

Fizikai alapegységek és alapfogalmak

Ezek fogalmak, melyekkel mennyiségileg és minőségileg leírhatjuk a jelenségeket és a testek tulajdonságait. Ha ezek közül egyet kiválasztunk és a megfelelő fizikai ábrát hozzárendeljük, azt egységnak nevezzük.

Ezek az egységek nemzetközileg elismertek. Melyek egységeit egymástól választjuk, ezektől választjuk le a többi. Ezek az alapegységek. A többi a levezethető egység. Együtt az egységek rendszerét alkotják. Állami szabványok alapján vannak rendszeresítve.

Az egységeket táblázatokba foglaljuk.

Több alappfogalmat ismerünk, ilyenek az anyag, ter, idő, fizikai test, anyagigény, mozgás... , melyek az alapegységektől és a levezethető egységektől különböznek meg.

1962-ig 3 rendszert használtunk: MKSA, CGS, MKpS.

Az MKSA rendszer az optikai, termikai - szarmaza még kibővíthető.

Leleltékelt az SI (Système International d'unités) nemzetközi rendszer.

Ezt használjuk a technika és tudomány területén.

Alapegységek: (mérőegységek)

l	m	<u>méter</u>	- a kripton 86 által sugárzott hullámhossz 1 650 763,73 oszcás, mely vákuumban terjed és a $2p_{10} - 5d_5$ energiaszintre való átváltás közben jön létre. [$=$ a Göttes-i méterrel]
m	kg	<u>kilogramm</u>	- a nemzetközi hivatalban Sévres-ben elhelyezett kilogramm prototípus tömege [$\sim 1 dm^3 4^\circ C H_2O$] (platina-irídium)
t	s	<u>másodperc</u>	- 1900. I. O. 12 ^h - közepes idő 31 556 925, 974 7-ed része [$\sim 24.60.60$ -ad része a közepesnapnak] - elektronszínvonal-átmenet!
I	A	<u>amper</u>	- az az áramerősség, mely két párhuzamos, elhanyagolható keresztmetszetű, végtelen hosszú, vákuumban elhelyezett vezető között $2 \cdot 10^{-7} N/kg \cdot s^{-2}$ [N] erővel hat minden méterem.
T	$^\circ$	<u>fok</u>	- 273,16-ad része az abszolút nullának és a víz háromszempontján közötti hőmérsékletkülbségnek. abszolút 0-nál kezdődik a Kelvin fok 273,15 $^\circ K$ -nél -"- a Celsius fok.
cd		<u>kandela</u>	- a platina órádszempontján lévő ($1769^\circ C$) $1 cm^2$ felületű fekete test mérőleges irányban adott fényerősségének 1/60-ad része (1,013... 760 toru nyomáson.)
			A molekuláris fizikában és fizikai kémiában szokásos:
kM		<u>kilomol</u>	- olyan rendszer anyagi mennyisége, amelyben annyi a molekula, mint 12 kg ^{12}C töltés izotópjában.

Az egységeket felosztjuk:

<u>alaps</u>	<u>fo</u>	<u>metrik</u>	<u>massa és rész</u>	<u>többi-egység</u>	
m^2	liter	Terra	10^{12}	milli	10^{-3}
rad	kp	Giga	10^9	mikro	10^{-6}
Hz	lora	Mega	10^6	nano	10^{-9}
ρ	LE	kilo	10^3	piko	10^{-12}
watt	eV	hecto	10^2	femto	10^{-15}
joule	W	deka	10	atto	10^{-18}
Coul.				deci	10^{-1}
W				centi	10^{-2}
T					

Konstansok szerepe!

Fizika - technikai tudományok alapja. Összmérését a több tudományág is felhasználja. (technika). - törté (gáz, egyiptomi).

Felvetés: mechanika

molekuláris fizika, hőtan
hullám-, hangtan
elektro-, mágneseség
fénytan
atomelmélet
csillagászat

"új" fizika.

Ingamozgások: Mi az inga?

Matematikai inga: (a tömegpont mozgása körmozgás vetülete: $\omega = \frac{s}{r t} = \frac{2\pi r}{r t} = \frac{2\pi}{T}$)
körmozgás, síkmozgás



$$F = ma$$

$$mg \sin \varphi = m \ddot{s}$$

$$g \sin \varphi = \ddot{s} \quad | \quad s = l \sin \varphi \quad | \quad \varphi \approx \sin \varphi$$

$$g \sin \varphi = l \ddot{\varphi} \quad | \quad \ddot{\varphi} = \frac{g}{l} \sin \varphi$$

$$\ddot{\varphi} = \frac{g}{l} \sin \varphi \quad | \quad \ddot{\varphi} = -\omega^2 \varphi \leftarrow \text{harmonikus mozg. diff. egyenlete}$$

$$\omega^2 = (g/l)$$

$$4\pi^2/T^2 = g/l$$

$$T^2 g = 4\pi^2 l$$

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

$$ma = mg \sin \varphi = mg \frac{s}{l}$$

$$a = \frac{gs}{l}$$

$$\frac{g}{l} = \omega^2$$

$$\varphi < 5^\circ!$$

$$[22^\circ \text{ nál } 1\% \text{ eltérés}]$$

Működőpercmozgás (a mat. ingánál $T=1s \rightarrow l$) nálunk: $l = 0,994m$.

Isokronizmus (Galilei) - ugyanolyan hosszú inga ugyanazon helyen: $T_1 = T_2$

Gömbi inga: (a mat. ingát oldalra is kitérítik)

Kellozó inga



Foucault ingakísérlet (az inga lengése utat nem változtat)

(1851 - Párizs 67m-es inga) ($\dot{\varphi} = \omega \sin \varphi \sqrt{l/g}$) φ -földrajzi szélesség.

Ezért felteke: E, K, D. irányba elmozdulás $\rightarrow$ Föld forgásának bizonyítása.

Cötös L.- inga: A kétféle tömeg egyensúlyegénél igazolás körmozgással.

A tömeg a Newton f. törvény + centrifugális erő erejtől, tehát ha ére -
beny körmozgás végén felcsúszunk 2 tömeggel, ha egyenlő, nem
mutat kitérést.

Fizikai inga: - tömeg is van. Pálya pontban a tehetetlenségi nyomaték: Θ

$$\ddot{\varphi} \Theta = m g s \sin \varphi \quad (\text{mat. inga } l \ddot{\varphi} = g \sin \varphi)$$

$$l = \Theta / m s \rightarrow T = 2\pi \sqrt{\Theta / mgs}$$

$$l - \text{fizikai inga redukált hossza: } l' = \Theta / m l$$

Cavendish inga

(törvénst.)

$$W_p = W_k$$

$$\frac{1}{2} D \dot{\varphi}^2 = \frac{1}{2} I \dot{\varphi}^2$$

$$\frac{1}{2} D \varphi_0^2 = \frac{1}{2} I \varphi_0^2 \omega^2 \quad | \quad \omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$\omega = \sqrt{D/I}$$

$$T = 2\pi \sqrt{I/D} = 2\pi \sqrt{2\ell \cdot I / \pi G R^4}$$

$$\text{egyéb elcsúszásnál}$$

$$F = D = \frac{\pi G R^4}{2\ell}$$

$$W_p = A = \frac{\varphi \cdot D}{2}$$

$$\uparrow \quad \uparrow$$

$$F \quad s$$

$$W_p = \frac{1}{2} D \varphi^2$$

Arv elektromágneses sugárzás és hullámok

Elektromágneses hullámzás - váltakozó elektromágneses tér terjedése a térben. (fénysebességgel)

Arv elektromágneses tér indomítás okhaza egyenáram és a terjedés irányára merőlegesek $\vec{E} \perp \vec{H} \perp \vec{v}$.

Diszperzió: Arv elektromagn. hullám fázis sebességét függő a közegben a frekvenciától. A valódi el.m. hullámok nem monokromatikusok, hanem "tűréstűző" festék. hullámok állnak - hullámcsomagok.

A $v = \omega / 2\pi$ $\lambda = c / v$ - lől függően fel lehet írni az elektromagn. spektrum.

Előállítás: rezgőkörökben, oszillátorokban: kondenzátorból és tekercsből áll. Lehet az az a frekvenciasávok csatolása.

Működése: Arv elektrom. indukció és mágneses levelezés átlapján (mágneses)

A rezgőkörben az áram a fázis eltolással szemben $\frac{\pi}{2}$ fázissal késik.

Arv elektromos energia átalakul mágneses energiává és vissza.

Rezgésidő: impedancia egyenletét:

$$I = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2} \rightarrow \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \rightarrow T = 2\pi \sqrt{LC}$$

Thomson egy.

Csillapítatlan rezgések: elektromos és transzmissziós rezgőkörök, generátorok. Arv erősítés a összecsatoláson alapul.

Resonancia: csatolás - energia jut át egyik áram-ból a másikba.

$$L_1 \cdot C_1 = L_2 \cdot C_2$$

Lehet: induktív, kapacitív és galvanikus.

Kényszerrezgés: nincs csatolásról a rezgőkörrel rezeg a rezonátor.

Resonanciaegyensúly: kelletl rezgések amplitúdója (rezgésáram) A rezgő mágnes, ha rezonanciaegyensúlyba meredek.

Nyílt rezgőkör, dipólus - nyílt áramkör lehetnek, energiáját a térbe sugározza.

dipólus - a föld felől elhelyezett "csatlakozás". Az az egys része nem tagadok, az a nem csatlakozó Thomson egyenlete.

Nyílt rezgőkörben álló hullámok lehetnek: $\lambda = 2l$ csatlakozás típuson van. Max. a rezgés.

Dipólusok közötti kölcsönhatás antennák képzés.

Arv elektromágneses tér az anyag térbeli terjedés módja

Maxwell f. elmélet 4 tétel: váltakozó el. tér $\Rightarrow$ vált. mágneses tér és a mágneses tér visszahatás mágneses térre.

A hullám terjedési sebessége: $v = c / \sqrt{\epsilon_r \cdot \mu_r}$

Maxwell elméletét Heaviside (1857-1925) továbbfejlesztette és bebizonyította, igazolta.

Arv elektromagn. hullámok terjedése: felületi és térfüggő.

A térfüggő a ionosféra sávi rétege [60-80 km magasságig]

Híradástechnika: kódszavak, dinamikus, szimmetrikus. (párhuzamos. ter. BaTi, Reizner) dinamikus transzmisszió

Elektroncsövek, transzmissziós erősítő. [mpm erősítő, bázis, kollektor]

Transzmisszió jelensége (valóság: kollektor hővesztés $\Rightarrow$ emitt. hő a. erősítés)

Rádió adóállomás (Römer 1895. V. 7) Moduláció: amplitúdó, frekvencia, fázis-mod. kódszavak, kódok, kódok, UHF hullámok és hullámcsomagok.

Rádió "szó" demoduláció, (szóval heterodin - szöglet rezgés, áramos) és alakil! fázis; interferencia - jelenségek.

Rádiólokáció (10^6 s - cs. impulzusok 10^6 s. érték). Rádiólokáció (rádiólokáció)

Elektrolízis, elektrolízis vezetők

Folyadékokban (víz, sav, lúgos vizes oldatokban) az elektromos áramot az elektronfőveléssel v. többlettel rendelkezési ionok mozgása hajtja.

Mikroállag vezetők : szilárd v. vegyületkeletkezésű vezetők

Elektrolízis disszociáció : - anyag fű. felbomlása kisebb részre.

Franklin Archimedes : ionképződés a folyadékok normális tulajdonsága

Hydratáció, v. hidratáció : oldósz. molekulái körülveszik a ionokat

A víz poláris molekulából áll (HCl..., minden).

Elektrolit - oldatban ionok szabadok. (Faraday nevezte el)

Az oldatba áramot vezetnek - elektrolitok

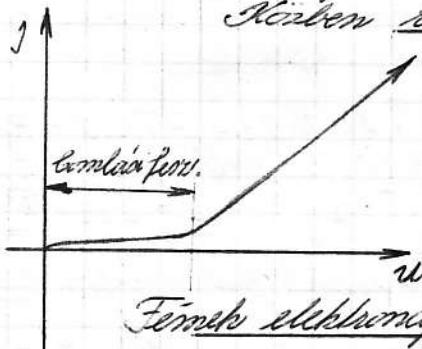
anód + katód

Elektrolízisben az áramvezetés anyag áthordással is jár!

Kation (+ion) [hidrogén, fémek] - katód felé mozognak. (ott elektronok, negatív)

A ionok sűrűsége a disszociációs foktól függ.

Közelben rekombináció is fellép.



$$U = U_r + RI$$

Elektrolízisnél is erősebb az $R = \rho \cdot l / S$ egyenlőség.

Fémek elektromaffinitási sor : K, Na, Ca, Mg, Al, Zn, Fe, Pb, H, Cu, Hg, Ag, Au.
($\hookleftarrow$ nehezebb v. jobb felé [amalgámmal])

Faraday törvénye :

$$m = \frac{1}{F} \cdot \frac{L}{v} \cdot I \cdot t$$

F - Faraday állandó = $9,65 \cdot 10^7$ C/keletkezés
 L - 1 km tömege
 v - vegyület

Elektrokémiai ekvivalencia : $A = L / Fv$ minden elemre más (Ag = $1,12 \cdot 10^{-6}$ kg C⁻¹)
[$L = N m_0$ = Avogadro szám $\cdot$ 1 ion tömege]

A katódon végrehajtott elektronfelvétel vegyület redukció.

Alkalmasok : Fémek galvanikus korrozálása

Elektrolízis tisztítás

Fémbevonat,

Fémformálás

Áramerősség mérés

Elektrolízis kondenzátornál.

Korrozio

Mikroelemelek

Az elektrolízis reverzibilis folyamat.

Minden fű. azót koncentrációjának oldatában elektrodpotenciál mutat.

$$\pi = f(c) \quad / c - \text{koncentráció}$$

$$\pi = \pi_0 + f(c) \quad / \pi_0 - \text{normál potenciál [1 m oldatban]}$$

Polarizációs feszültség (az elektrodoktól ionokhoz a jelenség irányát jelöljük)

galván elem

Daniell elem (CuSO₄, ZnSO₄) - norm. polarizációjú $U = 1,07V$

Volta elem

Weston f. normálem : 1,013V

akkumulátorok (Aó) ólom (2V) NiFe (1,7V)

A váltakozó áram - keletkezik, ha a mágneses térben vezető mozgatunk. Váltakozó feszültség indukálódik, nagysága és iránya függ a vezető mozgásától.
Előállításra használjuk m. térben forgó tekercset:



A mágneses fluxus: $\Phi = B \cdot S \cdot \cos \omega t$.

Keinusz-v. harmonikus feszültség: $u = U_m \cdot \sin \omega t$, $i = I_m \cdot \sin \omega t$

Ha egyforma nagyságú feszültségűtől kezdünk ki, a periódus:

Maadsecenkénti periódus az a frekvencia [Hz]. Nálunk 50 Hz.

A váltakozó áram 2π -re periódusa a hőfejlesztés.

ωt a fázis határozata meg.

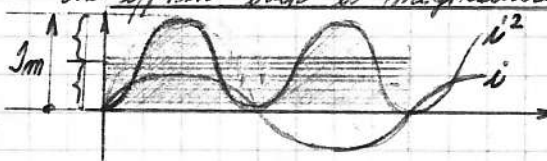
Mint a maximális, mint a pillanatnyi értékek közötti Ohm törvény.

