Fizika nagyokos

összeállította: Juhász László (www.bioszoft.hu)

Newton törvények:

I. Van olyan vonatkoztatási rendszer, amelyben a testek mozgásállapotukat csak más testekkel vagy mezőkkel való kölcsönhatás során változtatják meg. Az ilyen rendszert inercia rendszernek nevezzük.

II. Inercia rendszerben: $F = \frac{\Delta I}{\Delta t} = m \cdot a$

III. Ugyanabban a kölcsönhatásban az erő és az ellenerő:

- egyenlő nagyságú
- közös hatásvonalú és ellentétes irányú
- egyik az egyik testre, másik a másik testre hat

Dinamika alaptörvénye: $\Sigma F = m \cdot a$

Egyenes vonalú, egyenletes mozgás

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

Dinamikai feltétel: A testre ható erők eredője nulla.

Egyenes vonalú, egyenletesen változó mozgás, szabadesés

$a = áll.$ (lehet negatív is)

$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{a}{2} \cdot t^2 = \frac{v_0 + v_t}{2} \cdot t$ (ez nem az út, hanem a test pillanatnyi helye!!!)

$v_t = v_0 + a \cdot t = \sqrt{2as + v_0^2}$

szabadesés esetén a fenti képletek alkalmazhatók:

ha a pozitív irány lefelé mutat, akkor $a = g \approx 10 \frac{m}{s^2}$, ellenkező esetben $a = -g \approx -10 \frac{m}{s^2}$

Dinamikai feltétel: A testre ható erők eredője állandó nagyságú és hatásvonala megegyezik a pálya egyenesével.

Egyenletes körmozgás

$\varphi = \omega t$; $s = v \cdot t$; $s = r \cdot \varphi$; (φ radiánban!!!)

$v = \frac{2r\pi}{T} = r \cdot \omega = 2r\pi f$; $T = \frac{1}{f}$; $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{\varphi}{t}$

fordulatok száma: $N = \frac{\varphi}{2\pi} = \frac{t}{T}$

$a_{cp} = r\omega^2 = \frac{v^2}{r}$

$F_{cp} = m \cdot a_{cp}$

Dinamikai feltétel: Az eredő erő nagysága állandó, iránya pedig a körpálya középpontja felé mutat.

Munkatétel:

Általános alak: $\Delta E_m = W$ vagyis részletesen:

$$\frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2 + \frac{1}{2}Dy_2^2 + \frac{1}{2}\Theta\,\omega_2^2 - \left(\frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 + \frac{1}{2}Dy_1^2 + \frac{1}{2}\Theta\,\omega_1^2\right) = \Sigma W$$

Ekkor a jobboldalon nem szerepelhet a gravitációs és rugó erő munkája!!! A baloldalon általában egyszerre nem szerepel mind a négyféle energia.

Energia megmaradás tétele:

Konzervatív rendszerben:

$\Delta E_m = 0$ vagy $E_1 = E_2$

$$\frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2 + \frac{1}{2}Dy_2^2 + \frac{1}{2}\Theta\,\omega_2^2 - \left(\frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 + \frac{1}{2}Dy_1^2 + \frac{1}{2}\Theta\,\omega_1^2\right) = 0$$

vagy

$$\frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 + \frac{1}{2}Dy_1^2 + \frac{1}{2}\Theta\,\omega_1^2 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2 + \frac{1}{2}Dy_2^2 + \frac{1}{2}\Theta\,\omega_2^2$$

Lendület megmaradás tétele

Zárt rendszer összimpulzusa állandó.

két test esetén: $m_1v_1 + m_2v_2 = m_1u_1 + m_2u_2$

Ütközések:

Tökéletesen rugalmatlan (a két test sebessége az „ütközés" előtt vagy után megegyezik):

$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1u_1 + m_2u_2$ (a sebesség negatív is lehet!!!)

Tökéletesen rugalmas:

$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1u_1 + m_2u_2$

$$\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2$$

$v_1 - v_2 = u_2 - u_1$

(ezen utóbbi egyenlet az első kettőből következik)

Kepler törvényei

1. A bolygók pályája ellipszis, amelynek egyik fókuszpontjában a Nap áll.
2. A Naptól a bolygókhoz húzott vezérsugár egyenlő idők alatt egyenlő területeket súrol. (a bolygók Napközelben gyorsabban mozognak, mint Naptávolban)
3. $\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$, ahol *T* keringési idő, *a* pedig a fél nagytengely

megjegyzés: ezek a törvények érvényesek a Föld és mesterséges égitestei viszonylatában is

