor merőleges a mágneses tér erővonalaira):

$$F = Q \cdot v \cdot B$$

Q – elektromos töltésmennyiség

v – sebesség

B – indukcióvektor nagysága

A Lorentz erő iránya merőleges mind a test sebességvektorára, mind az erővonalakra.

Alkalmazás: televízió, részecskegyorsító

AZ ELEKTROMÁGNESES INDUKCIÓ

Az elektromágneses indukció segítségével, mágneses tér felhasználásával elektromos energia állítható elő (elektromos feszültség hozható létre) vagy alakítható át.

1. A mozgási indukció

Mágneses térben mozgó vezető végei között feszültség indukálódik.

Mágneses térben mozgó vezetőben található elektronokra hat a Lorentz erő, melynek hatására az elektronok a vezető egyik végéből elmozdulnak a másikba (a töltések a vezetőben szétválasztódnak).

A vezető végei között így feszültség jelenik meg (indukálódik).

A vezetőben a töltésszétválasztódás addig tart, amíg az ionok és az elektronok között ható elektromos vonzóerő ki nem egyenlíti az elektronokra ható Lorentz erőt.

Az indukált feszültség nagysága függ:

- a mágneses tér erősségétől
- a vezető hosszúságától
- a vezető sebességétől
- a vezető és az erővonalak által bezárt szögtől

Az indukált feszültség kiszámítási képlete (ha a vezető a mágneses tér erővonalaira merőlegesen mozog):

$$U = B \cdot \ell \cdot v$$

B – térerősségvektor nagysága

ℓ – vezetőhossza

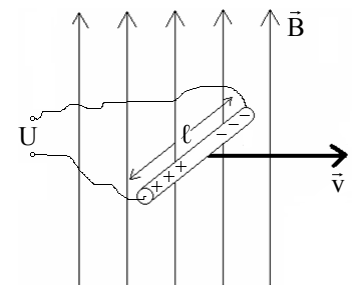
v – vezető sebessége

Alkalmazás: generátorok

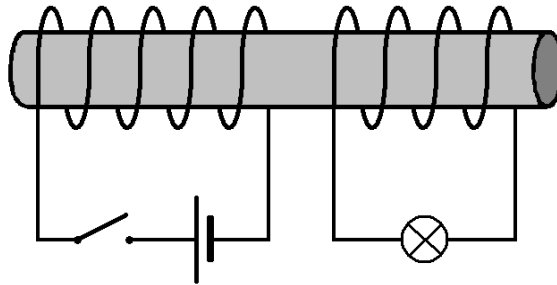
2. A nyugalmi indukció

Változtatva egy tekercs belsejében a mágneses tér erősségét, abban feszültség indukálódik.

Be-, illetve kikapcsolva a kapcsolót, az izzó egy pillanatra fel-felvillan.



A kapcsoló be-, illetve kikapcsolásakor változik a baloldali tekercsben az áramerősség, ezért változik a belsejében, így a vasmagban és a jobboldali tekercs belsejében is a mágneses tér erőssége.



Mivel változik a jobboldali tekercs belsejében a mágneses tér erőssége, abban feszültség indukálódik (a mágneses tér változásának ideje alatt), ezért az izzó felvillan.

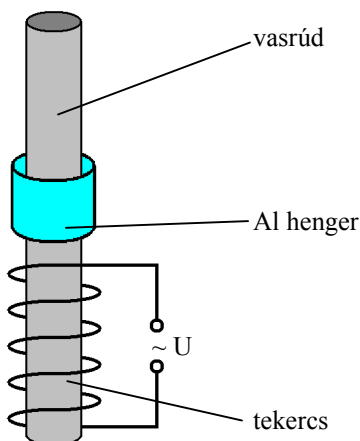
Változó erősségű mágneses tér környezetében változó erősségű elektromos tér keletkezik. Az így létrejövő elektromos tér választja szét a töltéseket a tekercsben (mozdítja el az elektronokat a tekercs egyik vége felől a másik felé), feszültséget hozva létre annak kivezetései között.

Az indukált feszültség nagysága függ:

- a mágneses tér erősségétől
- a mágneses tér változásának a sebességétől
- a tekercs menetszámától

Alkalmazás: transzformátorok

LENZ TÖRVÉNYE



Segítségével meghatározható az indukált áram iránya.

Egy zárt áramkörben az indukált áram iránya olyan, hogy az általa létrehozott mágneses tér ellenszegül az indukáló mágneses térnek.

Váltakozó feszültséget kapcsolva a tekercsre az alumínium henger a vasrúdról lerepül.

A tekercsre kapcsolt váltakozó feszültség hatására, abban váltakozó áram folyik, amely változó erősségű mágneses teret hoz létre a vasrúdban.

Mivel változik az alumínium henger belsejében a mágneses tér erőssége, abban áram indukálódik, amelynek iránya olyan, hogy az általa létrehozott mágneses tér ellenszegül a vasrúdban jelen levő (indukáló) mágneses térnek.

TRANSZFORMÁTOROK

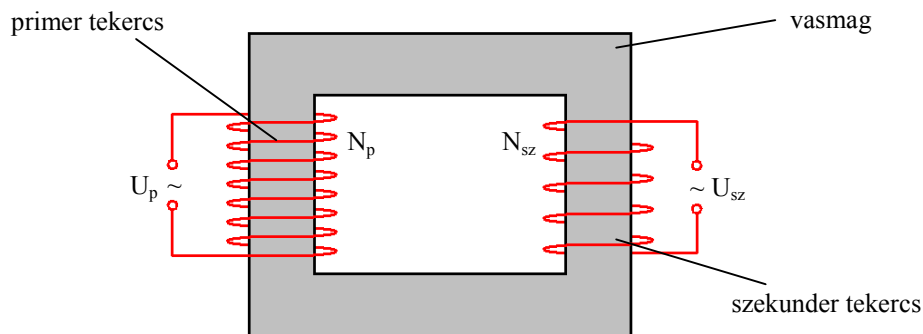
A transzformátorok feszültség-átalakításra szolgáló eszközök, melyek a nyugalmi indukció jelenségének alapján működnek.

A transzformátorok csak váltakozó feszültséggel működtethetők és váltakozó feszültséget állítanak elő.

A transzformátorok szerkezete

A transzformátorok három részből állnak:

- primer tekercs: váltakozó feszültséget kapcsolva rá, benne váltakozó áram folyik, amely változó erősségű mágneses teret hoz létre
- vasmag: a primer tekercs által létrehozott mágneses teret a szekunder tekercs belsejébe közvetíti
- szekunder tekercs: a belsejében változó mágneses tér hatására feszültség indukálódik benne (létrejön a nyugalmi indukció)



A szekunder tekercsben keletkező feszültség nagysága függ a primer tekercsre kapcsolt feszültségtől, valamint a tekercsek menetszámától.

A transzformátor a feszültséget felfelé transzformálja, ha a szekunder tekercs menetszáma nagyobb mint a primeré.

A transzformátor a feszültséget lefelé transzformálja, ha a szekunder tekercs menetszáma kisebb mint a primeré.

A transzformátorok esetén érvényes az alábbi képlet:

$$\frac{U_p}{U_{sz}} = \frac{N_p}{N_{sz}}$$

U_p – primer feszültség

N_p – primer tekercs menetszáma

U_{sz} – szekunder feszültség

N_{sz} – szekunder tekercs menetszáma

A transzformátorok fontos szerepet töltenek be az elektromos energia szállításában és számos elektromos készülék működésében.

ELEKTROMÁGNESES HULLÁMOK

Változó erősségű mágneses tér a környezetében elektromos teret kelt.

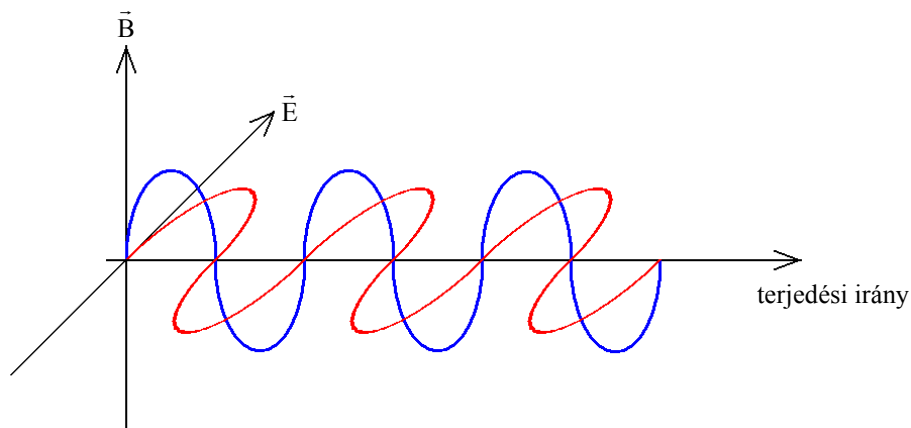
Változó erősségű elektromos tér a környezetében mágneses teret kelt.

Az elektromágneses tér változó erősségű elektromos és mágneses terekből tevődik össze, melyek kölcsönösen létrehozzák egymást.

Az elektromágneses térnek a gyorsuló elektromos töltésről leváló és attól függetlenül a térben terjedő formáját elektromágneses hullámnak nevezzük.

Az elektromágneses hullámok terjedési sebessége egyenlő a fénysebességgel: légüres térben (vagy levegőben): $c = 300000 \text{ km/s}$ ($c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$).

Elektromágneses hullámok esetén az elektromos és a mágneses terek változási síkjai egymásra merőlegesek.



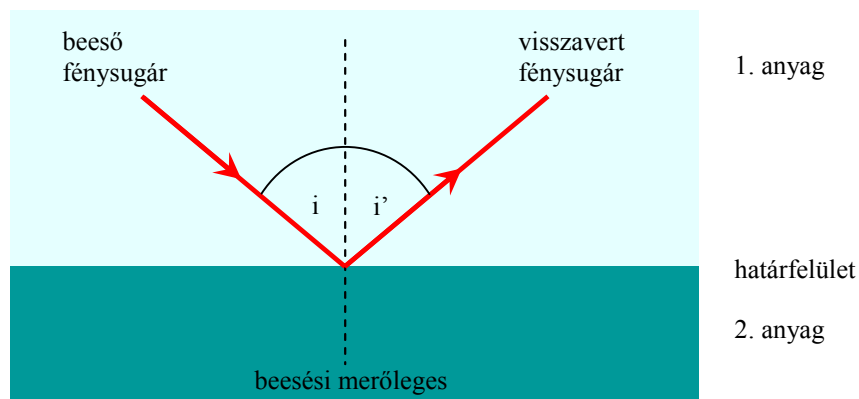
FÉNYTAN

A FÉNY JELLEMZŐI

- elektromágneses hullám
- egyenes vonal mentén terjed
- terjedési sebessége légüres térben (vagy levegőben): $c = 300000\text{km/s}$
- más átlátszó anyagban sebessége kisebb; pl.: vízben: 225000km/s , üvegben: 200000km/s
- hullámhossz tartománya: $760\text{nm} - 380\text{nm}$ ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$)

A FÉNYVISSZAVÉRŐDÉS ÉS TÖRVÉNYEI

Azt a jelenséget, melynek során a fény egy határfelülethez érve - amely két anyagot elválaszt egymástól - visszatér eredeti terjedési közegébe, fényvisszaverődésnek nevezzük.



i – beesési szög, i' – visszaverődési szög

I.: A beeső fénysugár, a beesési merőleges és a visszavert fénysugár egy síkban van.

II.: A beesési és a visszaverődési szögek egymással egyenlők ($i = i'$).

TÜKRÖK

A tükrök által alkotott kép lehet:

- valódi: a visszavert fénysugarak kereszteződésénél keletkezik; ernyőn felfogható.
- látszólagos: a visszavert fénysugarak meghosszabbításainak a kereszteződésénél keletkezik; ernyőn nem felfogható.

1. Síktükrök

A síktükrök felülete teljesen sík, sima és visszaverő.