A váltakozó áramkörben a feszültség fázisban van az áramerősséggel.

Ohmikus ellenállás v. rezisztancia

A váltakozó áram feszültségének és áramerősségének mérése.

Az effektív érték és meghatározása.



A váltóáram munkája: $A = U \cdot I \cdot t = R \cdot I \cdot I \cdot t = R \cdot I^2 \cdot t$

Ebből az energia egyenlőségéből eseten $I^2 = I_0^2 \cdot \sin^2 \omega t$

Az átlagot $I^2 \cdot T = I_m^2 \cdot T \cdot \frac{1}{2} \rightarrow I = I_m / \sqrt{2}$

Induktív ellenállás: Az áramerősség I -gyel késik a feszültséggel szemben (fáziseltolódás)

$$X_L = L \cdot \omega = L \cdot 2\pi f$$

Kapacitív ellenállás: Az áramerősség előzi a feszültséget $T/4$ -gyel $X_C = \frac{1}{C \cdot \omega}$

A váltakozó áram teljesítménye: $p = u \cdot i = U_m \cdot I_m \cdot \sin \omega t \cdot \sin (\omega t - \varphi)$

P - az áramerősség és feszültség fáziseltolódása.

ebből: $p = \frac{1}{2} U_m \cdot I_m [\cos \varphi - \cos (2\omega t - \varphi)]$

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi - U \cdot I \cdot \cos (2\omega t - \varphi)$$

A váltóáram teljesítményének hőfejlesztése a periódus egészén történően alatt: $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$

P - hasznos teljesítmény $\cos \varphi$ teljesítményfaktora

$U \cdot I$ - látóerő teljesítmény

Előállítás: generátorokból

Hálózati (generátorok) váltóáram

A váltakozó áram egyenirányítása: kommutátorral, diódával (1/2-vel diódák, félvezetővel, Hg-diódák)

Az egyenirányított áram váltakozó árammal az eliminátor simítja ki

A váltóáram jelenségei: váltás, transzformálás, motorok,

Ellenállás: Egyenáramnál: Ohm törvény: $U = R \cdot I$ R - vezetőképesség [siemens]

felgátlóhelyeken és gázokban szünykellátás

$$R = \rho \cdot l / S$$

ρ - felgátló vezetőképesség

ellenállás-értékek, félvezető.

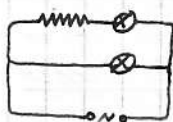
Az ellenállás függ a hőmérséklettől: $R_t = R_0 (1 + \alpha t)$

Ellenállás hővezetőképesség. Reaktanciák.

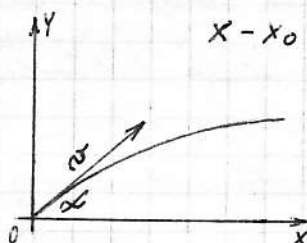
Ellenállás mérési módszerek.

Váltakozó áramok: $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ - impedancia (látóerő R)

Felhasználás, mérés.



Hajítás



$$x - x_0 = v_{0x} \cdot t \quad y - y_0 = \frac{1}{2} a t^2 + v_{0y} t$$

a pályán parabola

$$x = v_0 t \cos \alpha \quad y = v_0 t \sin \alpha - \frac{1}{2} g t^2$$

$$y = x \tan \alpha - \frac{g}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 \quad \text{-- pályaequáció}$$

A emelkedés ideje:

$$(1) \quad y = v_0 t \sin \alpha - \frac{1}{2} g t^2 \rightarrow v_y = v_0 \sin \alpha - g t \quad (1)$$

a feljőponthoz $= 0 \rightarrow$

$$t_e = v_0 \sin \alpha / g$$

Leeres ideje: $t_e = 2 t_e$

A hajítás magassága:

$$y_{te} = v_0 t \sin \alpha - \frac{1}{2} g t^2 \quad | \quad t = t_e = v_0 \sin \alpha / g$$

$$y_e = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

Hajítás távolsága:

$$x = v_0 t \cos \alpha \quad | \quad t = t_e = 2 v_0 \sin \alpha / g$$

$$x_{te} = \frac{2 v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

Ezek az egyenletek a hajítás mége és sebessége mellett magukba foglalják a vízszintes, ferde, függőleges hajításokat is a szabaddal is.

Tegoldások:

távolság, magasság
pályához adott elhajított testek egyformán mozoghatnak

Ballisztikus görbe

Az elektromágneses indukció és felhasználása

A tekercsben az áramváltás függ a mágneses tér változásától.
A mágneset helyettesítő tekercs a primer, a másik a szekunder tekercs.
Itt jön létre az indukált feszültség ill. ind. áram.

1831-ben M. Faraday (angl.) fedezte fel nevezte el.

Indukált feszültség keletkezik, ha a vezető mágneses erővonalakal mellet.

A mágneses fluxus: - A vezető felületre az általa határolt síkban. Jele: Φ

működés felület: $\Phi = B \cdot S$ [$Tm^2 = WB$]

állásban: $\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha$.

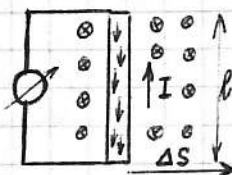
A fluxusváltás feszültséget indukál. Gyorsabb váltás $\sim$ nagyobb feszültség.

Az indukált áram iránya: (mágnes-, gyűjti kísérlet)

Az orosz Lenz (1804-1865) f. állapította meg.

Lenz törvénye az indukált áram olyan irányú, hogy mágneses hatásvonalak átadályozása az ott lévő változást.

Az elektromágneses indukció Faraday f. törvénye



A levezetés az energiamegmaradás törvényéből:

A N tekercsre mágneses indukció $I = -e \cdot \vec{r}$ áramerősség

A ráható erő, mágneses térben: $F = -B \cdot I$

A vezető feljes körének terhelés $F = -B \cdot I \cdot l$;

$$U \cdot I \cdot \Delta t = B \cdot I \cdot l \cdot \Delta S \rightarrow U = \frac{B \cdot \Delta S}{\Delta t} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

Faraday f. áramok - erőáramok. Lényeg és magyarázatok nélkülön

keletkezik indukált áramok. (Lengés, mágnes kísérlet)

Felhasználható a műszerműködéshez karmágnes fel. motoroknál, kábelnél hűtés.

Örindukció - (egyszerű, tekercs kísérlet). - 1834-ben Faraday fedezte fel.

Az áram megváltoztatásakor az árammal áramos irányú indukált áram keletkezik.

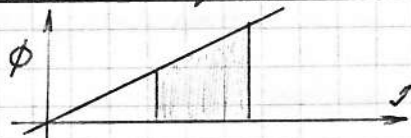
Az ind. áram jellemzői függenek a tekercs méreteitől, minőségétől.

Ez az örindukciós tényező melyet meg. jelle: L

$$\Phi = L \cdot I \quad U = \Delta \Phi / \Delta t \rightarrow U = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

Az örindukció mértéke: 1H (henry) az örindukciós tényezője annak a vezetőnek, melyben 1s. áthalik 1A egyenletes áramerősség változás 1V feszültséget indukál.

A tekercs mágneses terének energiája: (mágneses energia)



$$\Phi = L \cdot I \quad U = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} \quad \Delta A = U \cdot I \cdot \Delta t = L \cdot I \cdot \Delta I = \Phi \Delta I$$

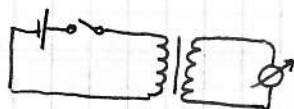
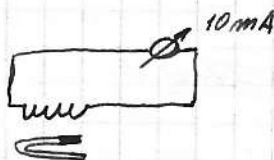
$$A = \frac{1}{2} \Phi I = \frac{1}{2} L \cdot I^2 \quad (I = 0 \sim I)$$

$$\left[L = k \cdot \mu_0 \cdot \mu_r \cdot n^2 S / l \quad \frac{l}{a} = 0.5 \rightarrow k = 0.5 ; \frac{l}{a} = 10 \rightarrow k \approx 1 \right]$$

[Skin effektus - a vezetőben is fellép erőáram. Áramsűrűség max. a felületen.]

Az örindukció felhasználása

Transzformátor, induktor, motor, generátor



Anyagok hőtágulása

Gezárd testek térfogata a hőmérséklettel változik.
vonalas (lineáris) tágulás, megnyúlás - ha a test egyik mérete nagyon elhanyagolhatóan kicsi a többi mérethez képest.

Ca" alakú próbatestek mérésére.

Járművel: $\frac{L_t - L_0}{t - t_0} = \frac{\Delta L}{\Delta t} = \text{hossz.} = \alpha \rightarrow L_t = L_0(1 + \alpha t)$ [$\alpha \approx 10^{-5} \text{ deg}^{-1}$]

α - koeficiens kicsi $\rightarrow$ hőmérséklet-hézagok bevétele.

α mindig testeknél általában > 0 .

Hőbővítés

(izotrop anyagoknál):

$$V_t = a_t b_t c_t = abc(1 + \alpha t)^3 = V_0(1 + 3\alpha t + 3\alpha^2 t^2 + \alpha^3 t^3) \approx V_0(1 + 3\alpha t)$$

$$V_t = V_0(1 + \beta t)$$

Anizotrop testeknél még alakváltozások is ar. beül.

Folyadékoknál a hőtágulás értéke még nagyobb. $V = V_0(1 + \beta_1 t + \beta_2 t^2)$

Gázoknál

Boyle-Mariotte törvénye alapján: $V = \frac{V_0 T}{T_0}$

A gyakorlatban figyelembe kell venni:

hidak, csatlakozások, szorítók, csatlakozások, vasutak,
foglalkozás, vasutak, ...
hirtelen hirtelen csak jó hővezető anyagok el
örök pontos járása
hőmérséklet-nemzetek kell vele.

* Különböző folyadékok mérésénél hőtágulások hi. (dilatációs)
Víz anomáliája - a víz hőtágulása egyértelműen negatív.

* α hővezetése. Állapotegyenlet $Vp = RT \cdot N$

Tágulás mérése

Felhajtás - hőmérséklet (nem ezen az al. méré. a Gezárd, pálcák)

Transzformátorok - elektromos áram szállítása

A nagy beindulás mely adott feszültségű villamos áramot más feszültségű villamos árammá alakít.

Elve : - az önindukció, s. mágneses, elektromágneses indukció -

Ha egy vezetőben az áram az idővel változik, a körülötte levő vezetékben is változik, áramindulás jön létre.

Felépítése : tekercs - és primer - tekercs, légyeremag lemezeiből.

Foucault-f. áramok ellen kék s. szappanpapír szigetelés.

A magja szűke lehet.

Hűtési rendszer : A magot körbe mágneses az áram egy gerjesztés alakít.

Ezért besorolható. görbét mutató ötvényekkel hűtőrendszer.

Itt az az is szilícium ötvözet.

A tekercsben lejárató reakciók.

A feszültség, áramerősség és mágneses indukció összefüggése : ($U_1 = -N_1 \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ -ből)

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

A transzformátor aránya : $k = \frac{N_2}{N_1}$

Hasznosítás : Joule-f. hőhatás, hővesztés, örvényáramok,

Hatásfok : 80 - 85 % nagy hatásfokú ~ 98 %

Ha a veszteségek nem számoltak : $U_1 I_1 \approx U_2 I_2$

Számlák már is nyitott (hisz b.) számológépek.

A háromfázisú transz. magja 3 orlépelt áll 3-3 pr. és szűk tekercs.

Ezeket csatlakoztatni kell a hálózathoz.

Hűtés : (lég) olaj (hővezető)

Felhasználás : áram transzformáció ; hűtés, infomence,

Szállítás : sokkal egyszerűbb, mint a türelőanyag szállítása.

Gazdaságosabb, olcsóbb is.

A vezetékben Joule-f. hővesztés hővesztés be. ($= RI^2$)

Tehát leegyszerűsítve a veszteségek nagy csökkentése, hogy

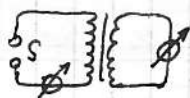
transzformáljuk az áramerősséget. (növeljük a feszültséget)

Ha például 6000V-on, háromfázisú áramot állítunk elő.

Ezt 110 000, 220 000V-ra transzformáljuk.

A hűtésbe 22000V fesz. jut. Ebből kell kivenni a $3 \times 380/220V$.

KGST-n belül hővezető hőenergia-gazdálkodás.



- áttétel, diód, elég erős, vízforralás.

A sugárzás kvantumos hullámjellegei

Legismertebb sugárzás a fény. Röntgen Coober cx falkán a katódsugárak új sugárzás váltottak ki: X (Röntgen) $\sim 10^5 V$; 1% sug. energ. - leucogram.

Fénynyomás (Lebedev: $1 m^2 \sim 5 \cdot 10^{-6} N$) [izotópos falka a Nap közelében megnyúlik]

Ör. nívóval való határol. (jó ~ káros), kémiai hatás (fotokémia)

Fényelmélet: Néhány tulajdonság a hullámjelleggel nem magyarázható:

Külv. fényelektromos jelenség: a sugárzás a fémből elektronokat szabadít ki. Fotóelektr., Hallwachs - negatív töltésű fémmel töltve csak akkor csökken (sug. hat.).

Fényelektromos emisszió (Léonard 1899)

csak bizonyos határfrekvenciánál tud kiválasztani be.



$$I_{\text{el.}} = h \nu I_{\text{fény}}$$

ν_e nem függ a fény intenzitásától. (csak a hőfoktól)

Kilépési munka.

$$W^p = A_0 + \frac{1}{2} m v^2 \leftarrow$$

Fotocellák alkalmazása

(belső fényelektromos jelenség) (vákuum, gáz fotocellák)

Einstein f.e. egyenlet.

Kvantumelmélet (M. Planck n) elemendáris energiaszintek - kvantumok (fotonok)

$$W_0 = h \nu = h c / \lambda = 6.6 \cdot 10^{-34} J s$$

Fényelmélet (supratul, víz) (vas, szén)

Televízió kép alapozgatás - átvitel

Luminiscencia (energiahullámok - fotonok kibocsátása):

Fluoreszkálás (az atom gerjesztés után $\sim 10^{-8} s$ alatt visszatér) [CaF_2]

Fosforeszkálás szilárd (kristályos) anyagoknál; $T = \sim \text{év}$.

vagyis, bio-fosforeszkálás lum. ...

fénycsövek

Fotof. f. működés $\lambda_{\text{lum.}} > \lambda_{\text{gerj. sug.}}$

A kvantumelmélet a spektrum-elmélet előtérbe hozta.

Niels Bohr atommodellje. Kvantum pályán az elektron nem sugároz e.

Energiaszintek.

(spektrum vonal)

Gerjesztett atom (kv.)

Há az elektr. elhagyja az atomot, ion keletkezik.

Elektromágneses spektrum (rövidk hullámok)

Az elektromos áram felterelése - generátorok ; elektromotorok

A generátorokban a mechanikai energiát elektromos energiává alakítjuk az elektromágneses indukció elve alapján.

Váltakozó áram: - alternátor ; egyenáram - dinamó

Teljesítményük 14W nagyságrendű, feszültség 6000V. → jó szigetelés, nagyméretű alkatrészek.