Anyagi pont egyensúlya

$\Sigma F = 0$

Merev test egyensúlya

$\Sigma F = 0$ és $\Sigma M = 0$

Harmónikus rezgőmozgás

$x = A \cdot \sin(\omega t)$; $v = A \cdot \omega \cdot \cos(\omega t)$; $a = -A \cdot \omega^2 \cdot \sin(\omega t) = -\omega^2 \cdot x$

$\omega = \frac{2\pi}{T}$ **;** $f = \frac{1}{T}$ **;** A: amplitúdó; $v_{\max} = A\omega$ **;** $a_{\max} = A\omega^2$ **;**

Dinamikai feltétel: $F = -Dx$

Energia: $E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}Dx^2 = \frac{1}{2}DA^2 = \frac{1}{2}mv_{\max}^2$

Kapcsolat a kitérés és a sebesség közt: $x^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2 = A^2$

periódusidő: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}}$

rugók sorba kötve: $D = \frac{D_1 \cdot D_2}{D_1 + D_2}$;

rugók párhuzamosan, vagy a test két oldalán: $D = D_1 + D_2$

ha egy D rugóállandójú rugót a közepénél kettévágunk, akkor a keletkező darabok állandója 2D lesz

Fonálinga (matematikai inga)

$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

Haladó hullámok

$c = \lambda \cdot f$; $f = \frac{1}{T}$ **;** $\omega = \frac{2\pi}{T}$ **;** $y(x,t) = A\sin\left[\omega\left(t - \frac{x}{c}\right)\right]$

Hullámjelenségek

- visszaverődés: $\alpha = \beta$
- törés: $\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{c_1}{c_2} = n_{2,1}$; f nem változik, c és λ változik
- hullámok találkozása, interferencia (k=0, 1, 2…)

  ha a két hullám azonos fázisban indul:

  akkor a maximális erősítés feltétele: $\Delta s = 2k\frac{\lambda}{2}$

  akkor a maximális gyengítés feltétele: $\Delta s = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$

  ha a két hullám ellentétes fázisban indul:

  akkor a maximális erősítés feltétele: $\Delta s = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$

  akkor a maximális gyengítés feltétele: $\Delta s = 2k\frac{\lambda}{2}$
- elhajlás
  akkor figyelhető meg, ha a rés szélessége közelítőleg megegyezik a hullámhosszal
- polarizáció
  csak transzverzális hullám esetén figyelhető meg

Pascal törvénye

Folyadékra vagy gázra ható külső erő által létrehozott nyomás a folyadékban vagy gázban minden irányban gyengítetlenül terjed.

Hidrosztatikai nyomás

$p = \rho \cdot g \cdot h$, ahol h a folyadék vagy gáz magassága

Arkhimedesz törvénye

$F = V_t' \cdot \rho_f \cdot g$

Hőtágulás

- vonalas (lineáris): $\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta t$; $l_t = l_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta t) = l_0 + \Delta l$
- térfogati: $\Delta V = V_0 \cdot \beta \cdot \Delta t$; $V_t = V_0 \cdot (1 + \beta \cdot \Delta t) = V_0 + \Delta V$

  $\beta \approx 3\alpha$; $\rho_t = \dfrac{\rho_0}{1 + \beta \cdot t}$

Gáztörvények

- Egyesített gáztörvény: ha m=állandó, akkor $\dfrac{p_1 V_1}{T_1} = \dfrac{p_2 V_2}{T_2}$
- Gay-Lussac I. törvénye: ha p=állandó (izobár), akkor $\dfrac{V_1}{T_1} = \dfrac{V_2}{T_2}$
- Gay-Lussac II. törvénye: ha V=állandó (izochor), akkor $\dfrac{P_1}{T_1} = \dfrac{P_2}{T_2}$
- Boyle-Mariotte törvény: ha T=állandó (izoterm), akkor $p_1 V_1 = p_2 V_2$

megjegyzés: **A hőmérséklet kelvinben!!!**

Ideális gázok állapotegyenlete

$pV = nRT$; vagy $pV = NkT$; vagy $p = \dfrac{\rho RT}{M}$

$R = 8{,}31 \cdot \dfrac{J}{mol \cdot K}$; $k = 1{,}38 \cdot 10^{-23} \dfrac{J}{K}$; N a részecskék száma, n molszám; M moláris tömeg

megjegyzés: **A hőmérséklet kelvinben!!!**

A gázmolekulák termikus átlagsebessége:

$\bar{v} = \sqrt{\dfrac{3RT}{M}}$

Kapcsolat c_p és c_v között

$c_p - c_v = \dfrac{R}{M}$

Gázok belső energiája

$E = \frac{f}{2} nRT = \frac{f}{2} NkT = \frac{f}{2}(pV)$; $\Delta E = \frac{f}{2} nR\Delta T = \frac{f}{2}\Delta(pV)$

A hőmérséklet kelvinben!!!