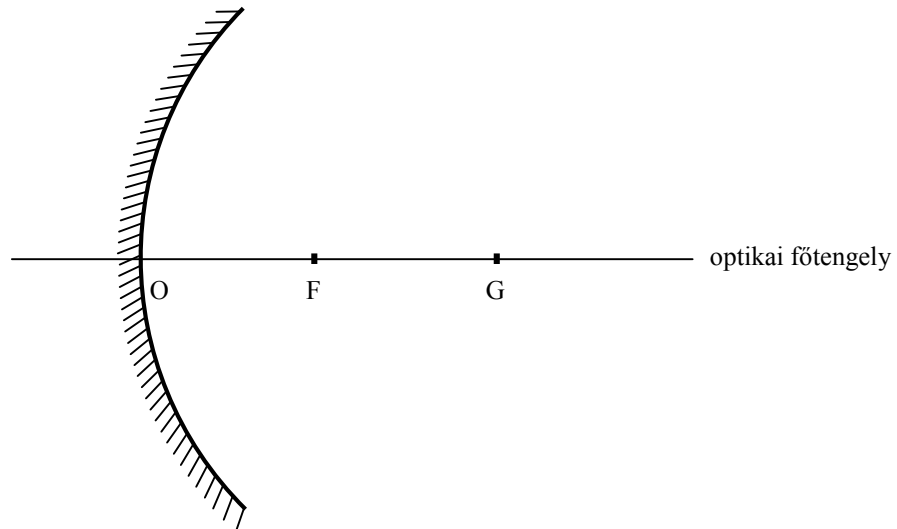
A tükörben kialakuló kép:

- a tárgygal megegyező nagyságú
- a tárgygal megegyező állású (egyenes állású)

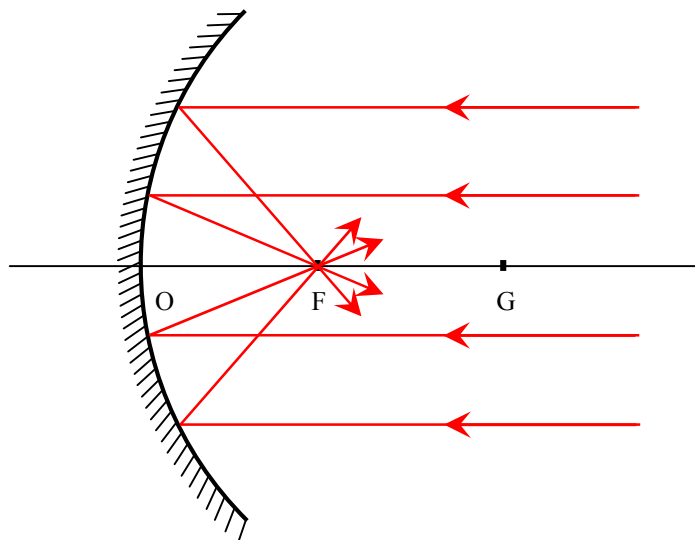
- a tükör mögött keletkezik – a kép és tükör közötti távolság megegyezik a tárgy és tükör közötti távolsággal
- látszólagos

2. Homorú tükrök

A homorú tükrök belső, homorú oldala veri vissza a fényt.



- optikai fő tengely: a tükör szimmetriatengelye
- G pont: görbületi középpont: a tükör geometria középpontja
- O pont: optikai középpont: a tükör és az optikai fő tengely metszéspontja
- F pont: fókusz: az OG szakasz felezőpontja
- fókusz távolság: az optikai középpont és a fókusz közötti távolság; jele: f , $[f] = m$

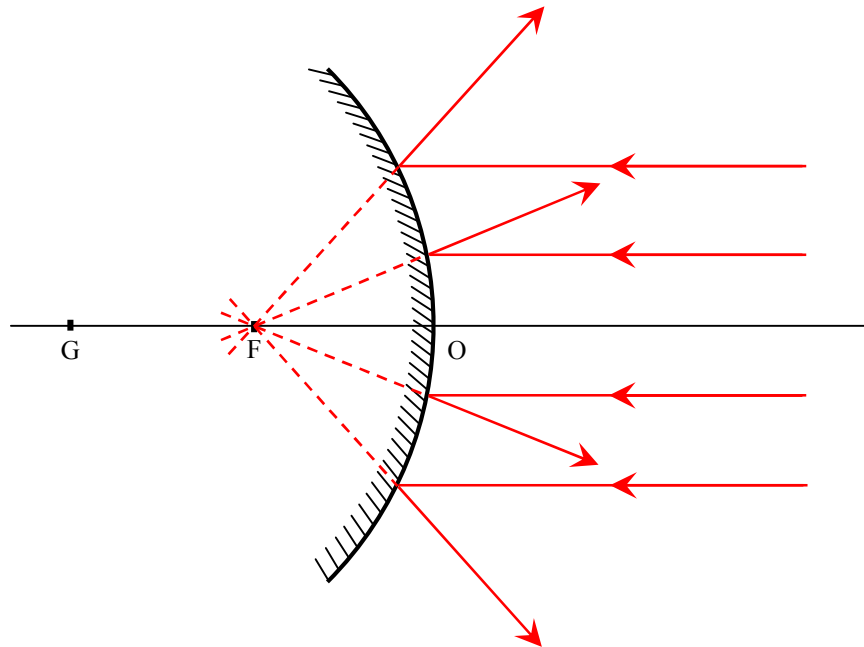


Az optikai fő tengellyel párhuzamos fénysugarak a tükörről úgy verődnek vissza, hogy keresztülmennek a fókuszon.

A fókuszon átmenő fénysugarak a tükörről az optikai főtengellyel párhuzamosan verődnek vissza.

3. Domború tükrök

A domború tükrök külső, domború oldala veri vissza a fényt.



Az optikai főtengellyel párhuzamos fénysugarak a tükörről úgy verődnek vissza, hogy meghosszabbításaik keresztül mennek a fókuszon.

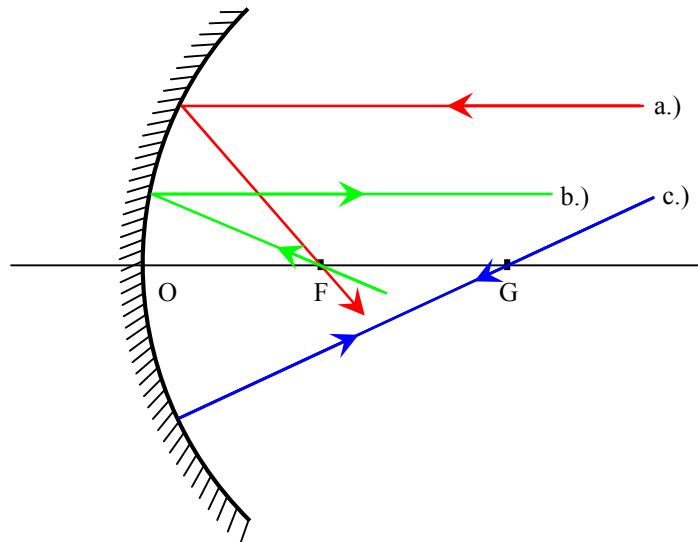
A domború tükör által alkotott kép a tárgy helyzetétől függetlenül minden esetben:

- kicsinyített
- egyenes állású
- látszólagos

A TÜKÖRBEN KELETKEZŐ KÉP GRAFIKUS MEGSZERKESZTÉSE

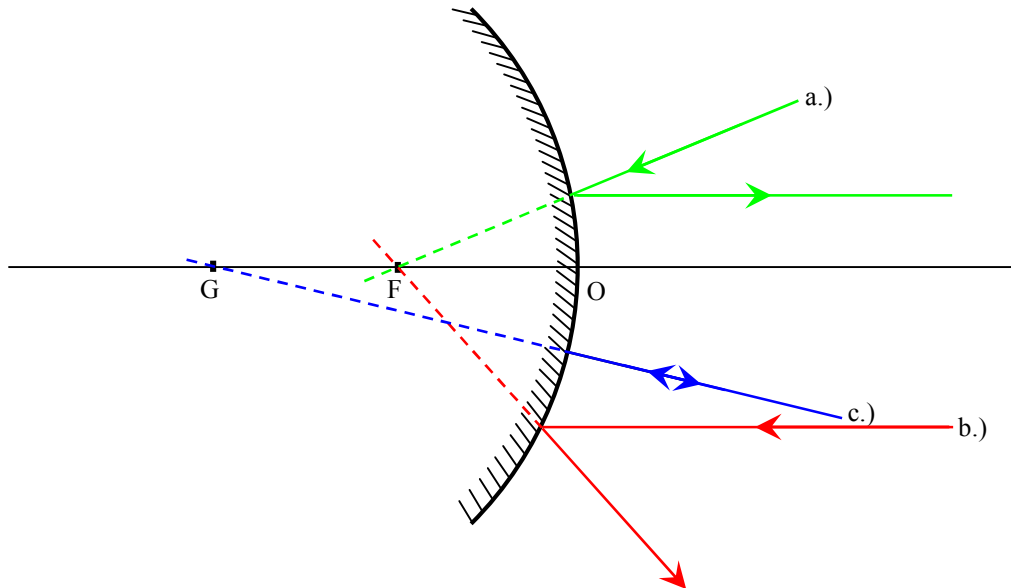
Nevezetes sugármenetek (homorú tükrök)

- a.) Az optikai főtengellyel párhuzamosan beeső fénysugarak a fókuszon keresztül verődnek vissza
- b.) A fókuszon keresztül beeső fénysugarak az optikai főtengellyel párhuzamosan verődnek vissza
- c.) A görbületi középponton keresztül beeső fénysugarak önmagukba verődnek vissza



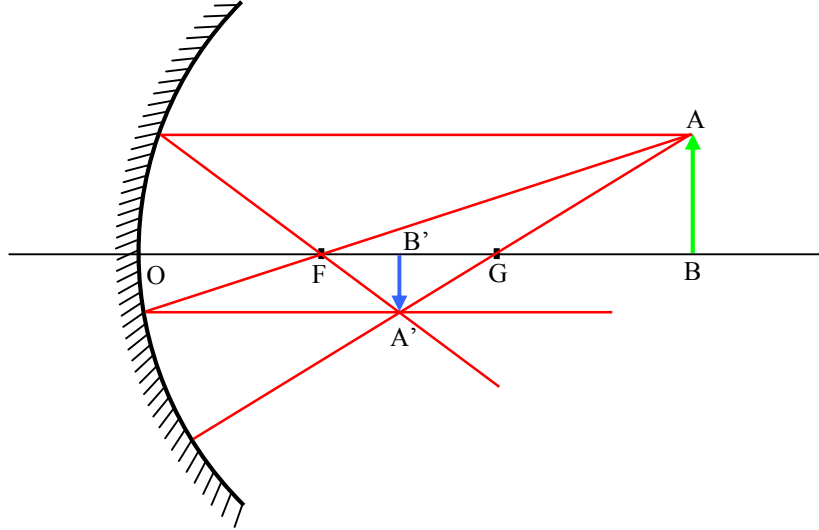
Nevezetes sugármenetek (domború tükrök)

- a.) Az optikai főtengellyel párhuzamosan beeső fénysugarak a tükörről úgy verődnek vissza, hogy meghosszabbításaik a fókuszon mennek keresztül
- b.) Azok a fénysugarak, melyek iránya a fókuszon megy keresztül az optikai főtengellyel párhuzamosan verődnek vissza
- c.) Azok a fénysugarak, melyek iránya a görbületi középponton megy keresztül, önmagukba verődnek vissza



I. lépés: megszerkesztjük az AB tárgy A végpontjának az A' képét, a nevezetes sugármenetek felhasználásával.

II. lépés: a kapott A' pontból merőlegest bocsátunk az optikai főtengelyre, megkapva így a tárgy B' végpontját. Az így kapott A'B' szakasz az AB tárgy képe.