Alternátor: külső mlator - tekercsekkel, szigetelt lágyvasmagnestekből.
belső rotor - nagyméretű elektromágneses tekercsek.
En a mágnestek véle forgó
a mágnestek kör.

Egyfázisú alternátor (kétfázisú) - a rotor egy fordulata egy periódus.
Ex 50Hz-nél 3000 f/p. A valószínű fordulatszám
követ, ezért kétfázisú alternátorokat használnak. (forgó rész)
50Hz: 4p - 1500 f, 6p - 1000 f, 8p - 750 f.

Háromfázisú alternátor (szimmetrikus). A mlatoron minden fázis
számára külön tekercs van, 120° eltolással.
Ezért a fázisok közül T/3 fáziseltolódás van. A rotor mágnestek körével
szinkronizálva a szinusz áram értékeit.

Dinamó: a váltakozó áramot áramműködtető áramfűzők
A dinamó tekercsje mágnestek körében áll.
A mágnestek tekercs 2 kértől áll. Hisz dinamóknál állandó,
permanens mágnestek alkalmazhatók.

rotor - armatúra kompozitán elrendeződik a tekercsek.
A tengelyt párh. sorok - az aktív oldal.

Termoműködtető egyenáramú áram
Az áram ingadozásait az armatúrán lévő tekercsek számának növelésével
érik el.

Forgó mágnestek kör - el. motorok alapja.

Hisz a háromfázisú mlator háromfázisú tekercsje forgó mágnestek
körébe kerülnek. Mágnestek.

Két pólusú mlatornál a mágnestek kör 1 periódus alatt 360°-kal fordul.
4p - 180° , 6p - 120° 50Hz-nél ex 3000, 1500, 1000 ford / perc.

Aszinkron motor: El. motor el. áramot mechanikai energiává alakít.
Alapja az elektromágneses indukció és mágnestek körébe a szinusz.

A háromfázisú aszinkron motor mlatorja háromfázisú.

Beműködés: forgó mágnestek körébe armatúra mozog. (Környezetben "om" vezet)

Működés: forgó mágnestek körébe armatúra mozog. Beműködés az áramot
indukálódás. A két kör az áram. elmozdítását idézi elő.

Megindulás megindul, de fordulatszám csökken (miért)
2p. ~ 2880 ford / perc.

Felhasználás: szivattyúk, megmunkáló gépek... (stabil fordulatszám)

* E. áram - az elektromos rendszerrel működik. Fémvezetékben az elektromos
pályájának rendszerével beletartozik.

Egyenáramú áramforrások (elemek, akkumulátorok) jellemzőik
Váltakozó áram jellemzői.

Feszültség, feszültség
ellenállás.

A fajhő mérése, kalorimetria egyenlet.

Fajhő: egyégtömegét 1°-kal melegít fel (elmélet 30. old.)

hőátadás módjai

Hő, hőmérséklet fogalma, összefüggése.

Kalorimetria egyenlet: $m_1 c_1 (t - t_1) = m_2 c_2 (t_2 - t)$

Pl. az fajhője megállapításának a menete

$$c_2 = \frac{m_1 c_1 (t + t_1)}{m_2 (t_2 - t)}$$

(Levegőben)

$$U.I.t. 0,24 = m c (t^* - t)$$

(elektromos kaloriméter)
(mérőeszköz)

$$c = \frac{U.I.t. 0,24}{m \Delta t}$$

Hővesztés menete

Eszközök

Hibalehetőségek

Elektronos áram a félvezelőben

Félvezelő - ellenállású nagy értékű közöt monog, hőreind exponen-
ciálisan csökken. Leggyakrabban a Ge, Si, Te félvezelő
tulajdonságai ismeretük. A Ge és Si atom belsejében 4 vegyérték elektron van.
A kristályos félvezelőt szilárd anyagok. A vegyérték réteg az üres vezető
rétegtől elválasztva van.

Az n típusú félvezető vezető a vegyérték elektron átugrása vezető rétegre.
A legkisebb szükséges energia ennél: Ge 0,72 eV, Si 1,1 eV, Te 0,36
A félvezető vezetőképeségét előidézők: hő, megvilágítás, elektromos tér.
Az alapú elektron helyén „lyuk” keletkezik - p vezeték.

A félvezető előregülék bizonyos anyagok atomjai, főleg az atomok,
kristály hálójában... Nagy szilárdanyag, mint egy elektron-források.
Ezek energia szintje a vezető-réteg alatt fekszik helyén. Ezek az elektronok
lelkesen rétegek a donorok. A donor atomok szilárdanyagban az elektronokat.

Az elektron átlépésekor a donor rétegtől a vezető rétegre csak kevés
energia szükséges: Si (arénium) = 0,054 eV. Alakulnak az elektronok - n vezeték.

Nagyvegyértékű Ge atom 3 vegyértékkel szennyezve (Al, In) elektr. hiányt
időn elő. A hiányzó elektr. elvezetésével „lyuk” keletkezik. Ezek a mindegyik
kisebb a vegyérték réteg felső szintje fölött vannak. Ezek az
akceptor szintek. Si (boral) = 0,08 eV.

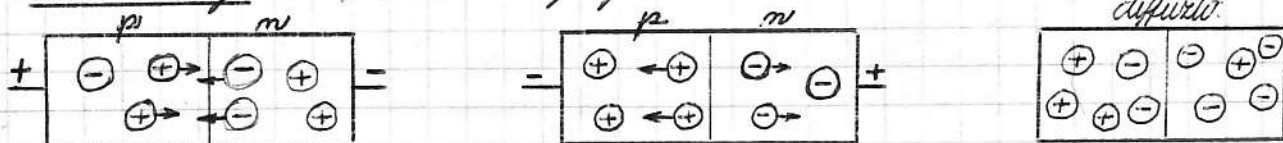
Az mindegyik jelen van, a félvezetőben sok kölcsönhatás van, ellenkező
erővel kevesebb mint a fémekben.

[a fém p.n. n. vezetőben a Hallor f. jelenség segítségével állapíthatjuk meg.
Mágneses mágneses térbe tett félvezető áram folyik. Az elektronok
a Lorentz erő $[F = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}]$ hatására elmozdulnak. $\rightarrow$ Állóan el. tér keletkezik.]

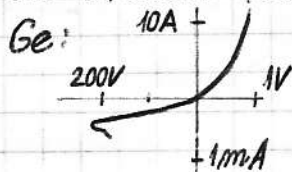
Félvezető és fém kontaktus [10^{22} e/cm^3 - fémnél ; 10^{15} e/cm^3 félvezetőnél] $\rightarrow$
az érintkezési felület nagysága $\approx 10^{-4} \text{ cm}^2$ (vastagabb, mint 2 fémnél!)
Ebben a helyen rétegek keves, de nagy part. energiájú atom van.

Félvezető kontaktus.

Átvezető irány : - az exponenciális átlengés az ilyen irányú áramot
hátró irány - nál nem folyik áram.



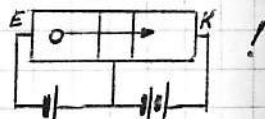
Az átvezető működését a félvezető jellemzőiből vizsgálhatjuk le.



Leptos fél. exponenciális - nagy aktív felület (több 100 A!)

Felhasználás : rádió, rádiótechnikai, exponenciális, erősítő, hálózatos...

Transzistor : emitter, bázis, kollektor. Transzistor jelenség:



Felhasználás : rádiótechnika...

A hullámok feljött, tulajdonságai és terjedése

Hullámok - a rezgések terjedési formái (bármilyen - Leonardo da Vinci)

Fajószerűség - a hullám terjedése. Resonanci (bármilyen) hossz - hossz (vagy) hossz (vagy)

Felmerül hullámok (felmerülések) - terjedési módok

Hossz - akusztikus hullámok

$$\lambda = cT = c/f$$

Közlekedési sebesség: $y = r \sin \omega t$ $\frac{2\pi}{T} = \omega = 2\pi f$ - körfrekvencia

illetve $y = r \sin \omega (t - \frac{x}{c})$ $y = r \sin 2\pi (t/T - x/\lambda)$ $x = k$

$v = dw/dt = A\omega \cos \omega (t - \frac{x}{c})$

$a = d^2w/dt^2 = -A\omega^2 \sin \omega (t - \frac{x}{c})$ $t = k$

$dw/dx = v = A \frac{\omega}{c} \cos \omega (t - \frac{x}{c}) = v$

$d^2w/dx^2 = a = -A \frac{\omega^2}{c^2} \sin \omega (t - \frac{x}{c}) = a = \frac{1}{c^2} [-A \omega^2 \sin \omega (t - \frac{x}{c})]$

$\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = \frac{1}{c^2} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial t^2}$ - hullámegyenlet (resonanci síkhullám)

Görbék $[r; t \text{ meghat.}]$

Hullámfelület

Hullámok kölcsönhatása: interferencia

$y_1 = r \sin \omega t (\frac{t}{T} - \frac{x_1}{\lambda})$ $y_2 = r \sin \omega t (\frac{t}{T} - \frac{x_2}{\lambda})$ $y = y_1 + y_2 = 2r \sin \omega t (\frac{t}{T} - \frac{x_1 + x_2}{\lambda}) \cos \frac{\omega}{2} (\frac{x_2 - x_1}{\lambda})$

néhány hullámok: $y_1 = r \sin 2\pi (\frac{t}{T} - \frac{x_1}{\lambda})$ $y_2 = r \sin 2\pi (\frac{t}{T} - \frac{x_2}{\lambda})$ $y = y_1 + y_2 = 2r \cos \frac{2\pi}{\lambda} x \cdot \sin \frac{2\pi}{T} t$

csúcspontok közvetlen $\lambda/2$

csúcspontok $\lambda/2$

csúcspontok

A hullám terjedése és visszaverődése: $\lambda_1 = \lambda_2$ $\frac{\sin \theta}{\sin \phi} = \frac{c_1}{c_2} = n$; refrakció

Hullámok elhajlása, elhajlása

Hullámok terjedése (elemi hullámok kiindulási pontja)

Ezenkívül a Doppler elv

$u_1/c \ll 1$ $u_2/c \ll 1$ akkor megközelítően:

$$v = v_0 (1 + \frac{u}{c} \cos \varphi)$$

φ - pályák mőve

Ezenkívül elektromágneses hullámok

A mágneses erő

Az elektronok saját mágnesmennyisége van, a spin.
Ezért mágnesesítés a spektrum vonalait, mágneses térben történő elhajlását,
a ferromágneses tulajdonságait, ...

Az elektron mag körül mozgásával létrejött mágneses nyomaték -
orbitális mágneses mennyiség

1. Lágymos hőnyom elvont mágnesességet
2. A mágnesrúd E, D irányba fordul. $E \sim N(\text{north})$ $D \sim S(\text{south})$
3. Vonnak a vonaligfaktat, egymással hasonlítják egymást.
4. A mágnes az erőket sem kiűzi. Erővonalak (varevűlők kivevűl).
mennyük jobbkörrel szabály szerint. (v. v. m. E-ről D-re)
5. Kengeres lekeres - mint rúd mágnes
6. A mágneses tér és az áramvezető, kölcsönhatás.

Az elektromos áram mágneses tere

Erővonalak irány: Amper-f. jobbkör szabály: (küz. ujj Irány, bek. ujj - erőv. irány)

A mágneses tér erővonalai zárt görbék.

Mágneses erővonalak (külső erővonalak nem járnak a belső erővonalak).

Solenoid belsejében a m. erőket homogén.

Mágneses erőket határozza az áramvezető:

A vezető kitérő:

Fleming-f. balke szabály:



A mágneses indukció: $F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha$ - mennyiségileg meghatározása
 $\Rightarrow B = F / I \cdot l \cdot \sin \alpha$ a mágneses erővel.
 $[B] = N / Am = T$

2. Az áramvezető kölcsönös erőhatása:

Amper törvénye: $F = \frac{\mu}{2\pi} \cdot \frac{I_1 \cdot I_2 \cdot l}{d}$ μ (permeabilitás) $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} N/A^2$ $\mu = \mu_r \cdot \mu_0$

Amper definíciója: (egységként!)

Áram által létrehozott mág. tér indukciójának piromatára

($F = B \cdot I \cdot l$ Amper törvény) $\rightarrow B = \mu \cdot I / 2\pi d$ - egyenes von.
 $B = \mu \cdot I / 2r$ - köráram
 $B = \mu \cdot N \cdot I / l$ - solenoid

Az anyagi közeg befolyása a mágneses tere. (liberáció különböző anyagok!)

Ferromágneses anyagok: Fe, Co ... erősíti a lekeres mág. teret.

Az anyagok mágneses tulajdonságai. A ferromágnes minden részecskéje
 elemi mágneset képez. Weber m.f. - 19sz - elhárítás. (Göndör anyagok).

Mágnesesítés - az elemi mágnesek az erővonalakkal egy irányba fordulnak.
 ha mindegyik egy helyre kerül, el, telített mágnes lesz.

Lágy és kemény mágnesek (elválasztás!)

Domének - a ferromágnesekben az elemi mágnesek képviselik. ($\approx 0.1 \text{ nm}$ nagys.)

Önkéntes mágnesesítés - ha paramágnesesnél a domének inkább rendelkeznek.

Létezik a Kurie f. ábrázolása. $MnAlGa_2$ (26, 13, 61%)

Diamágneses anyagok $\mu_r < 1$ Cu, Bi

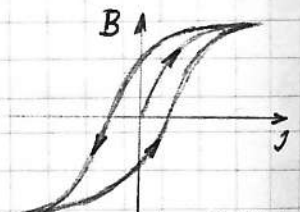
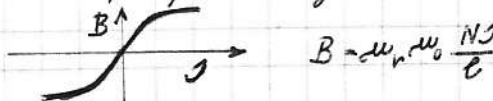
Paramágneses $\mu_r > 1$ Al, Pt, Mn

Ferromágneses anyagok $\mu_r = 10^2 - 10^5$ Ni, Fe, Permalloy

Mágnesesítés görbe

Permanens indukció

Kurie f. görbe

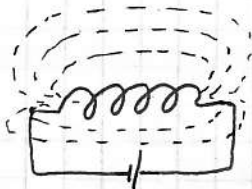


Ferridek (fémoxidok + fémoxidok) a két ábrás nem egyenlő - a domének mág. polarizációja.

Állathatás: daru, rögkötő, műanyagok, relé, (Depresszió, műanyagok).

Az el. és mág. tér hatása az elektronra: $F_{m0} = B \cdot Q \cdot v \cdot \sin \alpha$

$F_{el0} = Q \cdot E$ (képzés!)



A hőmérséklet mérése

I. Nyomás mérése:

Folyékonyág - molekulák gördülékenység. (Folyadékot felépítése)

Nyomás: $p = F/S$

Felülekre ható erőből származó nyomás (Pascal törvénye)

Hidrosztatikai nyomás (gravitációs erőből) [hidraulikus prés] kísérlet: edény vízzel, nyomásmérő
 $p = \rho \cdot g \cdot h$ (hidrosztat. paradoxon)

Körlekedőerőssége, határfelület

A nyomás kapcsolatban van a sebességgel is (Bernoulli egyenlete)

A hidrosztatikai nyomást hűtőmérő manométerekkel mérjük (pl.).