$R = 8{,}31 \cdot \frac{J}{mol \cdot K}$; $k = 1{,}38 \cdot 10^{-23} \frac{J}{K}$;

N a részecskék száma, n molszám;

f…szabadsági fokok száma; nemesgáznál 3, kétatomosnál 5, 6 egyébként

A hőtan 1. fő tétele

$\Delta E = Q + W$

ahol W a gázon végzett munka, Q a gázzal közölt hő, mindkettő negatív is lehet;
W'=-W, a gáz munkája, mely a p-V grafikon alatti terület (ha a gáz tágul, munkája pozitív)

speciális esetek:

- Izoterm (T=áll): $\Delta E = 0$
- Izobár (p=áll): $W = -p\Delta V$; $\Delta E = -\frac{f}{2} W$; $Q = c_p \cdot m \cdot \Delta T$
- Izochor (V=áll): W=0; $Q = c_v \cdot m \cdot \Delta T$
- Adiabatikus (Q=0) Összenyomáskor nő a gáz hőmérséklete (pumpa), táguláskor csökken (szifonpatron, univerzum)

megjegyzés: Általában a feladatok megoldásának menete: p, V, T, n állapotjelzők meghatározása,
ΔE meghat., majd W meghat., végül Q meghat.

A hőtan 2. fő tétele

A testek termikus kölcsönhatásakor mindig a melegebb test ad át energiát a hidegebb testnek.

Halmazállapot-változások, hőmérséklet változás

- Melegítés, hűtés: $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$
- Olvadás, fagyás: $Q = L_0 \cdot m$
- Forrás: $Q = L_f \cdot m$

Termikus egyensúly

$Q_{fel} = Q_{le}$

ha nincsen halmazállapot változás:

$c_1 m_1 \cdot (T_k - T_1) = c_2 m_2 (T_2 - T_k)$, ahol T_k a közös hőmérséklet, az 1-es anyag a hidegebb

szilárd anyag és folyadék keveredése, feltéve, hogy folyékony halmazállapot alakul ki:

$c_{1sz} m_1 \cdot (T_o - T_1) + L_o \cdot m + c_{1f} m_1 \cdot (T_k - T_o) = c_2 m_2 (T_2 - T_k)$,

ahol c_{1sz} az első anyag fajhője szilárd halmazállapotban, c_{1f} pedig folyékonyban, T_o az első anyag olvadáspontja

Coulomb törvény:

$F = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$, ahol $k = 9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$

Ohm törvény

$\frac{U}{I} = állandó$

Fémes vezető ellenállása

$R = \rho \cdot \frac{l}{A}$, ρ a fajlagos ellenállás, l a vezető hossza, A pedig a keresztmetszete, kör esetén: $A = r^2\pi$

Elektromos teljesítmény és munka

teljesítmény: $P = UI = I^2R = \frac{U^2}{R}$

munka: $W = P \cdot t$

Kirchoff I. törvénye, a csomóponti törvény

$\Sigma I_{be} = \Sigma I_{ki}$

Kirchoff II. törvénye, a huroktörvény

$\Sigma RI + \Sigma U_0 = 0$

Telep

R_b belső ellenállású, U_0 elektromotoros erejű telep:
$U_0 = IR_b + IR_k$ vagy $U_0 = IR_b + U_k$ ($U_k = I \cdot R_k$ a kapocsfeszültség, R_k a külső ellenállás) átrendezve:
$U_k = -R_bI + U_0$ vagyis U_k I-nek lineáris függvénye $-R_b$ a meredekség, U_0-ban metszi a függőleges tengelyt
Rövidzárási áram folyik, ha $R_k = 0\Omega$

Mérőműszerek méréshatárának kiterjesztése n-szeresére

- árammérő műszer: a műszerrel párhuzamosan kell $R_s = \frac{R_A}{n-1}$ sönt ellenállást beiktatni.
- feszültségmérő műszer: a műszerrel sorosan kell $R_e = (n-1)R_V$ előtét-ellenállást beiktatni.

megjegyzés:
- a mérésnél ügyelni kell a polaritásra és a legnagyobb méréshatárral kell kezdeni
- az árammérő műszert sorosan kell bekötni
- az ideális árammérő műszer ellenállása 0 ohm
- a feszültségmérő műszert párhuzamosan kötjük
- az ideális feszültségmérő műszer ellenállása végtelen ohm

Ellenállások eredője

- soros kapcsolás: $R_e = \Sigma R_i$
- párhuzamos kapcsolás: $\frac{1}{R_e} = \Sigma \frac{1}{R_i}$; két ellenállás esetén: $R_e = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$

Ha ellenállásokat párhuzamosan kapcsolunk, akkor az eredő ellenállásuk értéke kisebb mindegyiknél.