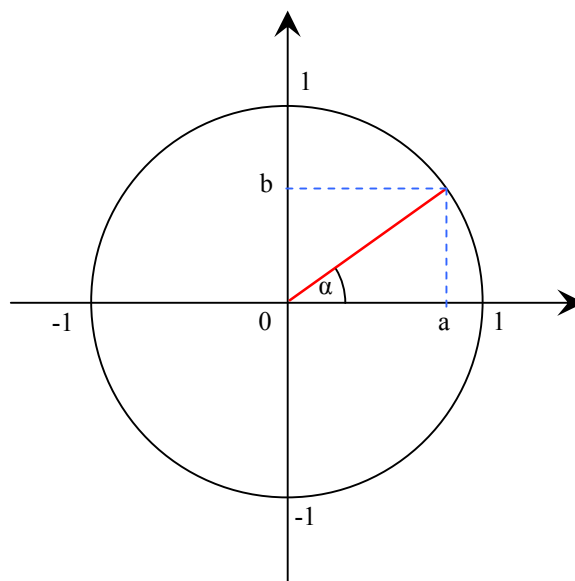


A keletkezett kép:

- kicsinyített
- fordított állású
- valódi

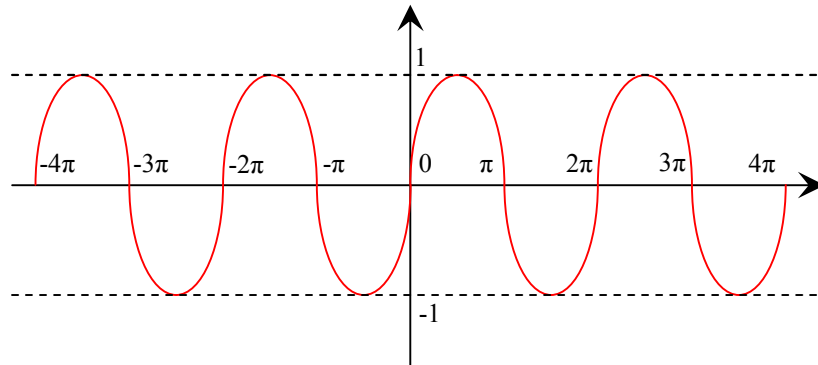
A SZINUSZ (SIN) FÜGGVÉNY

$\sin: \mathbb{R} \rightarrow [-1, 1]$



$$\sin(\alpha) = b$$

Grafikus képe:



A FÉNYTÖRÉS

Azt a jelenséget, melynek során a fény egy határfelülethez érve - amely két átlátszó anyagot elválaszt egymástól – átlép a második közegbe, úgy, hogy megváltozik terjedési iránya, fénytörésnek nevezzük.

A jelenség azért következik be, mert a fény a különböző anyagokban különböző sebességgel terjed.

A törésmutató

A fénytörés mértékét jellemző mennyiség.

Jele: n

Kiszámítási képlete:

$$n = \frac{\text{a fény terjedési sebessége légüres térben}}{\text{a fény terjedési sebessége az illető anyagban}}$$

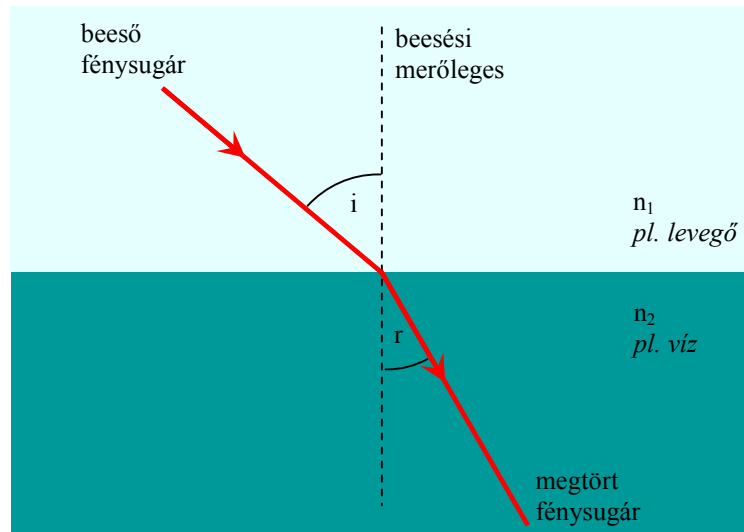
A törésmutató számértéke nem lehet 1-nél kisebb ($n = 1$ légüres tér, vagy levegő esetén).

pl.: $n_{\text{víz}} = 1,33$; $n_{\text{üveg}} = 1,5$

A fénytörés törvényei

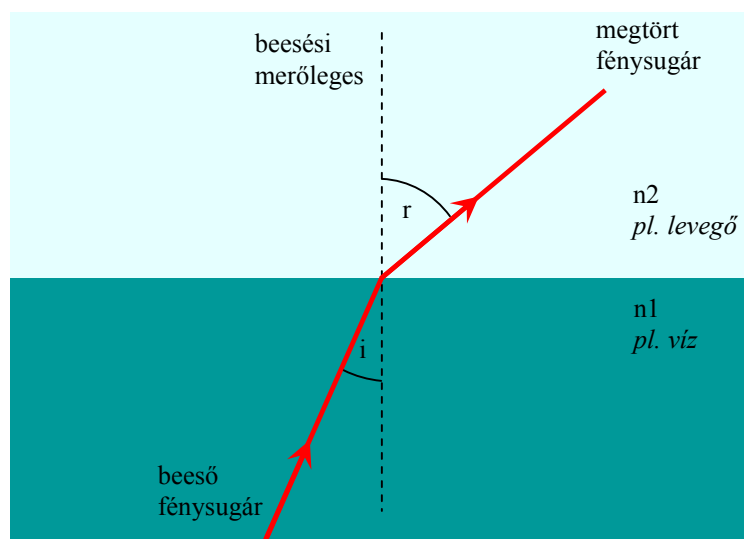
I.: A beeső fénysugár, a beesési merőleges és a megtört fénysugár egy síkban van.

II.: $n_1 \cdot \sin(i) = n_2 \cdot \sin(r)$



i – beesési szög, r – törési szög

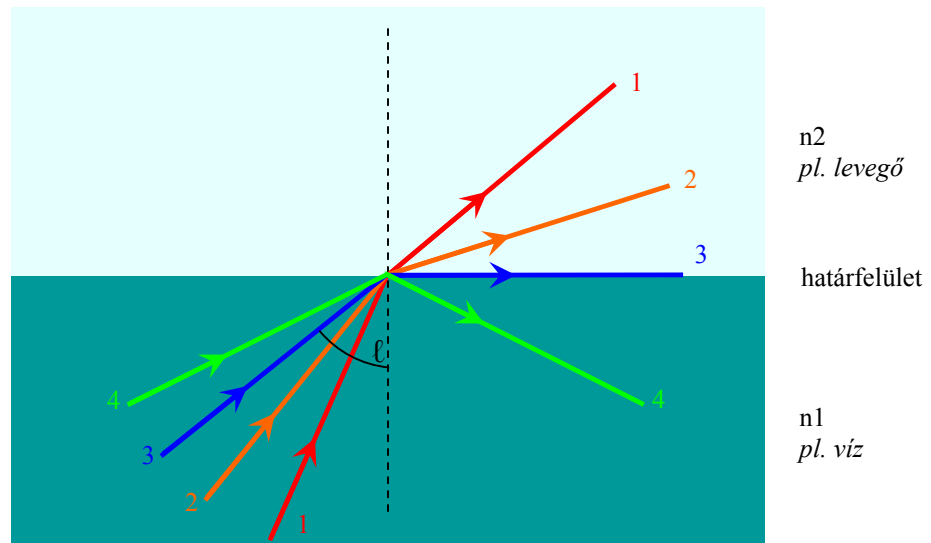
II./a: Ha a fény kisebb törésmutatójú anyagból lép át nagyobb törésmutatójú anyagba (pl.: levegőből vízbe), akkor a törési szög kisebb, mint a beesési szög.
(ha $n_1 < n_2$ akkor $r < i$)



II./b: Ha a fény nagyobb törésmutatójú anyagból lép át kisebb törésmutatójú anyagba (pl.: vízből levegőbe), akkor a törési szög nagyobb, mint a beesési szög.
(ha $n_1 > n_2$ akkor $r > i$)

II./c: A merőlegesen beeső fénysugár irányváltoztatás nélkül lép át egyik anyagból a másikba.
(ha $i = 0$ akkor $r = 0$)

A TELJES VISSZAVERŐDÉS



Ha a fény nagyobb törésmutatójú anyagból lép át kisebb törésmutatójú anyagba, akkor a törési szög nagyobb, mint a beesési szög (ábra: 1-es és 2-es fénysugár).

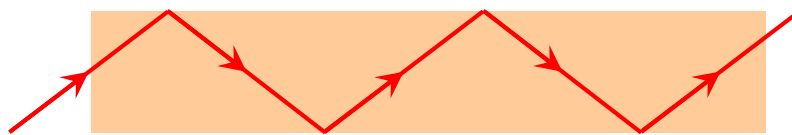
Ha a beesési szög eléri egy kellően nagy értéket, akkor a törési szög 90° lesz – a fény nem lép át a második anyagba (ábra: 3-as fénysugár). Ezt a beesési szöget határszögnek nevezzük (ℓ).

Ha a beeső fénysugár beesési szöge kisebb, mint a határszög, akkor fénytörés jön létre, ha pedig nagyobb, akkor teljes visszaverődés (ábra: 4-es fénysugár).

Teljes visszaverődés esetén a fény 100%-a visszaverődik a határfelületről.

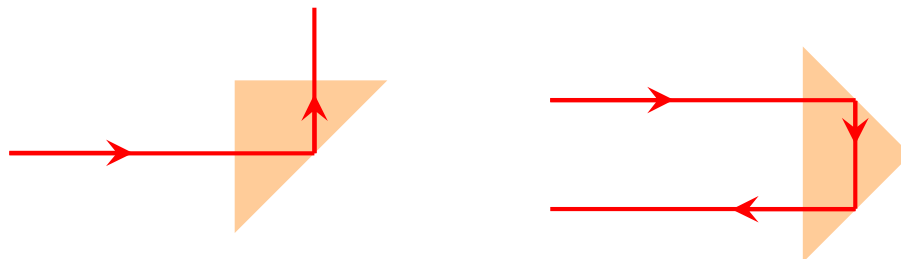
Alkalmazás:

- optikai szálak



Az optikai szálakban a fény teljes visszaverődések sorozatának eredményeként terjed.

- prizma:

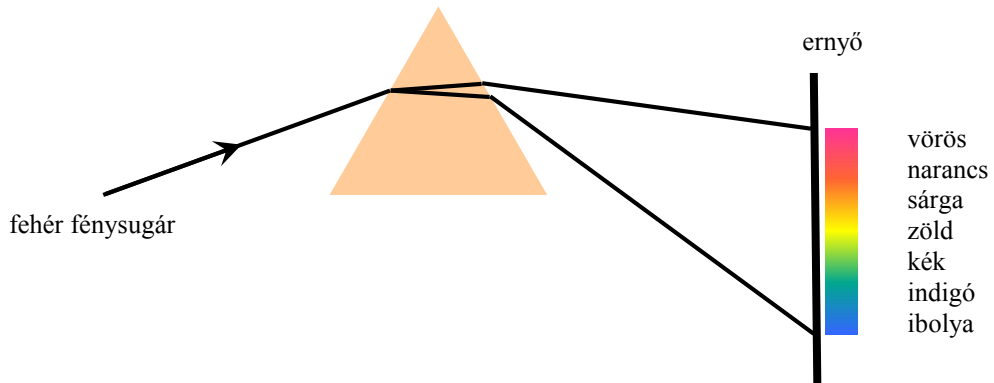


A FEHÉR FÉNY SZÍNEKRE BONTÁSA

A fehér fény nagyon sok különböző színű fénysugárból tevődik össze.

Fénytöréskor a különböző színű összetevők különböző mértékben törnek meg, így a fehér fény felbomlik összetevőire (színszóródás).

Prizma: egy háromszög alapú üveghasáb, melynek segítségével a fehér fény összetevőire bontható



LENCSEK

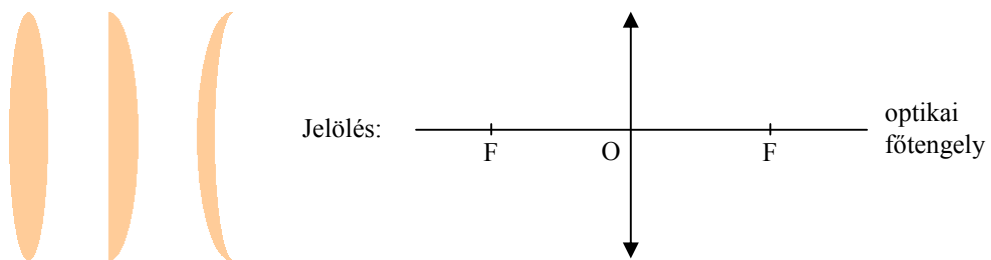
A lencsék olyan átlátszó anyagból készült optikai eszközök, melyeknek legalább az egyik felülete nem sík felület, és melyek működése a fénytörésen alapul.