Légnyomás és mérése (víz - vízváku - 10 m magasságig)

Torricelli - Torricelli kísérlet (1643)

A Hg 76 cm magasságra emelkedik

Pascal - Périer - hűtőmérő magasságban mért - igazolta (1648)

Hg-légnyomásmérő (barométer) egy-, kétcsőrű.

Vacuum - Bourdon aneroid

Ezenek alapján a magasságmérő is

Egységek: normál nyomás: 760 Hg mm

N/m^2

1 bar = $10^5 N/m^2$

1 Torr = 1 Hg mm = $1/760$ mb 1 atm.

I. Hőfok mérése: hőmérs. hatásváltozása, térfogat, sűrűség, el. ellenállás.

Ezek felhasználásával mérjük.

Hőmérsékleti skála: fagyáspont - olvadási jég hőmérséklete (norm. körülm.)

fagyáspont - forráspont - forrásban lévő víz gőzeinek hőmérséklete

Hg-hőmérő: $V = V_0 (1 + \frac{V_{100} - V_0}{100} t)$

Hidrogén-skála: - minden gáz nyomásváltozásra egyenlő (Hg-milliméter)

Ez használatban folyadék-hőmérők beosztásának.

Hőmérsékletmérés határainak: Hg - $-39^\circ C \sim 357^\circ C$, alkohol - $-114^\circ C$,

én - $\sim 1560^\circ C$, termoelektromos hőmérők

platinium (sugárzóképtesség felkínál.)

Redukált hőmérő (kitágult kapillaris), maximum hőmérő (lenyúlított k.)

Felhasználják mind a felhő h. kitágulásánál is:

Mérés v. bimetal

Hőmérőfajták $^{\circ}K$; $^{\circ}C$; $^{\circ}F$; $^{\circ}R$ ($273^{\circ}K = 0^{\circ}C$ $F - 32 \sim 212$ $R - 0 \sim 80$)

A fény sebességének mérése

Az optika tárgykörje. A mechanika mellett a fizika legrégibb ága (~ is 2000).

A fény a sugárzóenergia hordozója. Sugárzó energia = hányszorralosan haladó el. m. h. hullám energiája. A "fény" hullámhossza: 4000-7600 nm.

Fényforrás: elekt., kémiai, mag-energia átalakulásai v. kibocsátásuk jöve. fény.

Fénylami közeg: anyag, melyen a fény áthalad.

A hullámfelület: (azonos fázisú felületek) (induló közegben gömbfelület)
síkhullám - a gömbf. egy része

Huyghens elv.: A hullámfelület minden egyes pontja egy elemi hullámfelület új kiindulópontja.

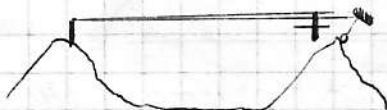
Monokromatikus (egyszínű) fény - (a fehér fény abból minből levédik össze -
- mince meghatározott hullámhossza).

A fény sebessége az elektrom. hullámok (és gravitációs jelek) sebessége.

1. Olaf Römer 1675 (dán csillagász) A Jupiter 1. holdjának a f. árnyékától való kitérését figyelte. Mérésre a keringési időt. A kitérés aránya 14 sec.-mal később. Föld - Jupiter táv ~ $4,3 \cdot 10^6$ km.

$$c = \frac{4,3 \cdot 10^6}{14} = 307000 \text{ km/s.}$$

2. (A Földön) H.L. Fizeau (fr. fiz.) 1849 (fr. fiz.) - fogaskerékkel



ismert az út és a kerék fordulatszáma
↓
c.

3. L. Foucault (fr. fiz.) - forgótükör

4. Michelson (forgótükör + fogaskerék)

5. Galileo Galilei ($c = \infty$)

Magnus és elektromos mérésekből is kimérhető.

$$c = 2,99793 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

A fény sebessége vákuumban a legnagyobb.

A relativitáselmélet szerint ez a sebesség a legnagyobb. $\left[m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} \right]$

Fényelméletek: I. Newton 1704 korpuszkuláris elm.

A Huyghens 1690 hullámelmélettel

Maxwell 1873 elektrom. sug.

Einstein 1905 kvantum elv. (1879-1933-1953) $E = h \cdot \nu = W$

Planck kvantumelmélet.

A töltés elektromos jellege

Erősség: (W Gilbert 1600) íveg + ebonit - ; vonzás; elektrostat.
 elektron töltés - legkisebb negatív töltés (atommagban (+) = (-) [Milliken] 1912
 szabad elektronok, ionok.

Útvesztő, szigetelő (dielektikum) elektromosítás: dörzsléssel, érintéssel, vezetéssel
 a töltés a vezető felületén, kívül helyezkedik el.

Coulomb törvény: mérés ingával: $F = mg \sin \theta = mg \cdot \frac{1}{2} = R \cdot s$

$$F = k \cdot Q_1 \cdot Q_2 / r^2$$

$$1 \text{ Coulomb} = 1 \text{ As (amperszekundum)} \quad e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

intenz.

Elektromos erő

(v. térerősség: $E = F/Q$)

$$F = Q_1 \cdot Q_2 / 4\pi \epsilon_r \epsilon_0 r^2 \quad E = k Q / r^2 \quad \epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$$

Erővonalak (megnyitva, különböző töltések)

Töltés felületi sűrűsége: $\sigma = Q/F$

$$\text{gömbnél: } E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

A szigetelő polarizációján elektromos térben.

Vezető elektromosan megvezetett állapotban.

potenci.

Potenciál - feszültség: $V = A/Q$

$$U = V_1 - V_2 \quad [\text{volt: J/C}]$$

$$V = Q / r \cdot 4\pi \epsilon$$

elektropotenciális felületek

Vezető kapacitása: $C = \frac{Q}{V} \quad [1 \text{ F} = 1 \text{ C/V}]$

$$\text{leghosszabbított: } C = Q/V = S \cdot \epsilon / E \cdot d = S \cdot \epsilon \cdot E / E \cdot d = \epsilon S / d = C_s$$

(kondenzátorok felépítése)

Elektromos áram fémekben:

Áram iránya: pozitív l. részecskék iránya.

Áramerősség: $I = Q/t = \text{Amper} \quad [A]$

Áramforrások, elemek, Galvani 1789, Volta... (termoelem)
 Ellenállások, Kirchhoff törvények,

Feszültség: $U = \frac{A}{Q} \quad [J/C]$

Elektromos energia: $W = U \cdot I \cdot t = R I^2 t$

Fénytanú képzalkodás (geometriai optika)

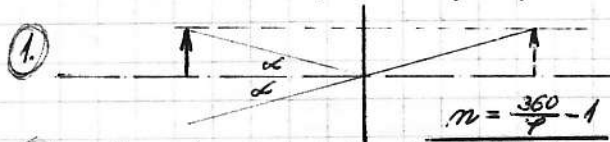
A tárgy pontjaiból kiinduló megfigyelhető sugármintázatok mérési-pontjaiból kiderül az optikai kép. A sugarak két közeg határa lövi r. veti vissza. Valódi kép az optikai rendszeren áthaladóval szembe fordított.

Képző, virtuális - az ellentétje

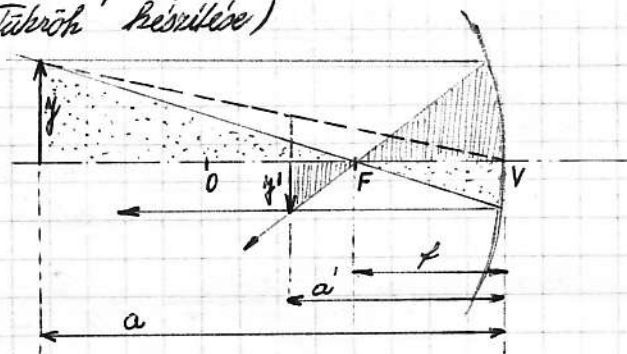
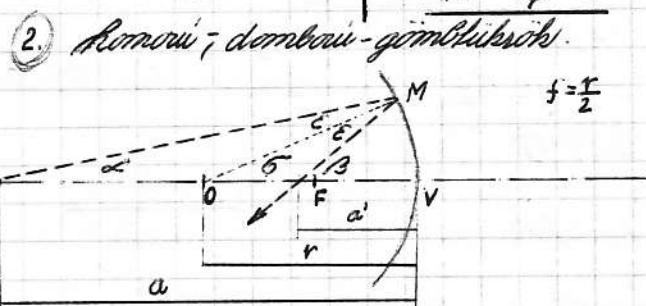
Gyártási célra leggyakrabban a sík és gömbfelületű. Gömbüli közegpontok az optikai tengelyre esnek. - Csúszkáló optikai rendszer.

Képzalkodás fényviszonyairól: sík-, gömb-, parabolikus-tükrök.

A tükrök (műanyagos üveg; Ag v. Al plázmavetítéssel). A fény ~90%-át veti vissza.



Felhaszn.: mérőműveknél is. (Ha a tükrök $d \pm$ -gel, a visszaverő sugarak $2d \pm$ -gel tér ki; R+ tükrökön $2d$ 45°-os szögben. (Tükrök készítése))



Térleghatár: $d = L + 3$, $B = 5 + E$, $\lg L = L$
 $L + B = 25$
 $\lg L = VM/a$, $\lg B = VM/r$, $\lg B = VM/a'$
 $VM/a + VM/a' = 2VM/r$
 $1/a + 1/a' = 1/f$

Előjelmegállapítás: tükrök előtti távolságok pozitívak.

Transzverzális nagyítás: $Z = \frac{y'}{y} = -\frac{a'}{a} = \frac{-f}{a-f} = -\frac{a'-f}{f}$

A kép mélysége a tárgy elhelyezésétől függően. (állás, nagyítás, való-e?) (abszolút mért)

A tükrök felhasználása: lámpák, reflektorok (fényvörök)

Képzalkodás fényviszonyairól: (lencse)k

1. Békény 0, plankonver D, konkávkonver D, 2. Bikonkáv II, plankonkáv II, konverkonkáv C
 3. A fókuszban áll. sugarak az opt. tengellyel párh. haladnak tovább.
 4. A fókuszban áll. sugarak az opt. tengellyel párh. haladnak tovább.
 5. Az optikai közegpontban áthaladó sugarak nem törnek.
 6. Az egy pontból kiinduló fényvörök a képtelen egy pontban találkoznak (fókuszálási pont).

A gyűjtőlencsék ábrázolási és nagyítási a tükrök egyszerűen.

Optikai erősség, dioptria [m⁻¹]: $\varphi = \frac{1}{f}$

A fókuszálási pont az $\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right)$ képlet határozza meg.

Milyen méggel fordult el a tükrő, ha az 1,5 m távolságra lévő objektum a fény-
sugár O képpontját 25 cm-re menti?



$$\text{Igy } 2h = \frac{25}{150} = \frac{1}{6} = 0,1666 \quad 2L = 9,5^\circ \quad \underline{L = 4,75^\circ}$$

A domború tükrő görbeségi sugara 30 cm. A tükrőt milyen távolságra
helyezzük el a mennyei fénysugárak.

$$\text{Sugárak párh., } f = \frac{r}{2}, \quad \underline{f = 15 \text{ cm}}$$

Bírálat: optikai rendszer
beállítjuk a fényforrást, a lemezt ... és beállítjuk a kedvenc irányítóságot.

, grafikuson is!

Képfokusz: $a \rightarrow \infty \Rightarrow b = f$
Tárgyfokusz: $a \rightarrow f \Rightarrow b \rightarrow \infty$

A lencse optikai középpontja (-m a fénysugarak mállozási pontja)

A lencse hibái: műveletnek a mállozással,
a sugármállozást kiegészítve (nem csak a F.-ben)
a fénysugarak minélise bomlanak.

Gömbi ellés (szférikus aberráció). Az opt. tengelytől távolabb sugarak
jobban törnek. A kép lenc. középtől áll - más lenc.
Fényvesztés (Blende), lencse kombinációival, nem
gömbfelületű lencsékkel csökkentjük; $\rightarrow$ aplánál

Grini ellés a fehér fény különböző minélise törésmutatója
más-más. (Lencse törésmutatója az idővel, legkor. a vörös F.)
"Szférikus" kombinációval ($\downarrow$ koromüveg + $\uparrow$ flintüveg) $\rightarrow$
achromatikus lencse.

A képfokusz felhasználása: opt. művelet (nem)

[A lencse felületén a fény interferencia felhasználásával vizsgálják.
" " " az üvegnél kisebb törésmutatójú anyaggal
borítják be, hogy ne verje vissza a fényt.

Geometria optika - a hullámoptika "resté" ha $\lambda \rightarrow 0$.

Fermat-törvény: a fény a két pont közötti leghorabb időt utal (alacsony: $T = \min \int dt$.)

Koma (opt. hiba) ha a tárgy az optikai tengelyen kívül fekszik,
a pont képe eltorzított, nem egyszerűen megfigyelhető, koma alakú.
Külföldi torzítások, ábrák minélise....

Sűrűségmérés módszerei

1. Szabályos testek (méréssel) $\rho = \frac{m}{V}$ (V - számításból, m - méréssel)
2. Szabálytalan testek $\rho = \frac{m}{V}$ (V ; m - méréssel [mérleg, mérőhenger])
3. Szilárd testek s. Archimédessz. h. alapján.



$$m_1 g = m_2 g + V \rho' g$$

$$V = \frac{m_1 - m_2}{\rho'}$$

$$\rho = \frac{m_1}{V}$$

$$\rho = \frac{m_1}{m_1 - m_2} \cdot \rho'$$

(ρ' - legfőbbkor $\rho_{H_2O} = 1$)

4. Folyadék sűrűségének mérése Arch. h. alapján.



$$m_1 g = m_3 g + V \rho' g$$

$$V = \frac{m_1 - m_3}{\rho'}$$

$$m_1 g = m_2 g + V \rho g$$

$$V = \frac{m_1 - m_2}{\rho}$$

$$\rho = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_3} \cdot \rho'$$

Elmélet: mi a sűrűség, egyéni
Archimédessz. törvénye, levezetés.

5. "Nőrelkedő" edényekkel: $\rho = \frac{h_1}{h_2} \rho_1$

Boumés felhők,
koncentráció mérés.

Optikai műrerek, készülékek

A szem - a gyújtólencsék rendszere a világított a külvő világ felől, kicsinyített, valódi képet képez. (aranyhártya, csarnokvíz, lencse, üvegtest)

A szem alkalmazásai (főleg a lencse elhelyezkedéséről)

Középső - a leggyakrabban alkalmazott, még látható, szed.

Felső - a nyújtólencsén lévő szem alváltja a tárgyat

Komplexionális szemlátás ~ 250 mm (oktatás...)

Rövidlátás (oktatásos szemlátás)

Normális és látóhatár



Az érzékelés feltételei:

1. Fényerősség (fotometria) - mérési egység: lux, fénysűrűség (színtérkép)

A szem legérzékenyebb a sárgászöld színre, mérési egység: a fény (5550 Å → 5100 Å). Az ideghártya fénysűrűsége ~ 10 000 x nagyobb fénysűrűsége-nél.

2. A fénymennyiség a pupilla mérete (2-8 mm Ø)

3. A fénysűrűség 0,1 sec.-ig megmarad.

A kép látása függ a T látóhatártól (különböző pontok látható).
 $T > 1'$ (a sárgászöld 0,004 mm.)