Áramjárta vezetőre ható erő

$F = B_l \cdot I \cdot l$, ahol B_l az indukció vektornak a vezetőre merőleges komponense
I, B_l és F iránya jobbcsavart alkot

Lorentz erő

$F = Q \cdot v \cdot B_l$, ahol B_l az indukció vektornak a töltés sebességének irányára merőleges komponense
v, B_l és F iránya jobbcsavart alkot

megjegyzés: m tömegű, q töltésű részecske v sebességgel érkezik a B indukciójú térbe (v és B merőlegesek), akkor r sugarú körpályán fog mozogni: $\Sigma F = ma$ vagyis $qvB = m\frac{v^2}{r}$

Mozgási indukció

$U = B_l \cdot l \cdot v$, ahol B_l az indukció vektornak a vezetőszakasz sebességének irányára merőleges komponense

Nyugalmi indukció

$U_i = -N \cdot \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$, ahol $\Delta \Phi$ a tekercs egyetlen menete által körülvett mágneses fluxus változása

Önindukció

$U_i = -L \cdot \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$, ahol L a tekercs önindukciós együtthatója, mértékegysége H (henry)

$L = \mu_0 \cdot \frac{N^2 A}{l}$

Lenz törvénye

Az indukált áram iránya olyan, hogy mágneses hatásával akadályozza az őt létrehozó hatást.

Váltakozó feszültség

$U = U_{\max} \cdot \sin(\omega \cdot t)$; $U_{eff} = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}}$; $I_{eff} = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}}$

Transzformátor (ideális)

$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$; $\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$; $P_1 = P_2$; $U_1 I_1 = U_2 I_2$

A visszaverődés törvényei

- A beesési szög megegyezik a visszaverődés szögével.
- A beeső fénysugár, a visszavert fénysugár és a beesési merőleges egy síkban van.

Leképezési törvény

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{t} + \frac{1}{k} \Leftrightarrow f = \frac{kt}{k+t}$$

Előjelek:

- f negatív domború tükör és homorú lencse esetén
- t negatív, ha a tárgy látszólagos
- k negatív, ha a kép látszólagos

Homorú és domború tükör

$f = \frac{R}{2}$; $N = \frac{K}{T} = \frac{k}{t}$, ahol N a nagyítás

A domború tükör képe látszólagos, kicsinyített, egyező állású. (pl. az autó visszapillantó tükre)

A homorú tükör képalkotása:

- ha $t < f$, akkor a kép látszólagos, egyező állású, nagyított (fogorvosi tükör használata)
- ha $f < t < 2f$, akkor a kép nagyított, fordított állású, valódi
- ha $2f = t$, akkor a kép és tárgy egyező nagyságú, fordított állású, valódi
- ha $2f < t$, akkor a kép kicsinyített, fordított állású, valódi

Homorú és domború lencse

$N = \frac{K}{T} = \frac{k}{t}$, ahol N a nagyítás; $D = \frac{1}{f}$, ahol D a dioptriát jelöli, mértékegysége: $\frac{1}{m}$

A homorú lencse képe látszólagos, kicsinyített, egyező állású.

A domború lencse képalkotása:

- ha $t < f$, akkor a kép látszólagos, egyező állású, nagyított (nagyító funkció)
- ha $f < t < 2f$, akkor a kép nagyított, fordított állású, valódi (diavetítő)
- ha $t = 2f$, akkor a kép a tárggyal egyező nagyságú, fordított állású, valódi
- ha $2f < t$, akkor a kép kicsinyített, fordított állású, valódi (fényképezőgép)

Fénytörés

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{c_1}{c_2} = n_{2,1};\ n_{2,1} = \frac{1}{n_{1,2}};\ n_{2,1} = \frac{n_2}{n_1}$$

Teljes visszaverődés határszöge: $\sin\alpha_h = \frac{1}{n}$, ahol $n > 1$

A fény a beesési merőleges felé törik, ha a 2. közeg törésmutatója nagyobb, mint az első közegé.

Fénytörés planparalel lemezen

A fénysugár az eredeti irányával párhuzamosan folytatja útját, de Δ távolsággal odébb. Δ számítása (α a beesési szög, d a lemez vastagsága, s a lemezben megtett út, n a lemez törésmutatója):

- $\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = n \Rightarrow \beta$
- $\cos\beta = \frac{d}{s} \Rightarrow s$

- $\sin(\alpha - \beta) = \frac{\Delta}{s} \Rightarrow \Delta$

Fénytörés prizmán

Adatok: n törésmutató, φ törőszög, α a beesési szög
A fény iránya δ szöggel eltérül
δ számolása:

- $\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = n \Rightarrow \beta$, ahol β az első törési szög
- $\varphi = \alpha' + \beta \Rightarrow \alpha'$, ahol α' beesési szöggel érkezik a fény a prizma falához
- $\frac{\sin\alpha'}{\sin\beta'} = \frac{1}{n} \Rightarrow \beta'$, ahol β' a második törési szög
- $\delta = \alpha + \beta' - \varphi$

megjegyzés: δ minimális, ha $\alpha = \beta'$

Fényelhajlás optikai rácson

Az erősítés irányai: $\sin\alpha = \frac{k\lambda}{d}$; k=0, 1, 2, …; d a rácsállandó
Ha x a 0. és 1. erősítés távolsága, L pedig a rács és az ernyő távolsága, akkor:
$\sin\alpha = \frac{\lambda}{d}$ és $tg\alpha = \frac{x}{L}$

Fotoeffektus

f frekvenciájú foton hatására elektron lép ki a fémből (ha $f_h < f$):

- $hf = W_{ki} + \frac{1}{2}mv^2$ vagy $hf = W_{ki} + E_k$
- $eU_z = \frac{1}{2}mv^2$
- $hf_h = W_{ki}$
- $c = \lambda f$

W_{ki} kilépési munka, *v* az elektron sebessége, f_h határfrekvencia, U_z a zárófeszültség, E_k pedig a kilépő elektron mozgási energiája
megjegyzés1: az első két egyenletből: $hf = W_{ki} + eU_z$
megjegyzés2: ha a megvilágító fény intenzitását növeljük, színét (frekvenciáját) nem változtatjuk, akkor a kilépő elektronok száma nőni fog, feltéve, hogy $f_h < f$

Anyaghullámok

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

Radioaktivitás

$N(t) = N(0) \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_{1/2}}}$, ahol $T_{1/2}$ a felezési idő (az az idő, amely alatt az atommagok száma megfeleződik), N az atommagok száma
$A = \frac{N_0 - N_t}{t}$, ahol A az aktivitás; további képletek: $A(t) = A(0) \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_{1/2}}}$

$A \approx 0{,}693 \cdot \frac{N_0}{T_{1/2}}$, ha az adott idő alatt a bomlások száma jóval kisebb, mint a kezdeti magok száma

A radioaktív bomlás főbb típusai

- α-bomlás: ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}\alpha$
- β-bomlás: ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + \beta^{-}$ (egy neutron protonra és elektronra hasad)
- γ-bomlás: nincsen magátalakulás

Speciális relativitás elmélet

kidolgozás alatt

fogalmak

út

jele: s
SI mértékegysége: m
más mértékegység: fényév (az az út, melyet a fény egy év alatt tesz meg)
meghatározása: a pálya hossza
megjegyzés: az utat megkapjuk, ha a v-t (sebesség-idő) grafikon alatti területet kiszámítjuk

sebesség

jele: $\boldsymbol{v}$
SI mértékegysége: $\frac{m}{s}$
más mértékegység: $\frac{km}{h}$; $\left(1\frac{m}{s} = 3{,}6\frac{km}{h}\right)$
meghatározása: $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$
megjegyzés1: vektormennyiség
megjegyzés2: átlagsebesség kiszámítása: $\bar{v} = \frac{s_{összes}}{t_{összes}}$; ha a mozgás két szakaszból áll és az utak megegyeznek (s) , akkor: $\bar{v} = \frac{2}{\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2}}$

gyorsulás

jele: $\boldsymbol{a}$
SI mértékegysége: $\frac{m}{s^2}$
meghatározása: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$
megjegyzés: vektormennyiség

szög

jele: α , φ

SI mértékegysége: radián
más mértékegység: fok
meghatározása: az egység sugarú körben az egységnyi ívhosszhoz tartozó középponti szög 1 (rad)

szögsebesség

jele: ω

SI mértékegysége: $\frac{1}{s}$

meghatározása: $\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$

szöggyorsulás

jele: β

SI mértékegysége: $\frac{1}{s^2}$

meghatározása: $\beta = \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$

tömeg

jele: m
SI mértékegysége: kg
meghatározása: a tehetetlenség mértéke

sűrűség

jele: ρ (ró, görög betű)

SI mértékegysége: $\frac{kg}{m^3}$

más mértékegységei: $1000\frac{kg}{m^3} = 1\frac{kg}{dm^3}$; $1000\frac{kg}{m^3} = 1\frac{g}{cm^3}$

meghatározása: $\rho = \frac{m}{V}$, (m a tömeg, V pedig a térfogat)

megjegyzés: A víz sűrűsége $1000\frac{kg}{m^3} = 1\frac{kg}{dm^3}$

lendület, impulzus

jele: $\boldsymbol{I}$

SI mértékegysége: $kg \cdot \frac{m}{s}$

meghatározása: $I = m \cdot v$
megjegyzés: vektormennyiség

erő
jele: ***F***
SI mértékegysége: $N \quad \left(kg \cdot \frac{m}{s^2}\right)$
meghatározása: A testek mozgásállapotát megváltoztató hatás.
megjegyzés: vektormennyiség
Erőtörvények:

- gravitációs: $F = f \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$, ahol $f = 6{,}67 \cdot 10^{-11} \frac{Nm^2}{kg^2}$
- nehézségi erő: $F = m \cdot g$, ahol $g = 9{,}81 \frac{m}{s^2}$ (Magyarországon)
- rugóerő nagysága: $F = D \cdot \Delta l$
- csúszási súrlódási erő nagysága: $F = \mu \cdot F_{ny}$; sík lapon: $F = \mu \cdot m \cdot g$;
  α hajlásszögű lejtőn: $F = \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos\alpha$
- tapadási erő nagysága: $F_{tap} \le \mu_0 \cdot F_{ny}$, amikor a test éppen megindul egyenlőség áll fenn
- folyadékok, gázok nyomásából származó erő: $F = p \cdot A$
- Arkhimedesz törvénye, a felhajtó erő nagysága: $F = V_t^{'} \cdot \rho_f \cdot g$
- Coulomb törvény: $F = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$
- Q töltésű testre ható erő: $F = E \cdot Q$
- áramjárta vezetőre ható erő: $F = B \cdot I \cdot l$
- Lorentz erő: $F = Q \cdot v \cdot B$

További összefüggések:

- $\Sigma F = m \cdot a$
- $F = \frac{\Delta I}{\Delta t}$

tehetetlenségi nyomaték
jele: Θ (theta görög betű)
SI mértékegysége: $kg \cdot m^2$
meghatározása:
tömegpontok esetén: $\Theta = \sum m_i \cdot r_i^2$
homogén henger esetén: $\Theta = \frac{1}{2} \cdot m \cdot r^2$
homogén gömb esetén: $\Theta = \frac{2}{5} \cdot m \cdot r^2$

perdület
jele: N
SI mértékegysége: $\frac{kg \cdot m^2}{s}$
meghatározása: $N = \Theta \cdot \omega$

forgatónyomaték
jele: M

SI mértékegysége: $Nm \quad \left(kg \cdot \frac{m^2}{s^2}\right)$

meghatározása: $M = F \cdot k$, (F az erő, k pedig az erőkar)

megjegyzés: $M = N \cdot B_1 \cdot I \cdot A$, ahol B_1 az indukcióvektornak a tekercs síkjával párhuzamos komponense

tömegközéppont
meghatározása: A testeknél azt a pontot, amely körül szabad mozgásuk közben forognak, a test tömegközéppontjának nevezzük.
Tétel: A zárt rendszer tömegközéppontja vagy nyugalomban van, vagy egyenes vonalú egyenletes mozgást végez.

munka
jele: $\boldsymbol{W}$

SI mértékegysége: J (joule) $\left(1J = 1Nm = 1kg\frac{m^2}{s^2}\right)$

más mértékegység: $Ws = 1J; \quad kWh = 3600000J$;
meghatározása:

- Ha az erő állandó és az elmozdulás irányába esik: $W = F \cdot s$
- Ha az erő állandó és α szöget zár be az elmozdulással: $W = F \cdot s \cdot \cos\alpha$
- Ha az erő egyirányú az elmozdulással: Az erő-elmozdulás grafikon alatti terület
- Elektromos munka: $W = U \cdot q$

megjegyzés1: $W = P \cdot t$ (P a teljesítmény, t az idő)
megjegyzés2: Elektromos munka: $W = P \cdot t = U \cdot I \cdot t$

energia
jele: $\boldsymbol{E}$

SI mértékegysége: J (joule) $\left(1J = 1Nm = 1kg\frac{m^2}{s^2}\right)$

más mértékegység: $Ws = 1J; \quad kWh = 3600000J$;
meghatározása:

- mozgási vagy kinetikai energia*: $E_k = \frac{1}{2}mv^2$
- helyzeti vagy potenciális energia*: $E_h = mgh$ (h a választott null szinttől vett előjeles távolság)
- rugalmas energia*: $E_r = \frac{1}{2}Dx^2$
- forgási energia*: $E_f = \frac{1}{2}\Theta\,\omega^2$