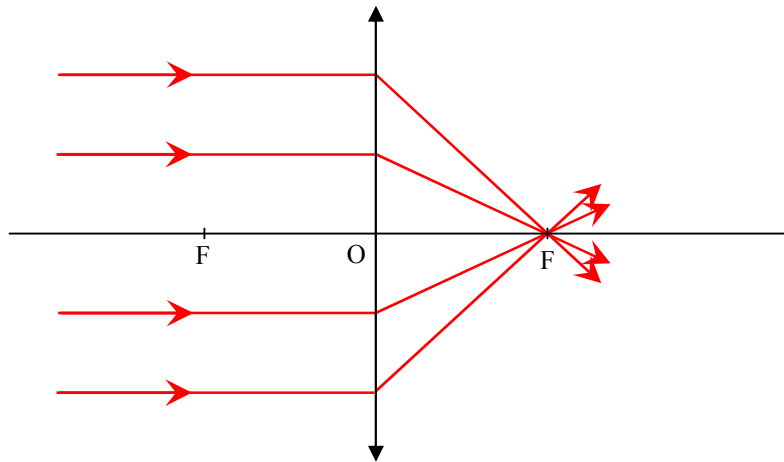
A lencsék kétfélek lehetnek:

- gyűjtőlencsék
- szórólencsék

1. Gyűjtőlencsék

A gyűjtőlencsék középtájon vastagabbak, a szélek felé pedig elvékonyodnak.

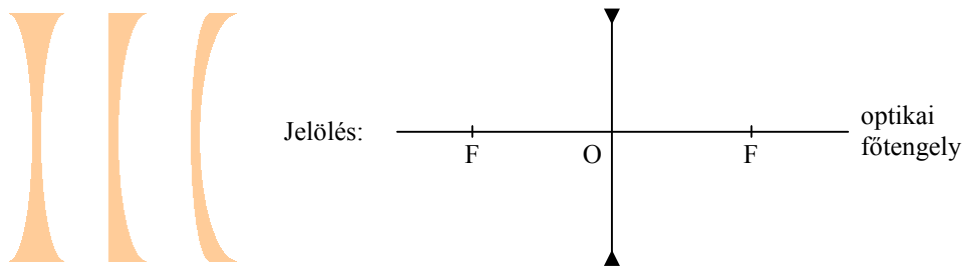




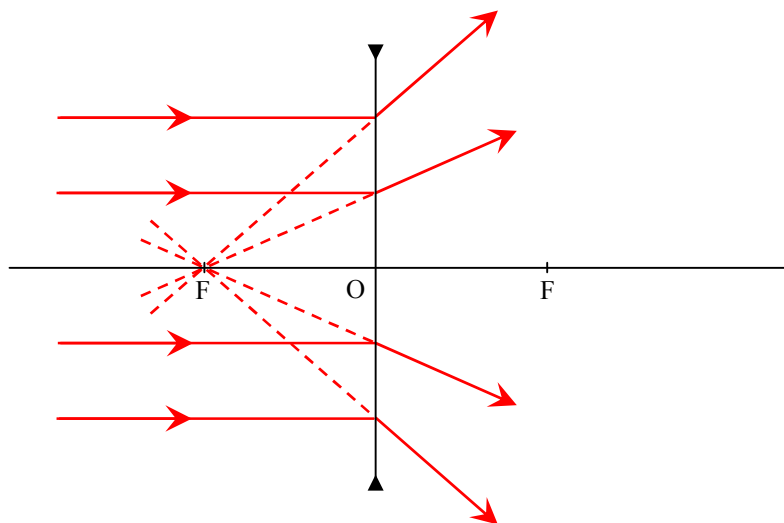
Az optikai főtengellyel párhuzamos fénysugarak a lencsén áthaladva úgy törnek meg, hogy keresztülmennek a fókuszon.

2. Szórólencsék

A szórólencsék középtájon vékonyabbak, a szélek felé pedig vastagabbak.



Az optikai főtengellyel párhuzamos fénysugarak a lencsén áthaladva úgy törnek meg, hogy meghosszabbításaik keresztülmennek a fókuszon.



A törőképesség

A törőképesség a lencsék méterben megadott fókusztávolságának reciproka.

Jele: D , $[D] = 1/m$ (= dioptria)

$$D = \frac{1}{f}$$

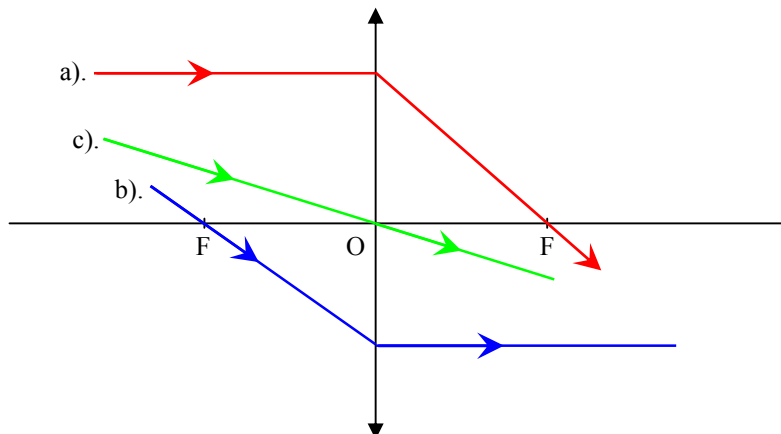
f – fókusztávolság

A gyűjtőlencsék törőképessége pozitív, a szórólencséké negatív szám (mert a gyűjtőlencsék fókusztávolsága pozitív, a szórólencséké negatív szám).

A LENCSEK ÁLTAL ALKOTOTT KÉP GRAFIKUS MEGSZERKESZTÉSE

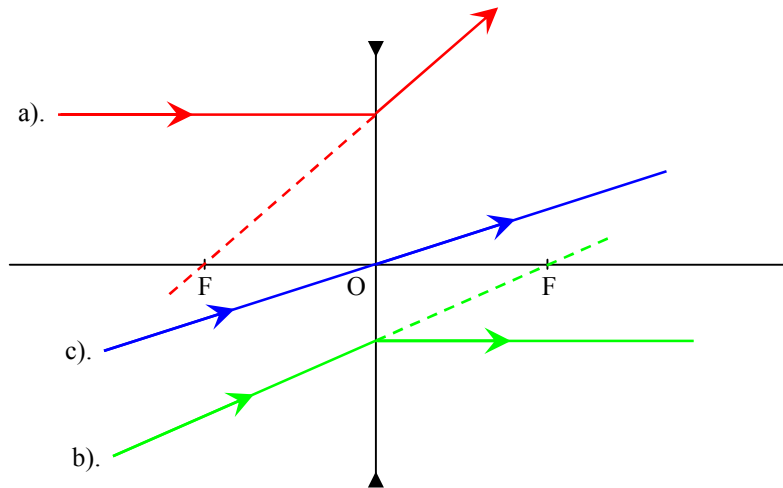
Nevezetes sugármenetek (gyűjtőlencsék)

- Az optikai főtengellyel párhuzamosan beeső fénysugarak a lencsén áthaladva úgy törnek meg, hogy keresztülmennek a fókuszon.
- A fókuszon keresztül beeső fénysugarak a lencsén áthaladva úgy törnek meg, hogy párhuzamosá válnak az optikai főtengellyel.
- Az optikai középponton (a lencse középpontja) keresztül beeső fénysugarak nem törnek meg.

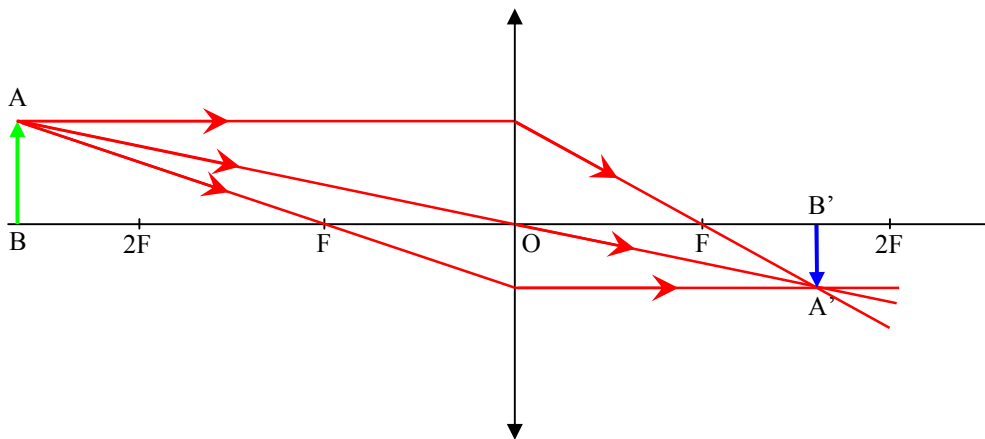


Nevezetes sugármenetek (szórólencsék)

- a.) Az optikai főtengellyel párhuzamosan beeső fénysugarak a lencsén áthaladva úgy törnek meg, hogy meghosszabbításaik keresztülmennek a fókuszon.
- b.) Azok a fénysugarak, melyek iránya keresztül megy a fókuszon, a lencsén áthaladva úgy törnek meg, hogy párhuzamossá válnak az optikai főtengellyel.
- c.) Az optikai középponton (a lencse középpontja) keresztül beeső fénysugarak nem törnek meg.

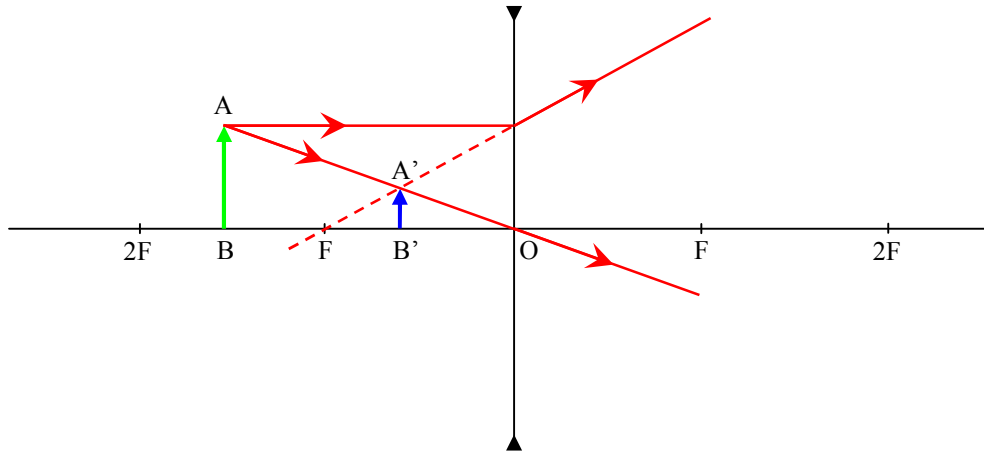


A lencsék által alkotott kép hasonlóan szerkeszthető meg, mint a tükrök esetén



A keletkezett kép:

- kicsinyített
- fordított állású
- valódi



A keletkezett kép:

- kicsinyített
- egyenes állású
- látszólagos

EGYÉB FÉNYTERJEDÉSI JELENSÉGEK

A fényelhajlás (diffrakció)

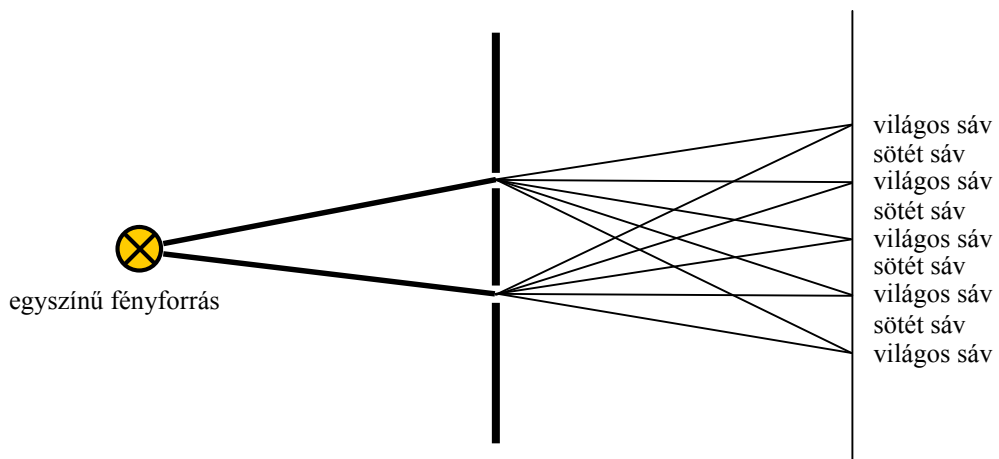
Azt a jelenséget, melynek során a fény akadály mellett elhaladva, vagy a hullámhosszával összemérhető méretű résen keresztülhaladva megváltoztatja terjedési irányát, fényelhajlásnak nevezzük.