A képek mérete - méret és alacsony fénysűrűség.

Fényerősség

Egyesített nagyság (lupa)



- látóhatárnagyság. $n = \frac{L}{a}$

Az optikai műrerek okulárból és okulárisból állnak.

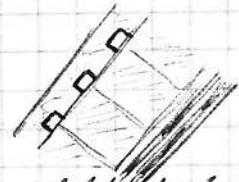
Különböző okulái: okuláris memória

Rövidlátás okulái: okuláris memória

a külvő kombinációja.

Mikroszkóp: az objektív és okulár összerakott gyújtólencse rendszeréből áll. Növeli a látószöveget, fordított, nagyított kép.
(kondenzor, lámpa, okulár, objektív)
objektív nagyítás: $\beta = t/f$
okulár " " : $\mu_o = l/f_o$ } $\mu = t \cdot l / f \cdot f_o = \mu_o \beta$ (~2000-szeres nagy.)
a mikroszkóp felépítő képlete

Változtatható:
diaskóp
episkóp
epidiaskóp



filmvelítő: (mechanikai, optikai, elektrotechnikai rész)
Filmreteká hűtővelővel fénysugár fedt el a rést.
A hang fotocella's átalakításával.

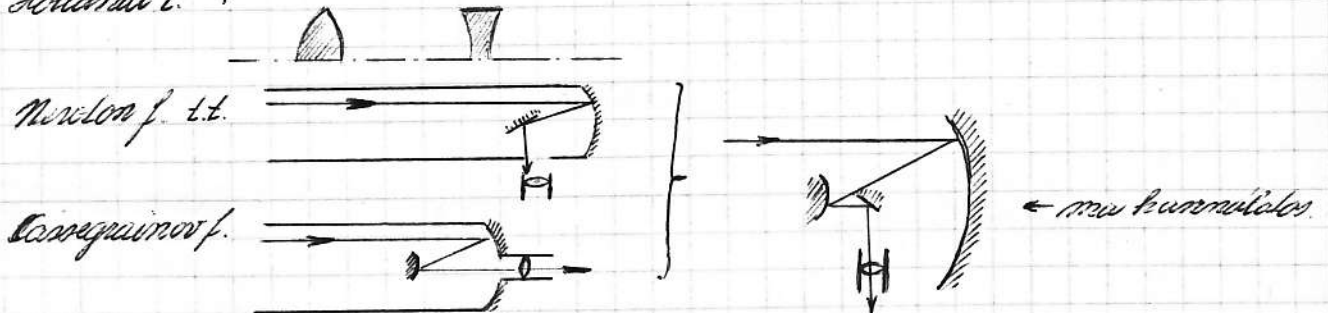
Távcsövek: refraktor (lencsés): Kepler f. csillagászati (1611)
Galilei f. - hollandi (1610)
reflektor (tükör): Newton f.
Cassegrainov f.
kombinált.

Kepler f.: konstans $f + f_o$. Összerakott nagy f. gyújtólencse objektív,
kis f_o távolságú gy. l. okulár. $\mu = \beta \cdot \mu_o = f \cdot l \cdot e / f_o = f' / f_o$
Felb. Nagypontosság, mérési...

A képet praizma fordítja mag - főtli célközül.

Berz a. mérők 1852-ben tervezte. 1893-ban került kivételére.

Hollandi t.:



A termodynamika alapjai

Hőmérséklet, $^{\circ}\text{C}$. $\Delta Q = m \cdot c$ (fajhő, kalória)

Hő ~ munka egyenértékűsége (Mayer, joule hívével) $1 \text{ kcal} = 4186,7 \text{ J}$

Hő terjedése: áramlás, vezetési, sugárzás

Fajlagos hővezető-képesség: $\lambda = Q \cdot l / S \Delta t$ $Q = \lambda S \Delta t / l \text{ [W]}$

I. Termodynamikai tétel

energiatétel a hőenergia átalakítására. [Helmholtz 1847; Kelvin 1852]

Lomonosov 1748, Clausius 1857

$$\Delta U = U_2 - U_1 = \Delta Q + \Delta A$$

[Tehát kirajzolja a perzpetívum mobile mechanikáját]

A gáz munkája: $A = p_1 \Delta V + p_2 \Delta V + \dots + p_n \Delta V$ [$\Delta A = F \cdot s = p \cdot S \cdot s = p \Delta V$]

Izoterm, izochor, izobar, adiabatikus folyamatok. Állapotegyenlet.

Carnot-f. hőfolyamat

II. Termod. tétel Hőfolyamatnál: $\eta = \frac{Q_2 - Q_1}{Q_1} = \frac{\Delta A}{Q_1} = \frac{T_2 - T_1}{T_2}$

A hőenergiát nem lehet maradéktalanul mechanikai munkává alakítani. [fordított irányba lehet]

III. Gázok viselkedése alacsony és magas hőmérsékleten. (légneműségi)

Felhasználás: hőgép: dug. gép; turbina; reaktív gép
robbanó motorok.

A fény hullámjellegét bizonyító jelenségek: - interferencia, elhajlás, polarizáció

A fényelmélet fejlődése: 1. Newton korpuszkuláris elmélet (1704) az egyenestörvénnyel szembeállítva nagy sebességű részecskékre vonatkoztatta.

Ch. Huyghens hullámelméletű elmélet (1690) (1873)

Maxwell indukációs elmélet (elektromagn. hullámterjedés)

Planck elmélet a fény magyarázat egyesítése

Einstein kvantumelmélete (1905)

A hullámelmélet nem mond ellent annak, de nem minden magyarázható vele. A "hulló" egyenest törvénnyel.

A foton energiája: $E = hf$, ahol h Planck állandója, f a fény frekvenciája.
Kvantum energia = foton = $h \cdot \nu$ ($h =$

Alkalmazások: fényforrás, fényvisszaverő, hullámfüggő, szűrő, fényvezető, monokromatikus fény (Huyghens stb.)

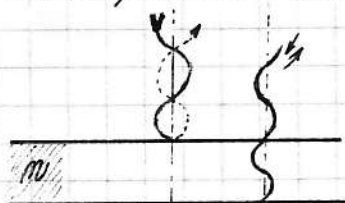
A fény sebessége
Fényvisszaverődés
Fényrefrakció

A fény interferenciája: - az az m. hullámok összehasonlítása.
Csak a koherens hullámoknál (egy fényforrás [fáziskülönbségük állandó]) az eredő megerősítés intenzitása a fáziskülönbségtől és az útkülönbségtől függ.

Nem koherens hullámok összehasonlítása esetén az intenzitás növekszik.

Az interferenciát megfigyelhető fénykép, az interferencia kép

Interferencia előnyei: (nagyarányú, olcsó, egyszerű, ...)
monokromatikus fény esetén (egy fény-függővel állítjuk elő)
az interferencia nagyobb mértékben is megfigyelhető.



Általában kisebb körűl a hullám elterjedés fázisban verődés merre.

A két hullám útkülönbsége: $\frac{\lambda}{2} + 2md$

Erősítés: $\frac{\lambda}{2} + 2md = 2k \frac{\lambda}{2} \rightarrow 2md = (2k-1) \frac{\lambda}{2}$

Gyengülés: $\frac{\lambda}{2} + 2md = (2k+1) \frac{\lambda}{2} \rightarrow 2md = k \cdot \lambda$

Ha a fény nem teljesen párhuzamos, különböző irányú csúcsok, fény
fény esetén különböző mértékben elterjednek (mérték!).

A tükrök felületén keletkező tükrözést Mache J. Mache írt (1648) [Csk]

Gyakorlatilag Newton bizonyította



Átvezetés után a fényvisszaverő
különböző fázisokban találhatók.
Newton f. gyűrűk

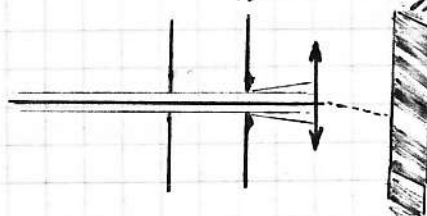


Fény fény esetén nemlineáris gyűrűk $\rightarrow$ miniatűrűk.

Felhasználások: lencse görbületének, fényhullámhossz mérésére.
Csatolt felületek, fényviszonyok, tükrözés... mérésére.
[mérés definíciója]

Fényelhárítás

Gyakorlatilag akkor észlelhető, ha az akadály méretei $\approx$ a hullámhosszal. Gyakran $\lambda = 0,1 \text{ mm}$ $\rightarrow$ nehéz megfigyelni. (Vékony-dacitron, -részec)



[Az először az árnyék feléje]

maximális maximum

Gyökös rácsos elhajlott fény interferenciája

A leggyakrabban f. rácsoknál rácsológép gyémántpírával mm-ekig ~ 1700 perces van. [NDK]

Elhajlás kétféle rész:



Az egyes irányban haladó fénysugarak erősülnek egymással (azonos fázis, interferencia)

$\rightarrow$ világos csík

fő v. null-rendű maximum

$$b \cdot \sin \alpha = k \cdot \lambda \quad ; \quad \sin \alpha = \frac{d}{\lambda} \quad (\text{a képletet lemezelő})$$

A rácsok nem ilyen kétféle csak van, a világos és sötét csíkok között élve haladnak.

Férfi fény esetén a minikép: körösön fehér, mindegyik oldalán elterjedő spektrum, mellette a kétféle

A rácsminikép világos, k -rendű sp. végül fehér (világos).

Normál minikép $\rightarrow$ egyenletesen oszlik el hullámhossz szerint

Gyakorlati megfigyelés: Hódos időtöltés a Hódosnál, lámpánál...

Polarizáció

A term. fény mag. és elekt. vektorai minden irányban egyenletesen eloszlottak. Tiszta fény esetén a fény lineárisan polarizálódik (az el. vektor 1 síkban mozog.)

Polarizátor tükrök, lencsék, prizmák, ...

Analizátor prizmák = a polarizátorral, kimutatja a polarizációt.

(két tükrös - hogyan?)

Polarizációs mág üvegeit $\sim 56^\circ$ (Négyes mág polarizáció)

a polarizált fény fénysugaraitól nem különbözik.

Relativitás elmélet

Értelmezés: az ember biológiai, erkölcsi, politikai, vallási ... működésessége.
 Étel, -világ - helyzetese ... kérdések.

Frederik látogya. A jelenségek anyagi természetéről.
 A világ anyagi egysége.
 Üllalános törvényszerűségek leírása. "Népszerű" fiz. mennyiségek magyarázata.
 Energia, anyag - magmódok. (Töltés, tehetetlenség, tömeg.)

Beitör (1913 - 1933) Planck (21 évvel idősebb), Einstein. (barni tudományos hívatat)
 Elméletük jelentősége. Lorentz (h) - elektromágneselmélet.
 (Lord Rayleigh), W. Wien fény és hőugrázás jellemzői nem egyeztek.
 1900. X. 19. - M. Planck sugárzási formulája (nem tervezett!)

1900. XII. 12. - Lorentz és magyarázat. - kvantum elmélet -
 1905 Einstein 4 dolgozata (kvantum elm., Brown f. mozgás, relativitás elm.)
 fotónok anyagi jellege. $E = h\nu$ (anyagtól energiáig vezető egyenlet)

W. Kaufmann (m) hi is mutatja az elmélet növekedését.
 Einstein $E = mc^2$

[1 kWb - 50 f → 1 kg vas $12,5 \cdot 10^9$ KWh] (Ezzel az energiával 1/6000-d részre energiát váltható ki.
 rad. bomlásból. - Atomenergia)

N. Bohr - atomelmélet.

Relativitás elmélet. Nagy tömegek befolyásolják a teret. (görbül)
 Euklideszi geometria törvényét vesztik.
 A tér, idő összefüggnek (az anyaggal is)
 Tetszőleges úton tér nem létezik.

Idő dilataciója: $t = t_0 / \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

Hosszúság kontrakció $l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

Tömegnövekedés $m = m_0 / \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

Energiajelöl: $E = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

Az elektromágneses spektrum

molekulákban atomokban elektronok	összetételben ad. sz.	10^5 Hz
		$10^6 - 10^8$ rádióhullámok
		10^9 rádiótelefónia h.
		10^{10} cm, mm-es tv.
		10^{13} infravörös sugárzás
		10^{16} ultraibolya s.
		10^{18} Röntgen s.
		10^{22} gamma s.

látható fény: $0,4 \text{ nm} \rightarrow 750 \text{ nm}$.

Infravörös sugárzás: hőérzetet kel, fotográfia his energi.
fényérzékelő emulzióiban his hatást fejt ki
(csak ha $\lambda < 1300 \text{ nm}$)
jelentős a növényben és állatban való fényképezéshez.

Ultraibolya s. ($4 \cdot 10^{-7} - 4 \cdot 10^{-9} \text{ m}$) fotográfia jelentős
energiajával, hatékony f. emulzióiban, lumineszcenciát
idéznek elő. Olts a mikroorganizmusokat,
barnítja a bőr. Újra is újrag elnyeli.

Felhasználások. (Röntgen, röntgen, X.)

Hűtő spektrum: a jelentős az atomok közötti nagy seb.

Fényterjedés: nirelek. hirtelen elmozdult, fotonok
elmozdult, lassú, polarizáció...

Rádióhullámok: elektromágneses h. Maxwell f. elmélet (4. fejelet).
Elektr. h. terjedése: $v = c / \sqrt{\epsilon_r \mu_r}$ (Házi bizonyítás)
Rezgések, hullámok keltésére, terjedésére, levezetése
Rádiótechnikai

Rádiótelefónia
Rádiótelevízió

Röntgensugárzás ($10^{-8} \sim 10^{-11} \text{ m}$) [1895] Felfedezés, keltésére.
Röntgen (wolfram-katód; $10 - 400 \text{ kV}$, Wehnelt-f. kengő)
hatás: 1%
Röntgensugárzás hatása [Zns...; fényképezés, mérésére]
- " - elhajlata kristályrácsban (fluorogram)
- " - elnyelés
- " - diffrakció
Kemény; nagy-sugárzás

V-sugárzás - elektromág. sug. fotónjai. $10^{-11} \sim 10^{-13} \text{ m}$
hatása

Spektrál analízis: fény felbontása prizmán
Folytonos sűrűség. (nincs réz) réz, mangan, szén, szilíc, kén, szén, ibolya
Newton: szék körül nem bontódik. Összetételük "fekü" mint ad.
Spektrális (prizma sp.) prizma, hullámhossz, mérőeszköz. ("szék")
Sp. mérés, sp. graf., sp. szám.
Folytonos m. - összefüggő minőségek. Grimaldi, Huygens, Young, Young, Young
Szén m. - szék ad. szék, mangan elnyelési hatása rézre (mnd.)
Szén m. - szék szilíc elnyelési hatása rézre (mnd.)
Hidrogén sűrűsége. H_2 réz H_2 réz H_2 réz H_2 réz H_2 réz
Röntgenmodellje. [(1, 4, 9)] (h. prizma minős. sug.) (el. hirtelen elnyelési hatása)
[Szén határolmala. leggyakoribb 2 - vöröses elnyelési hatása $\text{H} - 13,53 \text{ eV}$]
Színképelemzés. Bunsen, Kirchhoff. - a sűrűség jellegzetes! - emulzió, aluminizáció!
[$3 \cdot 10^{-7} \text{ m}$, $3 \cdot 10^{-12} \text{ m}$, H_2] Kirchhoff sűrű! Aluminizáció!