- gázok belső energiája: $E = \frac{f}{2}nRT = \frac{f}{2}NkT = \frac{f}{2}(pV)$
- kondenzátor energiája: $W = E_{elektromos} = \frac{1}{2}CU^2$
- tekercs energiája: $E_{mágneses} = \frac{1}{2}LI^2$
- a foton energiája: $\varepsilon = h \cdot f$ (h a Planck állandó, f a foton frekvenciája)
- Einstein képlete: $E = m \cdot c^2$

a *-gal jelölteket összefoglalóan mechanikai energiának nevezzük

teljesítmény

jele: ***P***
SI mértékegysége: W (watt) $\left(1W = 1\frac{J}{s}\right)$
meghatározása: $P = \frac{W}{t} = \frac{\Delta E}{\Delta t}$; ha v sebesség állandó: $P = F \cdot v$
megjegyzés: elektromos teljesítmény: $P = U \cdot I = I^2 \cdot R = \frac{U^2}{R}$

hatásfok

jele: $\boldsymbol{\eta}$ (éta görög betű)
SI mértékegysége: -
meghatározása: $\eta = \frac{\Delta E_{hasznos}}{\Delta E_{összes}} = \frac{\Delta W_{hasznos}}{\Delta W_{összes}} = \frac{P_{hasznos}}{P_{összes}}$
megjegyzés1: $0 \leq \eta \leq 1$
megjegyzés2: szokás százalékban is megadni, ekkor a számoláskor a századrészét kell venni

nyomás

jele: ***p***
SI mértékegysége: Pa (pascal) $1\ Pa = 1\frac{N}{m^2}$
meghatározása: $p = \frac{F}{A}$, ahol A a nyomott felületet jelöli, F pedig a felületre merőleges nyomóerőt
megjegyzés: a tengerszinten a légnyomás 100 000 Pa, ez megfelel 10 m magas vízoszlop, vagy 76 cm magas higanyoszlop nyomásának

hőmérséklet

jele: ***T***
SI mértékegysége: K (kelvin)
más mértékegység: ºC (celsius fok) (a ºC-ban adott hőmérséklethez 273-at adva kapjuk a hőmérsékletet kelvinben)
megjegyzés1: a gázokra vonatkozó képletek alkalmazásánál K-be kell átváltani a hőmérsékletet
megjegyzés2: a hőmérséklet változás (ΔT) kelvinben és celsiusban is megegyezik

megjegyzés3: a p-V grafikon állandó hőmérséklet esetén hiperbola, az ún. izoterma; a magasabban lévő izotermához magasabb hőmérséklet tartozik

térfogat
jele: ***V***
SI mértékegysége: m^3
más mértékegység: l (liter); (1 l = 1 dm^3)

anyagmennyiség, molszám
jele: ***n***
SI mértékegysége: mol
meghatározása: $n = \frac{m}{M}$

részecskeszám
jele: ***N***
SI mértékegysége: -
meghatározása: $N = n \cdot N_A = n \cdot 6 \cdot 10^{23}$

töltés
jele: ***Q***
SI mértékegysége: C (coulomb)
más mértékegység: $1As = 1C$; $1Ah = 3600C$
megjegyzés1: kondenzátor töltése: $Q = C \cdot U$ („kucu”)
megjegyzés2: $Q = I \cdot t$

elektromos térerősség
jele: ***E***
SI mértékegysége: $\frac{N}{C} = Vm$
meghatározása: $E = \frac{F}{Q}$
megjegyzés1: vektormennyiség, iránya a pozitív próbatöltésre ható erő irányával egyezik meg
megjegyzés2: Q ponttöltés elektromos tere: $E = k \cdot \frac{Q}{r^2}$

elektromos fluxus
jele: ***Ψ*** (pszí görög betű)
SI mértékegysége: $\frac{Nm^2}{C}$
meghatározása: $\Psi = E \cdot A$

feszültség
jele: ***U***
SI mértékegysége: V (volt) $1V = 1\frac{J}{C}$
meghatározása: $U = \frac{W}{q}$

megjegyzés: homogén elektromos térben: $U = E \cdot d$

potenciál

jele: $\boldsymbol{U_A}$
SI mértékegysége: V (volt)
meghatározása: A közös ponthoz viszonyított feszültség.
$U_{AB} = U_A - U_B$

kondenzátor kapacitása

jele: $\boldsymbol{C}$
SI mértékegysége: F (farad)
meghatározása: $C = \dfrac{Q}{U}$

síkkondenzátor kapacitása: $C = \dfrac{\varepsilon_r \cdot \varepsilon_0 \cdot A}{d}$, ahol ε_r a lemezeket kitöltő anyagra jellemző állandó, vákuumban értéke 1, A a lemezek területe, d pedig a távolsága