A fényinterferencia

Azt a jelenséget, melynek során két ugyanazon fényforrásból származó fénysugár a tér egy adott pontjában találkozik, és egymásra tevődik (erősítve, vagy gyengítve egymást) fényinterferenciának nevezzük.

A kétréses interferencia:

A fényforrás fényét két résen bocsátjuk keresztül, majd ernyőn fogjuk fel, amelyen interferenciakép jelenik meg (világos és sötét sávok követik egymást).



Az ernyő adott pontjában találkozó fénysugarak útkülönbségének a hullámhosszhoz viszonyított mértéke befolyásolja azt, hogy az illető pontban világos, vagy sötét sáv jelenik meg.

A fény polarizációja

A fény transzverzális hullám.

A polarizált fény olyan fénysugarakból áll, melyek elektromos tere csak egy bizonyos síkban változik (nem pedig nagyon sok síkban).

pl. az üvegről visszaverődő fénysugarak polarizáltak.

HÓTAN

HALMAZÁLLAPOTOK JELLEMZÉSE

Szilárd: A szilárd halmazállapotú anyagokat alkotó atomok (molekulák) helyhez kötöttek, nem végeznek haladó mozgást az anyag belsejében, csak rezgő mozgást végeznek egy pont körül.

A szilárd anyagok rendelkeznek saját alakkal és saját térfogattal.

Folyékony: A folyékony halmazállapotú anyagokat alkotó atomok (molekulák) nincsenek helyhez kötve, rendezetlen (össze-vissza) mozgást végeznek az anyag belsejében. A folyadékokat alkotó részecskék nem távolodnak el túlságosan egymástól a közöttük ható vonzóerő hatása miatt.

A folyadékok nem rendelkeznek saját alakkal, de rendelkeznek saját térfogattal.

Mivel a folyadékot alkotó részecskék nagyon közel vannak egymáshoz, a folyadékok gyakorlatilag összenyomhatatlanok (vagy csak nagyon kismértékben összenyomhatóak).

Gáz (gőz): A gáz (gőz) halmazállapotú anyagokat alkotó atomok (molekulák) nincsenek helyhez kötve, rendezetlen mozgást végeznek és tetszőleges távolságra eltávolodhatnak egymástól.

A gázok nem rendelkeznek sem saját alakkal, sem saját térfogattal. A gázok kitöltik a rendelkezésükre álló teret.

Plazma: A plazma állapot olyan gáz állapot, amelynek esetében az anyagot alkotó részecskék nem semlegesek elektromos szempontból (mint a gázok esetében), hanem töltéssel rendelkeznek. A plazma állapot ionizált gázállapot (a plazmát pozitív töltésű ionok és negatív töltésű elektronok alkotják).

Mivel a plazma töltött részecskékből áll, elektromos és mágneses tulajdonságai jelentősen eltérnek a gázokétól.

A DIFFÚZIÓ

Azt a jelenséget, melynek során két, vagy kettőnél több különböző fajta gáz, vagy folyadék külső hatás nélkül összekeveredik, diffúciónak nevezzük.

A diffúzió azért jön létre, mert a gázokat (folyadékokat) alkotó részecskék rendezetlen mozgást végeznek, ütköznek egymással, így azok elkeverednek egymás között.

A NYOMÁS

A nyomás megadja az egységnyi felületre (1 négyzetméter) ható erőt.

Jele: p , $[p] = \text{N/m}^2 = \text{Pa}$ (Pascal)

Kiszámítási képlete:

$$p = \frac{F}{A}$$

p – nyomás

F – erő

A – terület

Megj.: A folyadékok és a gázok esetében a nyomás jelenlétét úgy is értelmezhetjük, hogy a részecskék rendezetlen mozgásuk során nekiütköznek a testek felszínének, erővel hatva rá. A nyomás értelmezésének a figyelembevételével, ha az így fellépő erőt elosztjuk a test felületével, megkapjuk a nyomást.

A HIDROSZTATIKAI NYOMÁS

A hidrosztatikai nyomás valamely (nyugalomban lévő) folyadékoszlop súlyából származó nyomás.

A hidrosztatikai nyomás nagysága függ:

- a folyadék sűrűségétől
- a folyadékoszlop magasságától
- a gravitációs körülményektől: a gravitációs tér erősségétől

Kiszámítási képlete:

$$p = \rho \cdot g \cdot h$$

p – hidrosztatikai nyomás

ρ – sűrűség

g – gravitációs gyorsulás ($g \approx 10 \text{ m/s}^2$)

h – a folyadékoszlop magassága

A LÉGNYOMÁS

A légnyomás a Földet körülvevő levegőréteg súlyából származó nyomás.

A légnyomás értéke függ:

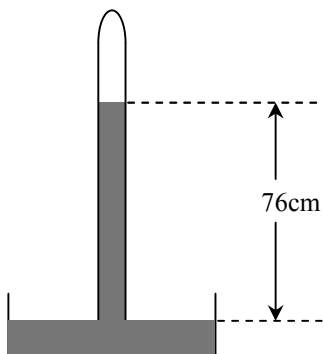
- a tengerszinttől mért magasságtól
- a levegő páratartalmától

A légnyomás számértéke a tengerszinttől mért magasság növekedésével csökken (ugyanis csökken a levegőoszlop magassága, tehát csökken annak súlya is).

A légnyomás létezését először Evangelista Torricelli igazolta kísérletileg 1643-ban (bár az általa elvégzett kísérlet helyes magyarázatát Blaise Pascal adta meg).

A Torricelli kísérlet

Torricelli egy kb. 1 méteres hosszúságú, egyik végén zárt üvegcsövet higannyal töltött meg, majd belefördította egy higanyt tartalmazó edénybe, ügyelve arra, hogy közben



légbuborék ne kerüljön a csőbe. Azt tapasztalta, hogy a csőben levő higany szintje lecsökkent és kb. 76 centiméteres magasságban állapodott meg.

Magyarázat: az edényben levő higany felszínét nyomja a légnyomás, ami megjelenik mindenhol a higany belsejében (Pascal törvényének az értelmében). Az üvegcső szájánál jelen van tehát a légnyomás, valamint a higany hidrosztatikai

nyomása. A hidrosztatikai nyomás a nagyobb, ezért a csőben levő higany szintje addig csökken, amíg a két nyomás ki nem egyenlíti egymást. A csőben a higany felszíne fölötti térrészben légüres tér van jelen (pontosabban alacsony nyomású higanygőz).

A légnyomás különböző mértékegységei közötti kapcsolat:

- 1atm (atmoszféra v. légkör) = 101325Pa ($\approx 10^5$ Pa);
- 1atm \approx 760Hgmm (higanymilliméter)
- 1atm = 1,01325bar (\approx 1bar).

A légnyomás számértéke tengerszint magasságában: 1 atmoszféra (az időjárás függvényében kismértékben változhat).

ARCHIMÉDESZ TÖRVÉNYE

Minden folyadékba, vagy gázba merülő testre hat egy függőlegesen felfelé irányuló erő (Archimédeszi felhajtóerő), amelynek nagysága megegyezik az illető test által kiszorított folyadék-, vagy gázmennyiség súlyával.

Ezen törvény alapján maradnak a víz felszínén a hajók, változtathatják mélységüket a tengeralattjárók, maradnak a levegőben a léghajók, vagy szállnak fel a héliummal töltött léggömbök (stb.).

PASCAL TÖRVÉNYE

Folyadékokra gyakorolt külső nyomás a folyadékban gyengítetlenül továbbterjed (jelen lesz annak minden pontjában) és annak valamely pontjában a nagysága minden irányban ugyanakkora.

A Pascal törvény képezi a működési elvét pl. a hidraulikus présnek és a hidraulikus emelőnek.

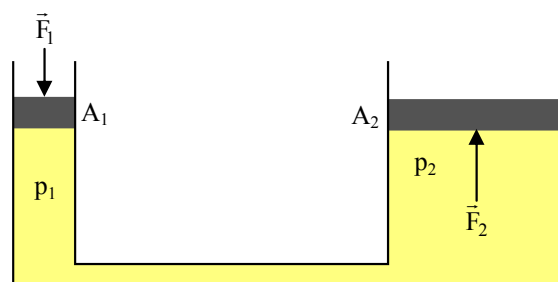
A hidraulikus emelő: segítségével kis erő kifejtéssel nehéz tárgyak emelhetők fel.

F_1 erőt kifejtve az A_1 felületű dugattyúra, F_2 erőt tud kifejteni az A_2 felületű dugattyú.

Pascal törvényének értelmében: $p_1 = p_2$

Figyelembe véve a nyomás kiszámítási képletét, kapjuk:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$



Vagyis ahányszor nagyobb az A_2 felület az A_1 -nél, annyiszor nagyobb lesz az F_2 erő az F_1 -nél.

ÁRAMLÓ FOLYADÉKOK ÉS GÁZOK

Az áramló folyadékok és gázok nyomása kisebb, mint az ugyanolyan körülmények között levő nyugalomban levőké.

A nyomáscsökkenés mértéke függ:

- az áramlási sebességtől
- a sűrűségtől

Ezen a tényen alapszik pl. a repülőgépek, a porlasztó, vagy a víz-légszivattyú működése.

AZ IDEÁLIS GÁZ MODELLJE

Az ideális gáz egy olyan modell, amelynek esetében figyelmen kívül hagyjuk a gázmolekulák méretét (pontszerűnek tekintjük őket) és a közöttük lejárló kölcsönhatásokat a részecskék közötti ütközések kivételével figyelmen kívül hagyjuk (a részecskék ütközését tökéletesen rugalmasnak tekintjük).

A fenti modell segítségével lényegesen egyszerűen lehet leírni a gázokkal kapcsolatos jelenségeket. Az elkövetkezők, ideális gázokra vonatkoznak.

A HŐ, A HŐMÉRSÉKLET

A hő a termikus kölcsönhatás közben bekövetkező energiaváltozás mértéke.

Jele: Q, $[Q] = J$

A hőmérséklet a testek hőállapotát számszerűen jellemző mennyiség.

Jele: T, $[T] = K$ (kelvin)

Valamely test hőmérséklete az őt alkotó részecskék mozgásával van kapcsolatban. A magasabb hőmérséklet hevesebb rezgő, vagy gyorsabb haladó mozgást, míg az alacsonyabb hőmérséklet kevésbé heves rezgő, vagy lassabb haladó mozgást jelenti a részecskéknek.

A hőmérséklet egy állapotot jellemez, míg a hő egy folyamatot, a hőközlési folyamatot.

A GÁZOK ÁLLAPOTJELZŐI

A gázok állapotát jellemző fizikai mennyiségeket állapotjelzőknek (állapothatározóknak) nevezzük:

- térfogat: jele: V, $[V] = m^3$
- nyomás: jele: p, $[p] = Pa$ (pascal)
- hőmérséklet: jele: T, $[T] = K$ (kelvin)

A Celsius és a Kelvin hőmérsékleti skála

A Celsius-skála alsó határa a $-273,15\text{ °C}$, jele: t, $[t] = \text{°C}$ (felső határt a természet szab)

A Kelvin-skála alsó határa a $0K$ (abszolút nulla fok), jele: T, $[T] = K$

A két skála közötti különbség az alsó határ értékében van, a két skála el van tolva egymáshoz képest 273 egységgel.