Állandó testek mechanikája

Állandó test (állandó alak és térfogat) [Az erő hatására változatlan, ha a tömeg-
központról a nehézségi erősen ellátja]

Erő forgatónyomomata - mechanikus munka: (hossz bevitel)

$$r - \text{erő hatálya} \quad M = F \cdot r \quad [\text{Nm, kJm}] \quad +; - \text{előjel} \quad [\text{jobbára irány}]$$

$F -$ " nagysága

Forgatónyomomata képlet: két leng. testre ható erők forg. hatásai 0, ha $M_1 + M_2 = 0$
Felhason: erők összehatása (különböző helyretek).

Egyenlő.

(Archi) Súlypont - a test súlyának határpontja. (felfüggesztés) Egy-¹ stabil súlypont!

Mozgó test súlypontjának meghatározása.

A test egyensúlyi helyzetű - azaz egyensúlyban.

[súlypontkét (köz), súlypont meghatározás (egyenlő, egyenlő m. m. m.)]

1, 2, 3 pontból álló rendszer súlypontja.

Súlypont helyzetének meghatározása integrállal (felfüggesztéssel)

$$x_0 = \int x dm / \int dm$$

Tehetlenségi nyomomata (forgó mozgás, szabad lengés)

$$E = \frac{1}{2} \omega^2 \Theta$$

Egyenlő körmozgás k. mozg. $W = m \cdot v^2 / 2 = \frac{m r^2 \omega^2}{2} \sum m r^2 = J$

(forgatónyomomata) (föld forgás sebess. változások)

(híreljárás, m. térfogat)

$N' = M$ (N impulzusnyomomata (t. m. m.) $d\omega =$ térfogatnyi nyom.)

T. ny. meghatározása: a csavarási mozgás alá (kör) Θ ismét k. ny. képlet

$$\text{ahozzuk: } T = 2\pi \sqrt{\Theta / D} \quad T' = 2\pi \sqrt{\Theta + \Theta_0 / D} \rightarrow \Theta; D$$

Steiner képlet:



$$\omega_0 = \omega d$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{2} m(v_1^2 - v_2^2) + \frac{1}{2} I(\omega_1^2 - \omega_2^2) = \\ &= \frac{1}{2} m d(\omega_1^2 - \omega_2^2) + \frac{1}{2} I(\omega_1^2 - \omega_2^2) = \\ &= \frac{1}{2} (md + I)(\omega_1^2 - \omega_2^2) = \frac{1}{2} I(\omega_1^2 - \omega_2^2) \rightarrow I = I_0 + md^2 \end{aligned}$$

T. ny. meghatározása integrállal: $\Theta = \int l^2 dm = \int l^2 dV$

tekintettel az $I = mR^2$

cső $I = mR^2/2$

gömb $I = 2mR^2/5$

11. hatáson alapuló egyenlő gépek: csiga, hengerek, léjtő, ík, csavar (hatások)
(egyenlő, képletek)

Mérlegek (egyenlő, egyenlően ható.)

A gravitációs erő

grav. erő

Newtonnak a mechanika alapelveiren kívül másik törvénye is van: az általános tömegvonzás törvénye. Newton a Kepler törvényekből indul ki.

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3} \rightarrow \frac{T_1^2}{a_1^3} = \frac{T_2^2}{a_2^3} = k \quad | \quad a \approx r \Rightarrow T^2 = k r^3 \Rightarrow F = G \frac{M_1 \cdot M_2}{r^2}$$

(a Hold-Föld között megállapított ki) $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ kg}^{-1} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2}$

$$F = m \cdot a \quad - \text{ ill. } m - \text{ testtömeg } \quad \left(\Rightarrow \text{ pl. } M_{\text{Föld}} = \frac{a_g \cdot R_F^2}{G} \right) \approx 6 \cdot 10^{24} \text{ kg} \quad \rho = \frac{M}{V} \approx 55$$

$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \quad - \quad m_{1,2} - \text{ gravitációs tömeg}$$

$$\left. \begin{aligned} F &= m \cdot a \\ F &= G \frac{M \cdot m}{R^2} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} m \cdot a &= G \frac{M \cdot m}{R^2} \\ M_F \cdot a_N &= G \frac{M_F \cdot M_N}{R_{NF}^2} \end{aligned} \quad \rightarrow \quad M_N = \frac{4\pi^2 \cdot R_{NF} \cdot R_{NF}^2}{T^2 \cdot G} \quad (T - \text{Föld keringése})$$

$$M_N = \frac{4\pi^2 R_{NF}}{T^2 G} \approx 2 \cdot 10^{30} \text{ kg} \approx 3,3 \cdot 10^5 M_F$$

$$r_N = 6,96 \cdot 10^8 \text{ m}$$

$$M_N = \frac{M_F \cdot a_N \cdot R_{NF}^2}{G \cdot M_F} = \frac{a_N \cdot R_{NF}^2}{G} \quad \left\{ \begin{aligned} a &= \omega^2 r \\ \omega &= \frac{2\pi}{T} \end{aligned} \right\} \quad a = \frac{4\pi^2 \cdot r}{T^2}$$

Ha adott $M_F = \frac{a_g \cdot R_F^2}{G}$ képlettel kiszámíthatjuk a gravitációs gyorsulást:

$$a_g = \frac{M_F \cdot G}{R_F^2} ; \quad a_g = \frac{M \cdot G}{R^2} \rightarrow a_N = 2,7 \cdot 10^2 \text{ m s}^{-2} = 27 g_F$$

$$a_g = \frac{M \cdot G}{(R+h)^2}$$

A gravitáció az általános tömegvonzás törvényét nem követi.
Olyan kis hatáson, mely még nem ismert. Megmérhető az inga segítségével. Legnagyobb a gravitáció a sarkon.
9,81... a 81 a földrajzi szélességgel, hosszúsággal függ össze. A többi tizedes szám az atmosféra összetételével.
Erő a gravitációval felharmadítja a geológiában.

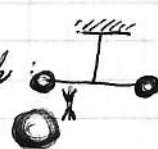
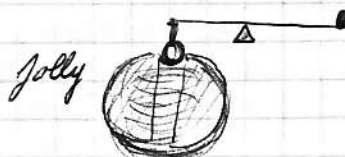
Testek mozgása a Föld gravitációs erőterében
függőleges, vízszintes, ferdehajítás - homogén térben
egyenes v. parabola pályák
kötött testek (rakéta) egyenlőtlenül gyorsuló mozg.
elliptikus pályák

Mesterséges bolygók
körsebesség - legkisebb sebesség mellyel a test még bolygóvá válik.

$$F_c = \frac{m v^2}{R} = G \frac{m M}{R^2} \rightarrow v = \sqrt{\frac{G M}{R}} = \sqrt{R \cdot g} \rightarrow v_k = 7,9 \text{ km s}^{-1}$$

hormikus sebesség, apogäum, perigäum fogalmak
parabolikus v. 2.k. sebesség $11,2 \text{ km s}^{-1}$ $m \cdot g \cdot R = \frac{1}{2} m v^2 \rightarrow v = \sqrt{2gR}$
Mesterséges holdak

Gravitáció mérése: Cavendish

Perturbáció: a gravitáció miatt bekövetkező eltérések.

Az áram hő és vegyi hatása

Mi az elekt. áram. Váltakozó és egyenáram. (15a kérdés)

Az áram hatásait gyakorlatban tapasztaljuk.

Főbbételek hatás: mágneses, mechanikai, fény, hő, vegyi ... hatás.
(motorok, generátorok, jelző, mérő műszerek) (világítás)

Hőhatás: (összefügg a világitással is)

Lehet hővesztés és hasznos

A hő is és az áram is átváltható energiák: $U^* = U I t' [W]$ $Q = m c \cdot \Delta t = U^* [cal]$
($1 cal = 0,24 Ws$)
 $U I t' = m c \cdot \Delta t \cdot 0,24$ $Q = 0,24 \cdot m c \Delta t [Ws]$
 $W \cdot t = 0,24 \cdot m c \cdot T = Q$

Hasznos formákban, hővezetés, hővezetés, fűtés ...

Hővesztés hővezetésben, gépben: $Q = U I t = R I^2 t$

Ezt megfigyelhetjük (3 kísérlet) a hővezetés.

Termoelektromos jelenség fémekben (hűtés, melegítés 2 fém határára) (Villamos j!)

Vegyi hatás: Legfontosabb az elektrolízis akkumulátor jelenségeknél.
(Elmélet 4. órán)

A mechanikai mozgás foglalkozás és tövénnyei

A mechanikai mozgásról a mechanika ága a kinematika foglalkozik.
A klasszikus mechanika a reális tárgyak hűtőfélé, megfigyelhető modelljén tanulmányozza.
: tömegpont alakja, méretei a feladat megoldásánál elhanyagolható.

Tömegpontrendszer
ideálisan szilárd test: pontjainak kölcsönös határolása
n dimenziós a test helyi helyzetét egyértelműen meghatározó rendszernek nézve
(vonal) a mozgás pályája (trajektória) - k a test mozgás tömegpont nyújtása
pályája s. a t_0 -tól t -ig megtett távolság összege $s = \int_{t_0}^t \sqrt{(x^2 + y^2 + z^2)} dt$
kezdő helyzet: $t = t_0$ $s = s(t)$

A mozgás és nyújtás relatívítása (más testekhez viszonyítva):
Minden anyag állandó mozgásban van.

Mozgásról osztályozás:
haladó mozgás pályája alakja (egyenes, görbe-vonal)
forgó mozgás mozgás egyenletessége ($v \neq konst.$)

Egyenesvonalú egyenletes mozgás: fogalmak
sebesség $v = ds/dt$ ill $v = konst. [ms^{-1}]$
A sebesség is út grafikus ábrázolása.
Egyenletes mozgás grafikonja - egyenes
Egyszerűsített, vektor mennyiségű $v = \frac{s}{t}$ (mértékei)

Egyenletesen gyorsuló mozgás (gyorsuló, lassuló mozg.)
átlagos sebesség: $v = \Delta s / \Delta t$
pillanatnyi "-": $v = ds/dt$
Gyorsulás: $a = dv/dt$ v. $a = d^2r/dt^2$ (mozgás, távolságútlis összevont)
ill $a = konst.$ (átlag-gyorsulás $a = \Delta v / \Delta t$)
 $v = at$ $[a] = ms^{-2}$
 $s = \frac{at + 0}{2} \cdot t = \frac{at^2}{2} = s$ egyenletesen gyorsuló mozgás grafikonja

szabadesés (kezdősebesség nélküli mozgás).
(16-17sz.) Galileo Galilei igazolta, hogy egyenletesen gyorsuló mozgás
gravitációs gyorsulás $g_m = 9,80665 ms^{-2}$
 $s = gt^2/2$

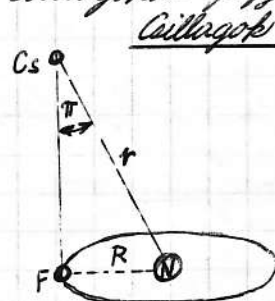
szabadesés gyorsulása független a test tömegétől. (Newton, csi)

A mechanikai mozgás foglalkozás leírásához az inga és a körmozgás is.
($T = 2\pi\sqrt{l/g}$ $T = 2\pi\sqrt{I/mgd}$ $v = \omega r$)

Mozgás - fizika az anyag leírás formája. Segédeszköz a mechanika.

A világegyetem

Naprendszeren kívül is vannak rendszerek. Egyikük az a. r. o. - el.
Csillagok fűgűlőnk



Csillagok távolsága

π - parallaxis (szemből kör. a csill. ellipszist is le)
[Erősebb a Föld mozgását]

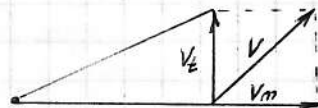
Ha $R=1 \rightarrow \lg \pi = \frac{1}{r} \mid \pi \approx \lg \pi$ [J. Bessel 1838 Cygni [Halleyni cs. b.]]
 $\pi = \frac{1}{r} \rightarrow r = \frac{1}{\pi}$
 $\pi = 0,35''$ (ma $0,293''$)

egységek: parsec, fényév, csillagászati egység
 $1 \text{ p.e.} = 0,307 \text{ ps} = 63290 \text{ cs. v.}$

Csillagok mozgása

XVIII. sz. E. Halley

lengőleges sebesség: radiális + érintőleges sebesség



Nap mozgása a térben

XVIII. sz. W. Herschel (fényvel határozott út - modell)

Apex -ből indul ki

antipex -be fut be

Nap sebessége a közeli csillagokhoz viszonyítva: $19,5 \text{ km/s}$

Csillagok fényessége

Logar. egy. : $m_2 - m_1 = 2,5 \cdot \lg \frac{I_1}{I_2}$ (mért, mért. m.)

Abszolút magnitúdó $M = m + 5 - 5 \lg r = m + 5 + 5 \lg \pi$

A csillagok nínképe (absorpció ← gázalm. áll.)

δ - H, He, He^+ abs. vonalak

B - H, He + finális gőze vonalai ; A, F, G, K, M.

Hézagumg - Russell - nínképfényességdiagram

A Nap és csillagok belseje : gáz, sugárnyomás, hőmé - egyensúly

Nap belseje $10 \cdot 10^9 \text{ atm}$, $20 \cdot 10^6 \text{ K}$, $5 \cdot 10^9 \text{ éves}$.

Csillagrendszer : virtuális, nínképei, fedési kéllőcsillagok.

lőllőcsillagok

Csillagcsúllók [(Ambarcumpan) 1948] ~ 20 σ ; 20 τ .

Csillaghalmoz : nyíll cs. halmoz, gőmb cs. h.

Változó cs. rendszerek : lőllő" változó : cefeidák (közeli, rövid periódus)

eruptív változó : nova $10^m - 6^m$ sz. m. $20^m - 15^m$

Fűjűrendszerek : $100 \cdot 10^9$ Naplőmeg. $\phi 26 \text{ kps}$ s 10 kps spirálrendszerek.

Csillagközi any., planetáris köd, világlő köd, globula

Galaxisok legközelebbi : Nap és Kis Magellán köd ~ 50 kps

elliptikus E0, spirális Sc, álló-spirális SBa - galaxisok

együtt supergalaxist alkotnak.

Egítések keletk. fűllőlése

Khum - Laplace (1755-96) ködösség - rotáció
 kéntrofűllis elm. - a napból kővőz. a lőmegel.

Smill - könnelők

Ferenthor - napból keletk.

Arv és határ mérése

Erő, súlyos test fogalma. Erőhatás. Mozgások. (sebesség, pálya...) Vektor m.
 Arv és statikus; mozgató határ. (a test súlya)
Arvok halmazrendszerben határérték értelmezése $\rightarrow$ erőhatás, eredő
 Arvok; ellentétes irányú erők eredője. $(F = F_1 + F_2$ v. $F_1 - F_2)$ Erők egyenlősége
Hüvelyben irányú erők értelmezése
 Erőparalellogramma, vektorparalellogramma, vektorok összege
Erők felbontása hüvelyben irányú erők értelmezése (egyszerű gépek) / mozg., ...)