áramerősség

jele: $\boldsymbol{I}$
SI mértékegysége: A (amper) $\left(1A = 1\dfrac{C}{s}\right)$
meghatározása: $I = \dfrac{Q}{t}$

ellenállás

jele: $\boldsymbol{R}$
SI mértékegysége: Ω (ohm) $1\Omega = 1\dfrac{V}{A}$
meghatározása: $R = \dfrac{U}{I}$

mágneses indukció

jele: $\boldsymbol{B}$
SI mértékegysége: T (tesla) $\left(1T = 1\dfrac{Vs}{m^2}\right)$
meghatározása: $B = \dfrac{M}{N \cdot I \cdot A}$, M forgatónyomaték, N a tekercs menetszáma, I áramerősség, A a tekercs által közbezárt felület
megjegyzés1: vektormennyiség
megjegyzés2: $M = N \cdot B_1 \cdot I \cdot A$, ahol B_1 az indukcióvektornak a tekercs síkjával párhuzamos komponense
megjegyzés3:

- hosszú, áramjárta vezető mágneses tere *r* távolságban: $B = \dfrac{\mu_0 \cdot I}{2\pi \cdot r}$
- tekercs (hossza *l*) mágneses tere a belsejében homogén, az indukció nagysága: $B = \dfrac{\mu_0 \cdot I \cdot N}{l}$

mágneses fluxus
jele: ***Φ*** (fí görög betű)
SI mértékegysége: Wb (weber); $1Wb = 1Vs$
meghatározása: $\Phi = B \cdot A$

tekercs induktivitása vagy önindukciós együtthatója
jele: ***L***
SI mértékegysége: H (henry) $1H = 1\frac{Vs}{A}$
meghatározása: $L = \mu_r \cdot \mu_0 \cdot \frac{N^2 \cdot A}{l}$

kötési energia
jele: ***E_k***
SI mértékegysége: J
meghatározása: $E_k = \Delta m \cdot c^2 = \left(Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - m_{mag}\right) \cdot c^2$

tömeghiány
jele: ***Δm***
SI mértékegysége: kg
meghatározása: $\Delta m = Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - m_{mag}$

aktivitás
jele: ***A***
SI mértékegysége: Bq (becquerel)
meghatározása: $A = \frac{N_0 - N_t}{t}$ (a bomlás gyorsasága)

további képletek: $A(t) = A(0) \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_{1/2}}}$; $A \approx 0{,}693 \cdot \frac{N_0}{T_{1/2}}$, ha az adott idő alatt a bomlások száma jóval kisebb, mint a kezdeti magok száma

frekvencia
jele: ***f***
SI mértékegyége: $\frac{1}{s}$
meghatározása: $f = \frac{1}{T}$
megjegyzés: a hullám törésekor nem változik meg

hullámhossz
jele: ***λ***
SI mértékegyége: m
képlet: $c = \lambda \cdot f$

Hőkapacitás
jele: ***C***

mértékegysége: $\frac{J}{K}$ vagy $\frac{J}{{}^{0}C}$

meghatározása: $C = m \cdot c$, ahol c fajhő

fizikai állandók:

az állandó neve	jele	értéke
nehézségi gyorsulás	g	$9{,}81 \frac{m}{s^2}$
gravitációs állandó	γ ; f	$6{,}67 \cdot 10^{-11} \frac{Nm^2}{kg^2}$
egyetemes gázállandó	R	$8{,}31 \cdot \frac{J}{mol \cdot K}$
Boltzmann állandó	k	$1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot \frac{J}{K}$
Avogadro-állandó	N_A	$6 \cdot 10^{23} \frac{1}{mol}$
-	k	$9 \cdot 10^{9} \frac{Nm^2}{C^2}$
a vákuum dielektromos állandója	ε_0	$8{,}85 \cdot 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2}$
vákuumpermeabilitás	μ_0	$1{,}257 \cdot 10^{-6} \frac{Vs}{Am}$
Planck-állandó	h	$6{,}63 \cdot 10^{-34} Js$
elektronvolt	eV	$1{,}6 \cdot 10^{-19} J$
elemi töltés	e; q	$1{,}6 \cdot 10^{-19} C$
elektron tömege	m_e	$9{,}1 \cdot 10^{-31} kg$
proton tömege	m_p	$1{,}6726 \cdot 10^{-27} kg = 1{,}007 m_u$
neutron tömege	m_n	$1{,}6749 \cdot 10^{-27} kg = 1{,}009 m_u$
atomi tömegegység	m_u	$1{,}66054 \cdot 10^{-27} kg$
fénysebesség vákuumban	c	$3 \cdot 10^{8} \frac{m}{s}$
hangsebesség levegőben	c_0	$332 \frac{m}{s}$
Föld tömege	m_F	$6 \cdot 10^{24} kg$
Föld sugara	r_F	$6{,}4 \cdot 10^{6} m$
Nap tömege	m_N	$2 \cdot 10^{30} kg$
Nap és Föld távolsága (csillagászati egység)	CSE	150 millió km $= 1{,}5 \cdot 10^{8} m$