A két skála közötti átalakítási képlet:

$$T = t + 273$$

GÁZTÖRVÉNYEK

Állapotváltozás: az a folyamat, amelynek során a gázok állapotjelzői megváltoznak.

A gáztörvények kapcsolatot teremtenek a gáz állapotjelzői között állapotváltozás esetén.

A törvények olyan esetekben érvényesek amikor az állapotváltozások során nem változik meg a gáz mennyisége.

1. Az egyesített gáztörvény

A gázok állapotváltozását írja le abban az esetben, amikor megváltozik mindhárom állapotjelző számértéke.

Általános alakja:

$$\frac{p \cdot V}{T} = \text{állandó}$$

Ha a gáz az 1-el jelölt állapotból jut el a 2-vel jelölt állapotba:

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

Gázok állapotváltozásának a során sok esetben nem változik meg mindhárom állapotjelző értéke, hanem közülük csak kettő. Az egyik a háromból állandó marad. Ennek megfelelően az alábbi három esetet különböztetjük meg.

2. Boyle – Mariotte törvénye

Az izoterm (állandó hőmérsékleten végbemenő) állapotváltozást leíró törvény. Izoterm állapotváltozás során a gáz hőmérséklete nem változik meg.

Általános alakja:

$$p \cdot V = \text{állandó}$$

Ha a gáz az 1-el jelölt állapotból jut el a 2-vel jelölt állapotba:

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$$

3. Gay – Lussac I. törvénye

Az izobár (állandó nyomáson végbemenő) állapotváltozást leíró törvény. Izobár állapotváltozás során a gáz nyomása nem változik meg.

Általános alakja:

$$\frac{V}{T} = \text{állandó}$$

Ha a gáz az 1-el jelölt állapotból jut el a 2-vel jelölt állapotba:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

4. Gay – Lussac II. törvénye

Az izochor (állandó térfogaton végbemenő) állapotváltozást leíró törvény. Izochor állapotváltozás során a gáz térfogata nem változik meg.

Általános alakja:

$$\frac{p}{T} = \text{állandó}$$

Ha a gáz az 1-el jelölt állapotból jut el a 2-vel jelölt állapotba:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

AZ IDEÁLIS GÁZ ÁLLAPOTEGYENLETE

Az ideális gáz állapotegyenlete kapcsolatot teremt a gáz állapotjelzői, valamint a gáz mennyisége között.

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

p – nyomás

V – térfogat

n – gázmennyiség (mol-ban kifejezve)

R – általános gázállandó

(R = 8,314 J/(mol·K))

T – hőmérséklet

vagy

$$p \cdot V = n \cdot k \cdot T$$

N – gázmolekulák száma

k – Boltzmann-állandó

(k = 1,38·10⁻²³ J/K)

A HŐTAN I. FŐTÉTELE

Az ideális gáz belső energiája: egyenlő a gázt alkotó részecskék mozgási energiáinak az összegével.

Jele: E_b, [E_b] = J (joule)

A gáz belső energiája csak annak a hőmérsékletétől függ, ugyanis a molekulák sebességét a gáz hőmérséklete befolyásolja.

A hőtan első főtétele a gáz belső energiaváltozására vonatkozik:

Adott gázmennyiség belső energiaváltozása egyenlő a gázzal közölt hőmennyiség és a gázon végzett munka összegével.

Matematikai alakja:

$$\Delta E_b = Q + W$$

ΔE_b – belső energiaváltozás

Q – a gázzal közölt hőmennyiség

W – a gázon végzett munka.

Az ideális gáz belső energiája:

- növekszik, ha melegítjük
- növekszik, ha munkát végzünk rajta (összepréseljük)
- csökken, ha lehűtjük (hőt ad le a gáz)
- csökken, ha munkát végez a környezetén (kiterjed)

A HŐTAN II. FŐTÉTELE

A hőtan második főtétele a természetben önként végbemenő folyamatok irányára vonatkozik.

A természetben önként végbemenő folyamatok iránya olyan, hogy a nagyszámú részecskéből álló rendszerek rendezetlenebb állapotát eredményezik (a legrendezetlenebb állapot az egyensúlyi állapot).

Egy másik megfogalmazás: a hő hidegebb testről melegebb testre önmagától nem megy át.

A HŐTAN HARMADIK FŐTÉTELE

A nulla kelvines hőmérsékleti érték tetszőlegesen megközelíthető, de el nem érhető.

Megj.: A hőtan főtételei más, a fentiektől különböző formában is megfogalmazhatók.

HALMAZÁLLAPOT VÁLTOZÁSOK

Halmazállapot változás akkor következik be, ha egy anyaggal megfelelő mennyiségű hőt közlünk, vagy vonunk el.

olvadás: az anyag szilárd halmazállapotból folyékony halmazállapotba megy át (az anyaggal közölt hő hatására)

fagyás: az anyag folyékony halmazállapotból szilárd halmazállapotba megy át (az anyagtól elvont hő hatására)

párolgás: az anyag folyékony halmazállapotból gáz (gőz) halmazállapotba megy át (ennek során a folyadéktól hő vonódik el). A párolgás az anyag felszínénél megy végbe. Forrás esetén a folyadék teljes tömegében párolog.

lecsapódás: az anyag gáz (gőz) halmazállapotból folyékony halmazállapotba megy át (ennek során hő szabadul fel)

szublimáció: az anyag szilárd halmazállapotból gáz (gőz) halmazállapotba megy át, kihagyva a folyékony halmazállapotot (pl. jég, jód, naftalin, szárazjég)

Halmazállapot változáskor az anyagkeverék hőmérséklete mindaddig nem változik meg, míg a halmazállapot-változás teljes mértékben végbe nem megy.

pl.: A jég 0°C -os hőmérsékleten olvad. A jég-víz keverék hőmérséklete mindaddig nem változik meg, míg a teljes jégmennyiség el nem olvad. A keletkezett 0°C -os hőmérsékletű víz ez után melegíthető tovább.

Az anyagok olvadás és forráspontja függ a külső nyomástól. A nyomás növekedésével az olvadáspont csökken, a forráspont pedig növekszik.

pl. :A víz, normál légköri nyomáson 100°C -os hőmérsékleten forr. Nagyobb nyomáson a forráspont megnő, kisebb nyomáson lecsökken.

A HŐTÁGULÁS

A testek hőmérsékletük növekedésekor megnövelik méreteiket (kiterjednek).

A hőtágulás lehet:

- lineáris: egydimenziósnek tekinthető testek esetén
- felületi: kétdimenziósnek tekinthető testek esetén
- térfogati: háromdimenziósnek tekinthető testek esetén

A hőtágulás szempontjából az anyagok közül a víz kivételesen viselkedik: térfogata 4°C -os hőmérsékleten a legkisebb (ezen a hőmérsékleten legnagyobb a sűrűsége). Ennél nagyobb hőmérsékleteken úgy viselkedik, mint a többi anyag (melegítve kiterjed, lehűtve összehúzódik), kisebb hőmérsékleteken pedig rendhagyóan: csökkentve a hőmérsékletet, térfogata növekszik, növelve a hőmérsékletet, térfogata lecsökken.

HŐVEZETÉS, HŐÁRAMLÁS, HŐSUGÁRZÁS

Hővezetés: esetén az energia részecskéről – részecskére átadódva terjed.

Hővezetés esetén nincs anyagáramlás (részecskeáramlás).

A hővezetés a szilárd anyagokra jellemző.

Hőáramlás: esetén az energiát a részecskék felveszik a hőforrástól, elszállítják, majd leadják.

Hőáramlás esetén van anyagáramlás (részecskeáramlás).

A hőáramlás folyadékokra és gázokra jellemző.

Hősugárzás: esetén az energiaátadás elektromágneses sugárzás formájában történik.

Hősugárzás esetén nincs szükség közegre az energia átadásához (pl.: a Nap melegíti a Földet).

KVANTUM- ATOM- ÉS MAGFIZIKA

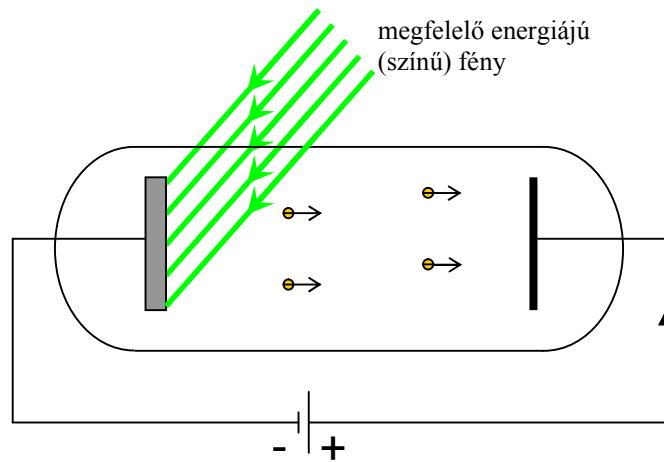
A FÉNYELEKTROMOS HATÁS

Azt az elektron-kibocsátást, amely akkor jön létre, amikor egy szilárd anyagot elektromágneses sugárzás ér, fényelektromos hatásnak nevezzük.

Ha egy fémre megfelelő frekvenciájú (színű) fénysugárral világítunk meg, akkor felületét elektronok hagyják el.

A jelenség kisebb frekvenciájú (energiájú) fény esetén nem jön létre.

A kilépő elektronok energiája annál nagyobb minél nagyobb a fény frekvenciája (az elektron-kibocsátás megkezdődése után).



A kilépő elektronoknak a száma függ a megvilágítás erősségétől.

A fényelektromos hatás nem magyarázható a fény hullámjellegével, hanem csak annak részecske jellegével. Ennek értelmében a fény az energiát nem folytonosan, hanem adagokban (kvantumokban) szállítja (ezért az energia kibocsátás és elnyelés is csak adagokban történhet). Egy energia adag a foton nevet kapta.

A foton nyugalmi tömege: 0

A foton energiája:

$$E = h \cdot f$$

h – Planck-állandó ($h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s}$)

f – frekvencia

A fény kettős természetű: részecske és elektromágneses hullám egyben.

Terjedésekor a fény elektromágneses hullámként viselkedik, az anyaggal való kölcsönhatásakor részecskeként.

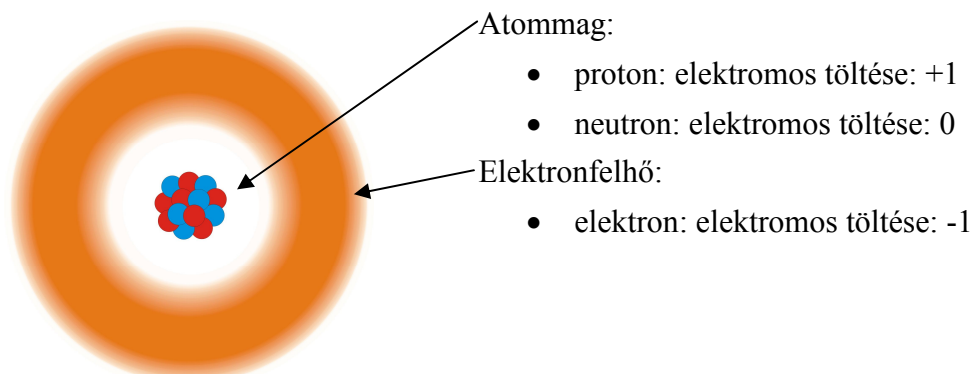
Az elektromágneses hullámok kettős természete felvetette a kérdést, hogy vajon a részecskék is kettős természetűek-e, vagyis mutatnak-e hullámtulajdonságot?

A részecskék hullámtulajdonságát először az elektronok esetén mutatták ki.

AZ ATOM SZERKEZETE

Az atomokat protonok, neutronok és elektronok alkotják.

Az atom központi részében, az atommagban található a protonok és a neutronok (együttesen: nukleonok), míg az elektronok az ezt körülvevő elektronfelhőben.



Az elektromosan semleges atomokban a protonok és az elektronok száma megegyezik.

Az atomi tömegegység:

Az atomi tömegegység egyenlő a 12-es szénizotóp tömegének tizenketted részével.