Erők súrlódás $T = f \cdot N$ (súrlódás)

Erők mozgások (erők a folyón, hajózás...) (Körmozgás) (centrifug. erő)
 Erők, Erők forgatónyomatéka,

A tömegpont dinamikája

A dinamika (mek. ága) a mozg. helyzetéről, fennmaradásáról vizsgálja.

17. sz.

Galileo G.

Ch. Huygens

J. Newton (1643-1729) (Philosophiæ naturalis principia mathematica ¹⁶⁸⁷)

1. Teljesítmény körülménye: (indulópontok axiómái)

Minden test megőrzi nyugalmi állapotát v. egyenesvonalú egyenletes mozgást végez mindaddig, míg amely más test mozgási állapotát meg nem változtatja. (élethelyzet).

2. Ar. erő - a tömegpontba ható telemek v. erőterek hatására megadott sebességváltozás.

$$a \sim F$$

$$a \sim \frac{1}{m}$$

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

$$\rightarrow F = m \cdot a \quad [N] = [kg \cdot s^{-2}] \quad (\text{többi egys.})$$

$$\text{impulzusleltétel: } F = \frac{mv}{t}$$

Tömeg teljesítménye $m = F/a$. Test tömege - teljesítmény tömeg

Egyenesvonalú egyenletes mozgásnál a testre ható eredőh. ereje 0.

Egyenletesen gyorsuló mozgásnál $F = konst.$

$$\text{A test súlya: } G = m \cdot g$$

$$1 \text{ kg} \approx 9,81 \text{ N}$$

$$g_e = 9,78 \text{ m/s}^2$$

$$g_s = 9,83 \text{ m/s}^2$$

Ar. erő egységei

Súly egyenlő a testre ható anyag súlyával.

3. Hatás - ellenhatás

Minden hatás ugyanolyan nagyságú, de ellentétes irányú ellenhatással jár: $m_1 a_1 = m_2 a_2$

A test mozgásmennyisége és az erő impulzusa:

$$F = m \cdot a \quad / \quad a = \frac{v}{t} \rightarrow \underline{Ft = mv}$$

Mozgásmennyiség megmaradása:

$$\text{Zárt rendszerben } F_1 = -F_2 \rightarrow \underline{m_1 v_1 = m_2 v_2}$$

Zárt rendszer mozgásmennyiségének értéke kölcsönös erőhatások hív. változatlan.

Alkalmazás: fegyverek, repülő, rakéta, reaktív vés. gáz motorok, járás, ugrás.

1. Ha a kölcsönhatás kölcsönös - a mozgás változatlanul megmarad. Galilei, Kepler, Descartes. Newton: abszolút tére. erő - és azonos körülmények nem befolyásolható meg. Az 1. tétel megad. rendszer az inerciarend.
2. Inerciarendszerek (Föld, Nap, távoli csillagok...) minden mozg. rendszer.
3. Ha megmarad a testre ható erő hat, eredőjüket függőlegesen (Ellen)

A mechanika csomópontja a jelen világunk indult meg.

A körülmények az új fizikában is érvényesek.

Fizika - modernizmus

Ar atomburók szerkezete

Anyagok felépítése. (Atom is rendeltető)
 Ismerkedés. (H spektrum, elektron pályák)
 mag [Bohr modell] (nem ismerlek a magban lévő viszonyokat!)
 Spektrum -"-

H-atom - mag + elektron (ha közelíthetjük a maghoz, állandóan energiát sugározna ki)

1913 - Niels Bohr a H atommodell megfigyeléseivel magyarázta meg.

Feltételezi nem egyenletes elektronikus "maghoz" kötésekkel.

1. Az e. meghatározott pályákra nem sugároz
 arányok 1:4:9:16:25 $r_n = 0,53 \cdot 10^{-10} \text{ m}$

2. kv. pályák energiájukban stabil

3. az e. csak kvantumszámoknál vált. energiát.

Normál, gerjesztett állapot. $\Delta W = h\nu$

H atom szintjei. (H - 13,53 eV -nál ionizálódik)

Atomburók szerkezete. Gondoljuk átminél elekt. szám = rendszám.
 KLMNOPQ sémák.

Mágneses kvantumszám is spin.

mágneses kvantumszám: $m \leq |l|$ - kvantált p. térbeli helye

spin (forgás): s

mágneses kvant.: $l = 0$ (kör) 1, 2, 3 ... elnyúló ellipszoidok ($0 \rightarrow (n-1)$)

kv. szám: n

Pauli elv. az elektronok pályáit a kv. számok "kölcsönösen" azonosíthatják.

normálállapot: K: $n=1$ $l=0$ $m=0$

L: $n=2$ $l=0,1$ $m=-1, 0, +1$

n-edik héjon maximum $2n^2$ elektron lehet

A külső pályák elektronjainak elrendeződését szintjelelmélettel tanulmányoz.

Az utolsó telítetlen héj meghatározza a valenciát.

A maghoz közeli pályákról a röntgenspektrum ad magyarázatot.

[lineáris harmonikus oszcillátor]

Természeti, mesterséges radioaktivitás

1896 Henri Becquerel - uránok fluoreszcenciája
Curi házaspár - jachymovi neotézis: Ra Po
Elektr. v. magn. érlelésen 3 sug.:

α - He^{++}

β - elektronok $v = 0,998c$

γ - $10^{-11} \sim 10^{-13}$ m elektromagn. sug. fotónjai.

Radioaktív bomlás.

Ellotóidási szabályok - Mengedélyes táblázat.

Bomlási sorozatok: rad. elemek $Z = 81 \sim 92$ fotokémiai bomlások
 $^{238}_{92}\text{U}$ $^{235}_{92}\text{U}$ (aktínium) $^{232}_{90}\text{Th}$ $\rightarrow$ ólom
206 207 208 Pb - irótóp elemek

Módszerek a részecskék megfigyelésére

G.M. számlálócső
ködkamra

Mesterséges r.

Curie

α besugárzás után is sugárzást érleltek.



1952. $\downarrow$ e^+ 1932 Anderson (am)
 $^{30}_{14}\text{Si} + e^+$

Radioaktív irótópok előállítás pl $^{23}_{11}\text{Na} \rightarrow ^{24}_{11}\text{Na}$

Gyorsítóban: ciklotron, 10^7 eV, fázotron, 10^{11} eV, szinkrociklotron, betatron.
Van de Graff generátor 10^5 eV

Felhasználás

indikátor
besugárzás
mez. garat ^{60}Co
defektontézés
erősség-mérés
régészet, hőméghatásolás ^{14}C $T = 5700$ év.

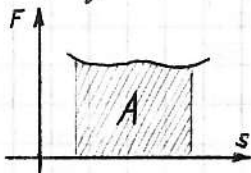
$$T = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

"rekes" atomok száma: $N = N_0 \cdot e^{-\lambda T}$

Megfig. módszerek.

Munka, teljesítmény, energia, határfok

- ⊕ Egy test munkát végez, ha más testre erőt fejt ki és az az erő irányában elmozdulja:



$$dA = F \cdot ds \cdot \cos \alpha$$

$$\delta A = \sum_i F_i dr_i$$

$$A = F \cdot s$$

$$1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{egység: joule: } J = N \cdot m = [m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}]$$

$$1 \text{ kpm} \approx 9.8 \text{ J} \quad [Ws] =$$

a munka tulajdonságja az energia megváltozása.

Mechanikai munka nem arányos idő és út esetén.

- ⊕ A testek "munkavégző" képessége az energia: mechanikai; kémiai; belső; elektromágneses; mag-energia. Hasznosított energiája állandó.

$$W_p = mgh$$

Potenciális energ.: a testnek a Földközéppont helyekén. van. rugalmas pot. energ.: rugó, könnyű-műt. levegő.

$$W_k = \frac{mv^2}{2}$$

Kinetikai energia:

$$A = F \cdot s = m \cdot a \cdot s \quad | \quad s = \frac{at^2}{2} = \frac{(at)^2}{2a} = \frac{v^2}{2a} \Rightarrow W = A = m \cdot a \cdot \frac{v^2}{2a} = \frac{mv^2}{2}$$

A kinetikai és mechanikai energia egyenlősége általánosan: $W_p = W_k$

- ⊕ Teljesítmény a végzett munka és az idő aránya.

$$P = \frac{dA}{dt} = F \cdot v$$

$$[P] = \text{watt} = \left[\frac{J}{s} \right] = m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$$

$$\text{lóerő} = 75 \text{ kpm/s} = 736 \text{ W}$$

- ⊕ Határfok: a gép által felvett és leadott teljesítmény aránya: $\eta = \frac{P}{P_0} [\%]$ Energiamegmaradás törv.

Új atommag felépítése

- új atom - atommagok + mag

1903. - Lénárd (m)

Az atom belső megépítésű - proton és fényelektronok

1911. - E. Rutherford (a)

az L. sugárzását a kényszerített mozgásból nyeltek el.

Új atommag: $\phi 10^{-14} \sim 10^{-15} \text{ m}$

Rendszám = töltésszám = Z atomszám

Magok összerakásából az új. tömeg.

Tömegszám

pl $1H$ $4He$ $7Li$ $A = Z + N$

Módozások a részecskék megfigyelésére

GM - számlálótoró $E \sim 1200 \text{ V} \sim 100 \text{ torr}$

- felvett ionizáció a gáz [automata rögzítés]

(Lézeres kamera)

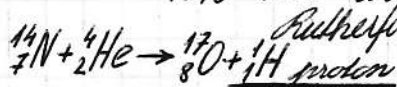
Kódkamera

[felvett gázok - ionizáció]

1919 - R.E. atommagalakítás bombázással.

Rutherford: Ni gáz - L részecske bomb.

- felvett ionizáció (részecske felvétel)



1925-ben ezt az eredményt kódkamerában felvételre.



J. Chadwick (a) - a másik nukleon a neutron belső. magreakció.

A neutronok nem ionizálják a gáz - a paraffin elnyeli.

Irvinge, Reiserberg elmélete.

Isotóp atomok: $1H$ $2D$ $3T$ $1H$ (1962 - Olasz) Tömegszám - nem egységes.

Természetes, mesterséges radioaktivitás.

Plazma.

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \quad T_{1/2} = \ln 2 / \lambda$$

Mag kötés energiája, tömeghiány, kötés energiája, magenergia.

Magfűtés, láncreakció, transmutáció,

Termionukleáris reakció. plazma

$$= 9,81 \cdot 10^7 \text{ erg}$$

Ruganyos nálán mozgás: $W_p = \frac{1}{2} K V^2$

Fülpont körüli rotáció: $W_p = \frac{1}{2} I \omega^2$

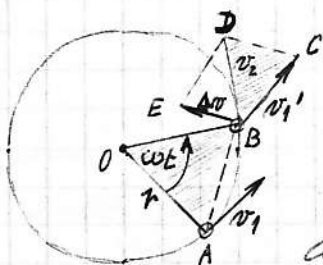
(Heimel sz: $I = I_0 + m d^2$)

Terrör: $W_p = \frac{1}{2} \cdot \pi G R^4 / 20 \cdot \varphi^2$

"bűnös" rendszámú, egyenlő átmérőjű magok: isolae ~300 stabil, ~1000 instabil.
 csopp; sferikus; deuteriumos modell.

Tömegpont körmozgása

Egyenletes körmozgás (periódikus mozgás)



$$\varphi = \angle AOB \neq \varphi = \frac{s}{r} \text{ [radián]}$$

kör kerülete $\sim 2\pi \text{ rad}$

pályamenti sebesség: $v = \Delta s / \Delta t$

kerületi sebesség

szögsebesség: $\omega = \Delta \varphi / \Delta t$ [s⁻¹]

$$\omega = \frac{\Delta s}{r \cdot \Delta t} \quad v = r \cdot \omega$$

A mozgás periódusa: $T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi}{\omega}$

frekvencia $f = T^{-1} \quad v = 2\pi r f \quad \omega = 2\pi f$

Centrifugális erő és gyorsulás

r sugarú ω szögsebesség $\Delta t \rightarrow \widehat{AB} = \widehat{AB} \quad v_1 = v_1'$

$\Delta v = \Delta t$ alatt sebességváltozás

$$CD : BD = AB : AO$$

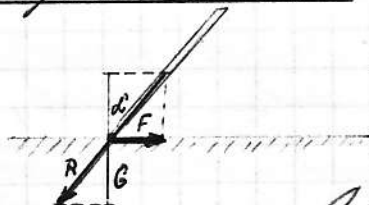
$$\Delta v : v_2 = r \omega \Delta t : r$$

$$\Delta v : \omega r = r \omega \Delta t : r \rightarrow \Delta v = \omega^2 r \Delta t \rightarrow a = \omega^2 r = \frac{v^2}{r}$$

$$F = ma = m \omega^2 r = m v^2 r^{-1} \text{ - állandó nagyságú centrifugális erő}$$

Centrifugális erő - akció-reakció szerint

Állványban ható erők:



$$\lg d = \frac{F}{G} = \frac{m v^2}{r} \cdot \frac{1}{m g} = \frac{v^2}{r g} = \lg d$$

A centrifugális reguláló működtetés, felhasználása.
[Coriolis f. erők]

A gravitációs gyorsulás meghatározása

- felhasználás:

Elmélet a gravitációról + ingáról

Legkönnyebben matematikai inga segítségével történik: (reverz ingáról)

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

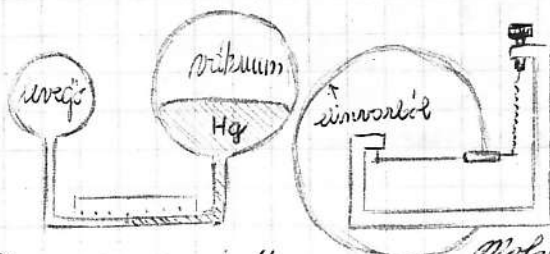
$$g T^2 = 4\pi^2 l$$

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$$

$$1 \text{ gal (Galilei)} = 1 \text{ cm s}^{-2}$$

A grav. gyorsulást befolyásoló mennyiségek:

A Föld alatti	5000 mgal
a nyagelosztás	100 "
közelítő tömeg	20 "



Levegőtől graviméter

Mólagos

0,2 mgal eltérés is kimutatható

Az ultrahang és felhasználása

Ultrahang $2 \cdot 10^4 < f < 10^{14}$ Hz Hőingám általánosan (bővebb, ingahang)
 Előállítás mechanikai, elektromágneses (ultraszónikus generátorok)

- 1, Színés 20 ~ 200 kHz - "Selack", "Kavatti" - "színés" - "his energia" (35 kW alk.)
- 2, a, mágneses (magnet + ferromágnes) $f < 20$ kHz d., elektromos generátor
 b, piezoelektromos forrás. $f < 50$ MHz (0,05 mm vast. SiO₂) $d = k/2$
 (váltakozó áram - elektromos töltés a p.e. kint. mech. mozg.)

Az ultrahang regimjeitől (vagy a becsapódás [állatok]).

A nagyfrekvenciás hővezetésben az ultrahang egyenesvonalon sugarakban terjed. Ezért a törés a geometriai optika törvényei alkalm. hang-lencsék, különleges alakú források.