Jele: u, [u] = kg

$$1u = 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Részecske	Tömeg (kg)	Tömeg (u)	Töltés	Töltés (C)
Proton	$1,6726 \cdot 10^{-27}$	1,007262 (≈ 1)	+1	$+1,602 \cdot 10^{-19}$
Neutron	$1,6749 \cdot 10^{-27}$	1,008647 (≈ 1)	0	0
Elektron	$9,1093 \cdot 10^{-31}$	0,000548 (≈ 0)	-1	$-1,602 \cdot 10^{-19}$

A rendszám:

Egy elem rendszáma megegyezik az atommagjában található protonok számával.

Jele: Z

A neutronsám:

Egy elem neutronszáma megegyezik az atommagjában található neutronok számával.

Jele: N

A tömegszám:

Egy elem tömegszáma megegyezik az atommagjában található protonok és neutronok számával.

Jele: A

A fenti három mennyiség között az alábbi összefüggés áll fenn:

$$A = Z + N$$

Az atomokat a vegyjelükkel jelöljük (mely általában az elem nevének első betűiből tevődik össze).

A vegyjel mellett a bal felső sarokba a tömegszámot, a bal alsó sarokba a rendszámot írjuk: A_ZX .

Pl.: ${}^{16}_8\text{O}$, ${}^{35}_{17}\text{Cl}$

Izotópok:

Az azonos rendszámú de különböző tömegszámú atommagokat izotópoknak nevezzük (latinul: *izo* – azonos, *topos* – hely).

Pl.: hidrogén (${}^1_1\text{H}$), deutérium (${}^2_1\text{H}$), trícium (${}^3_1\text{H}$)

ATOMMODELLEK

A Thomson-modell

Ezen modell értelmében az atom teljes térfogata a pozitív rész által folytonosan kitöltött (ez adja az atom tömegének nagy részét). Ebbe vannak beágyazva az elektronok, melyek vagy nyugalomban vannak az atom középpontjában, vagy meghatározott sugarú pályákon keringenek az atomban.

Ez a modell nem maradt fenn sokáig, mert kiderült, hogy az atom nem lehet folytonosan kitöltött.

A Rutherford-modell

Kísérleti tapasztalatok alapján megszületett új atommodell értelmében az atom egy kb. 10^{-15}m átmérőjű, pozitív töltésű magból áll, mely körül keringenek körpályákon az elektronok. Az elektronok mozgása a mag körül úgy képzelhető el, mint a bolygók mozgása a Nap körül. Az elektronokat az elektrosztatikus vonzóerő tartja körpályán a mag körül. Az egész atomnak az átmérője kb. 10^{-10}m

A Bohr-modell

Az atom bolygómodelljének komoly hibája volt az, hogy értelmében az atom nem lehetett stabil (ami ellentmond a tapasztalatnak). A körpályán mozgó elektronok, gyorsuló mozgásuk miatt energiát kellene kisugározzanak, ami miatt az atom nem lenne stabil.

Rutherford atommodelljét Niels Bohr egészítette ki, oly módon, hogy az már megfelelt a tapasztalatoknak. Ennek megfelelően az atom rendelkezik kötött állapotokkal, melyekben nem nyel el és nem bocsát ki energiát (elektromágneses sugárzást – fotont), illetve csak akkor nyel el vagy bocsát ki energiát, ha az egyik kötött állapotból egy másikba megy át.

Az atom a különböző kötött állapotokban különböző energiákkal rendelkezik. Energia felvételkor (gerjesztéskor) az atom valamely elektronja (elektronjai) veszi fel az energiát. Az energia-felvétel által az elektron egy nagyobb energiájú pályára kerül, ami nem stabil, ezért az elektron visszatér eredeti pályájára, miközben kibocsát egy fotont. Ez az energia-felvétel csak bizonyos, jól meghatározott energiaértékkel rendelkező foton esetén jön létre, illetve az atomok csak ezzel megegyező energiájú fotonokat bocsáthatnak ki. Az

energia felvétel és leadás csak jól meghatározott energiájú adagokban (kvantumokban) történhet.

Míg a szabad elektronok bármilyen értékű mozgási energiával rendelkezhet, addig az atomban levő elektronok csak meghatározott értékűekkel.

Ha az atomban valamely elektron kellően nagy energiát kap, kívül kerülhet az atomon. Ebben az esetben az atom ionizálódik.

A valószínűségi modell

A Bohr-modell csak a hidrogén atom esetében adott a kísérletekkel egyező eredményeket. A mai elképzelések szerint az atomban az elektronok lehetséges helyét, az ott-tartózkodás valószínűségét adhatjuk meg.

AZ ERŐS KÖLCSÖNHATÁS

Az atommagban található protonok taszítják egymást (mivel töltéseik azonos előjelűek), ami az atommagot szét kellene „lökje”. A nukleonok között hat a gravitációs vonzóerő, de ennek nagysága jóval kisebb, mint az elektrosztatikus taszításé.

Az atommagot alkotó nukleonok a közöttük fellépő erős kölcsönhatásnak köszönhetően maradnak együtt.

Az atommagot alkotó nukleonok közötti vonzásban megnyilvánuló kölcsönhatást erős kölcsönhatásnak nevezzük.

Az erős kölcsönhatást a magerő közvetíti, mely a következő tulajdonságokkal rendelkezik:

- erősen vonzó jellegű (a Coulomb és a gravitációs erőnél lényegesen erősebb)
- töltésfüggetlen: proton-proton, proton-neutron, neutron-neutron között egyaránt létrejön
- nagyon rövid hatótávolságú: kb. $1,4 \cdot 10^{-15}$ m, ami azt jelenti, hogy egy nukleon gyakorlatilag csak a vele szomszédos nukleonokkal van kölcsönhatásban.

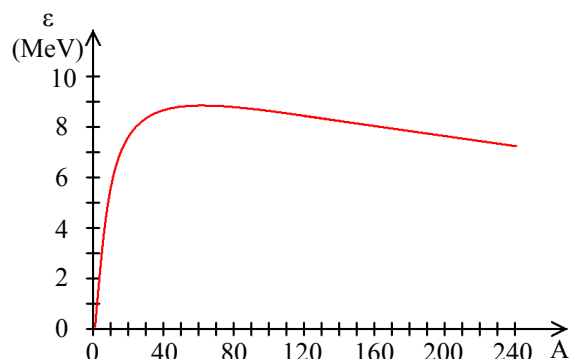
A KÖTÉSI ENERGIA

A kötési energia megadja azt, hogy mennyi energia szükséges az atommag nukleonokra történő szétbontásához. A kötési energia az atommag stabilitását jellemzi. A tömegszámmal osztott kötési energiát egy nukleonra jutó kötési energiának nevezzük (jele: ϵ). A kötési energiát (mint minden más energiát) az atom- és magfizikában elektronvoltban (eV), illetve ennek többszöröseiben mérik ($1\text{eV} = 1,6021 \cdot 10^{-19}\text{J}$).

Az egy nukleonra jutó kötési energia az 56-os tömegszámú vas esetén a legnagyobb, az összes többi elem esetén ennél kisebb. Ez azt jelenti, hogy a vas atommagja a legstabilabb, mert nukleonjai a legerősebben kötődnek egymáshoz.

Az atommagok, mint minden fizikai rendszer a lehető legkisebb energiájú állapot elérésére törekszenek. Ezért az 56-osnál kisebb tömegszámú atommagok egyesüléssel

(fúzióval), az ennél nagyobb tömegszámúak szétbomlással (hasadással) igyekeznek ezt megvalósítani. Mindkét folyamat energia-felszabadulással jár.



A RADIOAKTIVITÁS

A radioaktivitás a nem stabil atommagok bomlásának (külső hatás nélküli átalakulásának) folyamata. Ezen folyamat során az atommag különböző fajta sugarakat bocsát ki magából, miközben más atommaggá alakul. Radioaktív sugárzással a nem radioaktív elemek is azzá tehetők (mesterséges radioaktivitás). Adott fajtájú radioaktív atommagok esetén másodpercenként mindig a kezdetben jelenlevő atommagok számának ugyanaz a tört része bomlik el. Az elemek radioaktivitására jellemző a *felezési idő*, amely egyenlő azzal az időtartammal, ami alatt a radioaktív izotóp atommagjainak a fele elbomlik (ez milliomod másodperc és milliárd évek közötti időtartam lehet).

Az atommagok átalakulása mesterségesen is előidézhető az atommag különböző fajta részecskével (pl.: α részecske, neutron), vagy elektromágneses sugárzással történő kölcsönhatásának eredményeként. Ezt a folyamatot magreakciónak nevezzük.

A maghasadás olyan magreakció, amelynek eredményeként az atommag két, közel azonos tömegű részre bomlik. A maghasadás létrejön spontán módon (külső hatás nélkül) a transzurán elemeknél.

ATOMMAGSUGÁRZÁSOK

Az atommag átalakulását atommagsugárzások kísérik, melyekből három fajtát különböztetünk meg:

- α (alfa) sugárzás: He atommagból, azaz két protonból és két neutronból összetevődő atommagból álló sugárzás. Alfa sugárzás kibocsátásakor az atom rendszáma 2-vel, tömegszáma 4-el csökken. Az α sugarak kis áthatolóképességgel rendelkeznek (levegőben néhány centiméter).
- β (béta) sugárzás: elektronból (β^-), vagy pozitronból (β^+) (a pozitron az elektronnal megegyező tömegű, de ellentétes töltésű részecske – az elektron antirészecskéje). Ezen sugárzás esetén az atom tömegszáma nem változik, de rendszáma igen. A β sugarak az α -nál nagyobb áthatoló képességgel rendelkeznek (levegőben néhány méter).

- γ (gamma) sugárzás: nagy frekvenciájú ($1,1 \cdot 10^{19} - 6 \cdot 10^{20}$ Hz) elektromágneses sugárzás. Nagy áthatoló képességű sugárzás (akár több méteres vastagságú betonfalon is keresztülhatol).

A RADIOAKTÍV SUGÁRZÁSOK BIOLÓGIAI HATÁSA

Az atommagsugárzásoknak biológiai (az élő szövetekre gyakorolt hatása) van: károsíthatják, elpusztíthatják a sejteket. Az atommag sugárzások ionizációt okoznak, illetve molekulákat hasíthatnak szét, melynek következtében a sejt károsodhat.

A sugárzás fajtájától, illetve a sugárzást ért szervektől függően a biológiai hatások eltérőek. A szövetek regenerálódásának köszönhetően a nem túl nagy mértékű sugárzásnak nincs káros hatása. Testünk állandó jelleggel ki van téve a környezetünk részéről radioaktív sugárzásnak, az úgynevezett háttérsugárzásnak.

A radioaktív sugárzások genetikai elváltozásokat is okozhatnak, amely miatt hatása csak az utódokban jelentkezik.

A sugárzás hatása annál nagyobb, minél erősebb a sugárforrás, minél hosszabb ideig tart a besugárzás és minél kisebb a sugárforrástól való távolság.

A NUKLEÁRIS ENERGIA FELHASZNÁLÁSA

Az atommaghasadás (atommag fisszió)

Az atommaghasadás az a folyamat, melynek során egy atommag két másik atommaggá és két-három neutronná bomlik. A maghasadás során jelentős mennyiségű energia szabadul fel elektromágneses sugárzás és a „szétrepülő” atommag-részek mozgási energiájának a formájában.

A maghasadás létrejöhet spontán módon, vagy külső hatásra (pl.: egy az atommagnak ütköző kis sebességű neutron hatására). A felszabaduló energiát lehet hasznosítani békés célokra (atomreaktorok–elektromos energiatermelés), vagy háborús célokra (atombomba, hidrogénbomba).

A maghasadásokor keletkező neutronok újabb hasadásokat idézhetnek elő. Ezt a folyamatot láncreakciónak nevezzük. A láncreakció csak megfelelő mennyiségű hasadóanyag esetén tartható fenn. A legkisebb anyagmennyiséget, amely esetén a láncreakció fenntartható *kritikus tömegnek* nevezzük.

Az atomreaktor

Az atomreaktor a maghasadásokból származó nukleáris energiát hőenergiává alakítja, melyet azután elektromos energiává alakítanak át. Az atomreaktorok működésének szempontjából lényeges az, hogy a maghasadások számát felügyelet alatt tartásuk, ezzel a felszabaduló energia mennyiségét szabályozzák. A szabályozott láncreakciót neutron elnyelő anyagok segítségével valósítják meg (pl.: bór, kadmium). A hasadásból származó nagy sebességű neutronokat a reaktorban az újabb hasadás előidézésének érdekében lelassítják (pl.: vízzel, nehézzvízzel, grafitval).

A paksi atomerőmű:

Az atomerőművek felépítése nagyon hasonlít a hagyományos hőerőművekéhez. A különbség közöttük az, hogy míg a hagyományos hőerőművekben a hőt szén, szénhidrogének, hulladék elégetésével nyerik, addig az atomerőművekben ez atommaghasadásokból származik.

A paksi atomerőmű 1970-80-as években épült, és a Magyarországon előállított elektromos energia közel 40%-át termeli meg.

Négy, egyenként körülbelül 460MW teljesítményű kétkörös nyomott vizes reaktorból áll. Az első (primer) körben a vizet nagy nyomáson tartják (130-150bar), így az még 300°C hőmérsékleten sem forr fel. A primer körű víz átadja a hőt a második (szekunder) körű víznek, mely felforr és a keletkezett gőz megforgatja a turbinákat, melyek a generátort forgatják. A primer és a szekunder körű víz egymással nem keveredik.

A reaktor fűtőanyaga dúsított uránium-dioxid, a keletkező neutronok lassítását pedig a primer körű víz végzi.

Az atombomba

A nukleáris fegyverek esetében az a cél az, hogy az atomenergiát nagyon rövid idő alatt szabadítsák fel. Ennek érdekében a láncreakciót nem szabályozzák. A bombában a hasadóanyagot a kritikus tömegnél kisebb adagokban, egymástól elkülönítve helyezik el. A felrobbantás pillanatában ezeket a részeket, hagyományos robbanóanyag segítségével egymásba lövik, így beindul a láncreakció és a bomba felrobban.

Az atom – (és hidrogén) bombák esetében a pusztítás mértékét (a bomba „erejét”) kilo-, illetve megatonnában adják meg, ami azt jelenti, hogy ennyi ezer, illetve millió tonna TNT (tri-nitro-toluol) fejt ki akkor romboló hatást, mint az illető bomba.

Az atombomba kifejlesztésében a második világháborúban a „Manhattan-terv” keretén belül részt vettek magyar tudósok is, többek között Szilárd Leó, Neumann János, Teller Ede, Wigner Jenő.

Az atommagfúzió

Atommagfúzióknak nevezzük két atommag egyesülését egyetlen atommaggá. Ha a keletkező atommag tömegszáma kisebb mint 56, akkor a folyamat energia-felszabadulással jár. Az atommagok egyesüléséhez nagyon magas hőmérséklet (több tízmillió fok) és nyomás szükséges.

Ez a folyamat zajlik le a csillagok belsejében, ahol is túlnyomórészt hidrogén atommagok egyesülnek hélium atommagokká, ezzel biztosítva azok energiaellátását.

Az atommagfúzió szabályozása nem olyan könnyen megvalósítható, mint a maghasadásé. Földi körülmények között gazdaságos energiatermelésre ezt még nem sikerült megvalósítani, de folynak erre vonatkozó kísérletek.

A hidrogénbomba

A hidrogénbomba esetében (melynek kifejlesztésében Teller Ede is részt vett) a felszabaduló energiát az atommagfúzió biztosítja.

A hidrogénbombák jóval nagyobb pusztító erejűek, mint az atombombák.

Mivel a fúzió csak magas hőmérsékleten és nyomáson megy végbe, a hidrogénbombát egy, a belsejében elhelyezett atombomba felrobbantásával lehet beindítani, amely ezeket a feltételeket biztosítja.

CSILLAGÁSZAT

A HELIOCENTRIKUS VILÁGKÉP

A heliocentrikus, vagyis Napközpontú világkép szerint a Naprendszer középpontjában a Nap található, amely körül keringenek közel körpályán a bolygók. Ennek az elterjedése Nikolausz Kopernikusz nevéhez fűződik. A 16. századig ezzel ellentétben Ptolemaiosz geocentrikus világképe volt uralkodó, mely szerint a Föld a világ közepe és minden égitest a Föld körül kering.

A Naprendszer központjában található csillag körül nyolc bolygó kering, attól távolodva, sorrendben: Merkúr, Vénusz, Föld, Mars, Jupiter, Szaturnusz, Uránusz, Neptunusz. Közülük az első négy kőzetbolygó (Föld-típusú bolygó), a második négy gázóriás.

A bolygókat a gravitációs vonzás tartja Nap körüli pályán. A Naprendszer össztömegének több mint 99,8%-a a Napban összpontosul. A Nap körül keringő testek nagy része közel azonos síkban kering, melyet ekliptikának nevezünk. A bolygók mozgásának pontos leírására a Kepler-törvények szolgálnak.

A KEPLER-TÖRVÉNYEK

A bolygók mozgását leíró törvényeket Johannes Kepler német csillagász állapította meg a 17. században.

- I. A bolygók pályája ellipszis, és annak egyik gyújtópontjában van a Nap.
- II. A bolygók vezérsugara (a bolygót a Nappal összekötő szakasz) azonos idők alatt azonos területet sűrol.
- III. A bolygók Naptól való átlagos távolságainak (a pálya fél nagytengelyeinek) köbei úgy aránylanak egymáshoz, mint a keringési idejük négyzetei.

Mivel a bolygók nem kör, hanem ellipszis pályán keringenek, a Naptól való távolságuk folyamatosan változik.

Valamely bolygó a Nap körül nem állandó nagyságú sebességgel kering. Adott bolygó a Naphoz közelebb nagyobb, tőle távolabb kisebb sebességgel mozog, amit a II. törvény fejez ki.

Az egyes bolygók keringési ideje különbözik. A Naphoz közelebbi bolygók kisebb, a tőle távolabbiak nagyobb keringési idővel rendelkeznek. Ezt a III. törvény fejezi ki.

CSILLAGFEJLŐDÉS

A Nap néhány jellemzője (kerekített értékek):

- sugár: 700000km (110 Föld-sugár)
- tömeg: $2 \cdot 10^{30}$ kg (333000 Föld-tömeg)
- felszíni hőmérséklet: 6000°C
- központi hőmérséklet: 15 millió °C
- kor: 4,5 milliárd év (hátralevő élettartam kb.: 5-6 milliárd év)

A csillagok a kellően nagy tömegű, felhőkbe tömörülő csillagközi anyagból keletkeznek (keletkeztek). A gravitáció hatására összehúzódó felhő belsejében növekszik a nyomás és a hőmérséklet. A zsugorodás addig tart, míg a középpontban be nem indul és kellően intenzívvé nem válik a hidrogén atommagok fúziója (egyesülése) hélium atommaggá. Ekkor beáll egy egyensúlyi állapot a csillagot összehúzó gravitáció és az azt szétnyomó nyomás között. A fúziós folyamat biztosítja a csillagok energiatermelését.

Valamely csillag sugara, felszíni és központi hőmérséklete, forgási sebessége, élettartama valamint fejlődése a tömegétől függ. A nagyobb tömegű csillagok sugara nagyobb, felszíni és központi hőmérséklete is magasabb, forgási sebessége nagyobb, élettartama kisebb.

A csillagok életük nagy részét (kb.: 90%-át) egyensúlyi állapotban töltik és életük csak kisrészét tölti ki kialakulásuk és pusztulásuk.

A csillagok alsó tömeghatára kb. 0,1 naptömeg körüli. Ennél kisebb tömeg esetén nem indulnak be a csillagokra jellemző fúziós reakciók. Az ilyen égitesteket barna törpéknek nevezzük.

A 0,1 naptömeg feletti tömegű csillagok fejlődésük vége felé a vörös óriás állapotba kerülnek, amikor is a mag összehúzódik, de a külső rétegek kitágulnak (akár a sugár 100-szorosára is).

A vörös óriás ezek után összehúzódik és amennyiben a kezdeti csillag tömege kb. 0,5-7 naptömeg, a második felfúvódás alkalmával elveszíti külső héjait (ezzel együtt tömege egy részét is). Az elvesztett anyag a csillag hatására sugárzást bocsát ki. Ezt a sugárzó anyagot nevezik planetáris ködnek.

Az 5 naptömeg alatti tömegű csillagok, miután elvesztik a külső héjaikat, összezsugorodnak. Ez az energiatermelő folyamatok megszűnésének következménye. Ekkor a csillagok fehér törpévé alakulnak. A fehér törpék átmérője kb. néhány 10 ezer km (Föld méretűek), sűrűségük nagy (1-10 milliárd kg/m^3 – a víz sűrűsége 1000 kg/m^3). A fehér törpe lassan kihűlve fekete törpévé alakul.

Amennyiben a csillag tömege 5-8 naptömegnél nagyobb, a magban olyan folyamatok zajlanak le, melyek egy hatalmas robbanáshoz vezetnek, melyet szupernóva robbanásnak nevezünk.

A szupernóva robbanás során a magból neutron csillag keletkezik (ezt nem csak neutronok alkotják), melynek átmérője 10 km körüli, sűrűsége az atommag sűrűségéhez közeli (10^{20} - 10^{22} kg/m^3). A neutron csillag már nem termel energiát, gyorsan (néhány 10-100 ezer év alatt) kihűl.

Amennyiben a csillag tömege 25-30 naptömegnél nagyobb, magjából fekete lyuk alakulhat ki. A fekete lyukak gravitációs tere olyan erős, hogy azt sem anyag, sem sugárzás (így a fény sem) képes elhagyni. A fekete lyukakat csak a környezetükkel való kölcsönhatásuk révén lehet megfigyelni.

A csillagok a Világegyetemben galaxisokba csoportosulva találhatók. A galaxisokat a tagjainak gravitációs vonzása tartja össze. A Naprendszer a Tejútrendszer nevű galaxisban található. A galaxisok három fő csoportba sorolhatók:

- elliptikus galaxisok: alakjuk a gömb alaktól a lencse alakig terjed, melyben az anyagsűrűség a központtól kifelé haladva csökken
- spirális galaxisok: erősen lapult alakúak, melyek egy központi magból és az azt körülvevő korongban található spirálkarokból állnak
- szabálytalan galaxisok: kis méretűek, szimmetrikus felépítéssel nem rendelkeznek

A galaxisok nem egyenletesen elszórva, hanem csoportokba rendeződve találhatók a Világegyetemben, melyeket galaxishalmazoknak nevezünk.

A KOZMOLÓGIA ALAPJAI

A tudomány mai állása szerint a Világegyetem az ősrobbanással született 15-20 milliárd évvel ezelőtt. Ekkor jött létre a tér és az azt kitöltő anyag.

Az ősrobbanás elméletét több megfigyelés is alátámasztja:

- az egész Világegyetem tágul, azaz benne minden test távolodik a többitől
- a Világegyetem anyagának 25%-a hélium, aminek mintegy egynegyede csak az ősrobbanást követő percekben keletkezhetett
- a minden irányból közel egyenletesen érkező kozmikus háttérsugárzás, ami a Világegyetem hőmérsékletének a csökkenésekor keletkezett

FELHASZNÁLT FORRÁSOK

- MEDGYES SÁNDORNÉ: Fizika 9. évfolyam középiskola, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2004
- MEDGYES SÁNDORNÉ: Fizika 10. évfolyam középiskola, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2004
- VÁRNAGY ISTVÁN: Fizika szakiskola 9. évfolyam, Nemzeti Tankönyvkiadó, 2004
- D. CIOBOTARU, T. ANGELESCU, I. MUNTEANU, M. MELNIC, M. GALL: Fizika tankönyv a XII. osztály számára, Editura Didactică și Pedagogică, R.A., Bukarest, 1995
- SIMONYI KÁROLY: A fizika kultúrtörténete a kezdetektől 1990-ig, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1998
- GULYÁS J., RÁCZ M., TOMCSÁNYI P., VARGA A.: Fizika ennyit kell(ene) tudnod, Akkord, Panem, Budapest, 1998
- V. GRECU, M. RUSU, E. DOBRE: Fizika a XI. osztály számára, Editura Didactică și Pedagogică, Bukarest, 1978
- <http://hu.wikipedia.org>
- <http://www.sulinet.hu>
- <http://mozaik.info.hu/MozaWEB/feny/>
- <http://www.kfki.hu/fszemle/>
- <http://npp.hu>
- <http://freeweb.hu>