Ez a forrás - nagy amplitúdó-űrték - kavitáció

(megakadályozás, [buborékok] megsemmisítését néhány más alm. nyomás)

Teljes megsemmisítés a mikróba terjedés, molekulák, élő szervezetek.

Felhasználás:

felgyakori terjedő ultrahang - longitudinális h. - → szikulai, szűkületi
 helyek körül nagy nyomáskülönbség.

emulziók

oldódás

k. reakciók

elő-növekedés

növekedés

hidrolízis (Doppler elv.)

defektoszkópia (nővétele a kint. felületen)

vasutagárművek (fal, cső, lerakódások)

oxidációs rétegek eltávolítása

korrosziós eltávolítása

felgyakori sterilizációja

remények finomítása

finom ingegbe, fémbe

felületi fenyvesítés

gyorsítja a diffúziót

gyors terjedés (is ellát. fémekből)

fogorvos

felgyakori szűrés

A hangenergia a frekv. növekedéssel növekszik.

Lapgyűrűs
 elterjedés $\phi \sim 20$ mm
 ~ 40 000 Hz

Acélművek akusztikai generátor



0,9 atp 132 kHz; H₂ (500 kHz)

Amperes f. gen.

Gallon víz $\downarrow$ rezgés

Bélművek gen. (felgyakori)



32 kHz

Magnetoakusztikus ferromágneses rezonancia mágneses térben.

Folyadékok statikája

Folyadékok: állandó térfogat, változó alak. Kiseb összenyomhatók.
 Általában izotropok. (Kö - részecskék véletlenszerűen a mol.) Nagy hőfokon, kis nyomá-
 sán nagyon összenyomható gássa hasonlít. Fok. tul. a mindkét tulajdonság hasonló.

Nyomás a folyadékokban: $p = F/S$ [N/m²] [at. = 1 kg/cm²] [dyn/cm²]

Folyékonyság (molekulák gördülékenysége)

Viszkozitás (levegő súrlódás)

Felületre ható erőből származó nyomás

Pascal törvénye: a nyomás mindenütt egyenlő

Folyadék belsejében a nyomás nem függ az iránytól:

Hidraulikus prés: $p_1 = p_2$ $F_1 S_2 = F_2 S_1$

Hidrostatikai nyomás - grav. erőből származik. $p = h \cdot \rho \cdot g$

Fémekre ható nyomóerő: $F = S \cdot h \cdot \rho \cdot g$

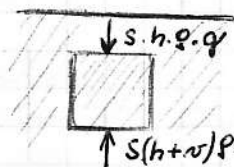
Hidrostatikai paradoxon: a nyomás mennyiségétől nem, de mélységtől függ.

Egyenlő nyomású helyek: nyomáspontok. Szabad felület - a foly. felm.

Közeledő edények

"Kétféle sűrűségű" folyadékkal töltve: $p_1 = p_2 \rightarrow h_1 \rho_1 = h_2 \rho_2$

Archimédész törvénye



$$F = F_2 - F_1 = S(h+r)\rho g - Sh\rho g = S \cdot r \cdot \rho \cdot g = V \cdot \rho \cdot g$$

Kiemelkedés, úszás, lemerülés

Aerométerek kisebb sűrűségben jobban elmerül.

Hasonló a légnyomás mérésre: Torricelli f. kísérlet, barométerek, aneroid.

$$V = V(1 - \gamma h) \quad \gamma - \text{összenyomhatóság}$$

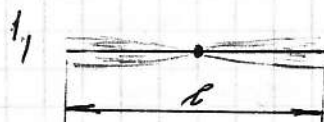
A hang terjedésének sebessége

A hang: rezgő testek a közegben hullamozgást idéznek elő.
 A 16-20000 Hz-ig k. r. hang érzékelést vált ki. Keletkezésével, terjedésével, ...
 a hangban foglalkozunk. - Hangforrás, hangvesztő

Zörg, lüktető hang, zenei hang.

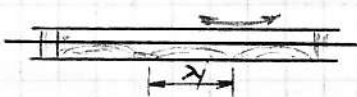
Abszolút hangmagasság (frekvencia) (Hangszín, hangerősség)

a terjedési sebesség a $c = \lambda \cdot f$ képletből meghatározható.

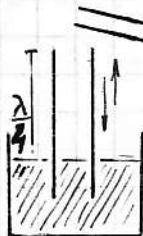


$$\lambda = 2l$$

2. Küldt cső:



3.



$$c = \lambda \cdot f$$

← rezonancia módszer

4. Galilei

folyadékban: $c = \sqrt{\frac{K}{\rho}}$

gázban: $c = \sqrt{\kappa \frac{p}{\rho}} = \sqrt{\kappa R T}$

$$\kappa = V \cdot \frac{\Delta p}{\Delta V}$$

ρ = sűrűség

$$\kappa = \gamma p = 1.41 p$$

$$\frac{p}{\rho} = R \cdot T$$

Figyelem! A köpőben érintőleges feszültség nem lépnek fel.
molekulák elhelyezkedése: felületük érintkező.

nyomás, nyom.

Kapilláris elmélet: van - der Waals - erő (mághoz mint a gravitációs erő)
Kedvez a mol. közt.

Felületi feszültség $\sigma = \frac{F}{A}$ A - munka, f. felületnövekedés.

Körkörös nyomás: felületegységre ex. befelé irányuló nyomás

Kapilláris emelkedés, s. $\left[L = \frac{(r^2 \cdot \pi \cdot h) \cdot \rho}{2\pi r} = \frac{r \cdot h \cdot \rho}{2} \right]$

Kavitáció: ha a nyomás a foly. belső részében nyomási alá esik, akkor
gőzbuborékok keletkeznek benne (mivel mindig léggömböcskék vannak!)
[Bundt - cső: - áramlás sebessége.]

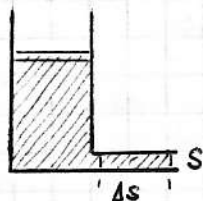
Folyadékok dinamikája

- együtt tárgyaljuk a gázok dinamikájával. Repülő, turbinák... kiveresés
- Stacionárius - állandó áramlás (Töréletes folyadék)
 - (Nyomás és sebességviszonyok állandók) más-más helyen különbözők
- áramvonalak - részecskék pályája
- áramlási cső (minden keresztmetszeten ugyanannyi mennyiség áramlik)
- folytonosság, kontinuitás eq.: $S_1 v_1 \rho_1 = S_2 v_2 \rho_2 = \dots = \text{konst.} \rightarrow \underline{Sv = \text{konst.}}$

Bernoulli egyenlete

$$A = V \rho g \cdot h = W_p \quad p = \frac{F \cdot \Delta s}{S \cdot \Delta s} = \frac{A}{V}$$

$p \sim$ nyomás = egységterület energiája.



$$W_{p1} = W_{p2} = A \quad / \quad F \Delta s = \Delta m \cdot g \cdot h = A / \Delta m = S \cdot \Delta s \cdot \rho$$

$$F \Delta s = S \cdot \Delta s \cdot \rho \cdot g h$$

$$\frac{F}{S} = \frac{\rho \cdot g \cdot h}{1} = p \quad - \text{nyugalom}$$

Mozgásban:

$$A' = W_{p1} - W_{p2} = \Delta m \cdot g \cdot (h_1 - h_2) \quad - \text{grav. erő}$$

$$A'' = p_1 S_1 \Delta s_1 - p_2 S_2 \Delta s_2 \quad - \text{nyomás erő}$$

$$\Delta m \cdot g \cdot (h_1 - h_2) + (p_1 S_1 \Delta s_1 - p_2 S_2 \Delta s_2) = \frac{1}{2} \Delta m v_2^2 - \frac{1}{2} \Delta m v_1^2 \quad / : S \Delta s$$

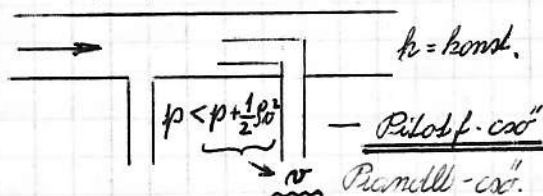
$$\rho g (h_1 - h_2) + (p_1 - p_2) = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2) \quad / \text{rendszerez}$$

$$\underline{p + \rho g h + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{konst.}} \quad / : \rho g$$

$$\frac{p}{\rho g} + h + \frac{v^2}{2g} = \text{konst.} \quad - \text{örvénymentes áramlásnál}$$

a foly. magassága
nagy p nyom. legfeljebb
foly. magassága
ilyen magasságból esve
v. sebességgel nyer.

$\frac{p}{\rho g} + \frac{v^2}{2g} + h = \text{konst.} = \text{egy áramvonalnál!} - \text{tehát áramlásnál is fennáll.}$



gázoknál bonyolultabb ← vidék sűrűség

hidrodinamikai paradoxon: $v \uparrow \Rightarrow p \downarrow$
(örv, légcsirák, peremterő...)

Folyadék kiáramlása az edény falán lévő nyíláson:

$$\text{nyílásonál: } p = p_0 + h \cdot \rho \cdot g \rightarrow p - p_0 = \Delta W_p = h \cdot \rho \cdot g = \Delta W_k$$

$$h \cdot \rho \cdot g = \frac{1}{2} \rho v^2 \rightarrow v = \sqrt{2 h g}$$

Valódi folyadék áramlása lévő súrlódási erő, hővezetése, katalízis
lamináris áramlás (párh. erők) turbulens á. (kavart.)

áramló víz energiája: Kaplan, Pelton, Francis turbinák $F = 2Q(v-c)$

Köréghellenállás az áramló folyadékban (katalízis)

$$p = \frac{1}{2} \rho v^2 \quad F = p \cdot S$$

$$F = \frac{1}{2} \rho v^2 S$$

$$F = \frac{1}{2} \rho v^2 S \cdot C \quad / C - \text{ellenállási együttható}$$

Felhaszn.: repülőgépek.

Belső súrlódás: $F = \eta \frac{\Delta v}{\Delta y} \Delta S$ η - dinam. viszkozitás

Stokes sz. (golyó mozgása)

$$F = \eta \cdot \frac{\Delta v}{\Delta y} \cdot S = 6 \pi \eta r v$$

Gázok tulajdonságai és törvényei

Ideális gáz - molekulái nem hatnak egymásra. (Kalmaz. pill.-lét mérése)

Boyle-Mariotte t: $p \cdot V = \text{konst.}$ $T = k$

Gay-Lussac : $V = V_0 \frac{T}{T_0}$ $V_t = V_0 (1 + \gamma_t)$ $[T = ^\circ K]$ $p = k$

Charles : $p = p_0 \frac{T}{T_0}$ $p_t = p_0 (1 + \gamma_t)$ $V = k$

Avogadro : 1 Mol. (norm. körülm.) $\sim 22,414 \text{ l.} = V_m$
1M gázra az állapotegyenlet: $p V_m = R \cdot T$ / $R = 8,31 \cdot 10^3 \text{ J/kmol}^\circ\text{C}$

A gázok köbös tágulási együtthatója: $\gamma = 1/273,15$.

A gázokra is érvényes Archimédész törvénye.

Levegőnyomás (csapz. anyagoknál).

Nm^{-2}

1 bar = 10^5 Nm^{-2}

1 torr = $133,322 \text{ Nm}^{-2}$

kp/cm² = 1 techn. atm.

Hg, H₂O - oszlop

(magasságmérés):

$m = 18400 \cdot \log \frac{p_0}{p} [\text{m}]$

Gázok - hőmérővel mérés: kitágulás alkatmarái (H, Hg, ... hőmérő)

Gázok kicsinlése: (Bernoulli egyenletéből: $h \rho g \rightarrow 0$)

$$\frac{1}{2} \rho v^2 = p_R - p \rightarrow v = \sqrt{2 \Delta p / \rho}$$

(A 0,6 M - os megközelítő áramlásiókkal a gázdinamika foglalkozik)

Creppfolysítás (Linde)

A levegő nedvessége

Gázok oldhatósága: $\alpha = f(t)$ $c = \alpha p_i$

Gázkeverékek: Dalton törvénye: $p = \sum p_i$

$$p = \frac{1}{3} \rho v^2$$

Ellenállás mérési módszerek

Minden vezeték van ellenállása: $R = \rho \frac{L}{S}$ $\left[\frac{1}{\rho} = \frac{m \cdot e^2 \bar{v}}{2 m u} \right]$

Er függ a vezető méreteitől, minőségétől, hőtől....

$$R = R_0 (1 + \alpha t)$$

, kárpótlások, recedések.

Ellenállás fontossága.

Mérése:

1. Behelyettesítés: $R = \frac{U}{I}$

2. Behelyettesítés: az ismeretlen ell. helyébe ismertekkel kapcsolatos, míg a műszerek ugyanazt a hatást jelölik.

3. Nullmódszer: híd mérés.

$$R_1 : R_2 = R_3 : R_4 \rightarrow \text{1 piramídháló (Ker.)}$$

4. Omega

5. Ohmméter

Jelentősége.

A hő, mint az energia formája - hőgépek

Hő - molekula mozgási energiáján (Molekula mozg. formája = hőenerg. min.)
Hőmértékelés - térfogat egység molekula közepes mozg. energiájával arányos.

összfüggés $\Delta Q = c \cdot m \cdot \Delta t$ [J]
Fajhő: egység tömegű 1°-kal melegebb fel [J kg⁻¹ deg⁻¹]

Kilokalória: 1kg forró víz hőm. emeli 14,5° ~ 15,5°C.

J. R. Mayer, J. P. Joule - hő-munka egyenérték.

(olajfűtőben mozg. lapát, súrlód. energ.) $2mgh = J \cdot c \cdot m_2 \Delta t$

$$1 \text{ kcal} = 4186,7 \text{ J} \quad 1 \text{ J} = 0,2388 \cdot 10^{-3} \text{ kcal}$$

Hőmennyiség mérése, kaloriméterai egyenlet.

(kefőztes hőm. foly. egyenlítő) $c \cdot m_1(t-t_1) = c \cdot m_2(t_2-t_1)$

Ebből kifejezhető az eredő hőmértéklet: $t = (m_1 t_1 + m_2 t_2) / (m_1 + m_2)$

Kaloriméter hőkapacitása: $K = m_k \cdot c_k + m_w \cdot c_w + m_h \cdot c_h$

$$[\downarrow] \quad (m_1 c_1 + K)(t-t_1) = m_2 c_2 (t_2-t_1)$$

Hő terjedése: hő nem egyenlítődéig. - hővezetés

áramlás (vezetés, sugárzás)

λ - fajlagos hővezetőképesség: W/m deg

Hőáram intenzitása: $Q = \lambda \cdot S \frac{t_2 - t_1}{e}$ [W]

I. Termodin. tétel: $\Delta U = \Delta Q + \Delta A$. (jelölés, mobile)

Gáz munkája: $\Delta Q = \Delta U + p \Delta V$ $A = p_1 \Delta V + \dots + p_n \Delta V$

Isoterm, izobor, izochor - folyamatok - képleteik

Adiabatiszus folyamat (hőszigetelés)

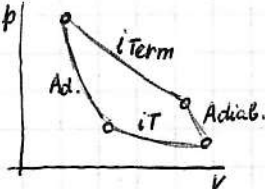
Poisson egyenlet:

$$pV^\gamma = p_0 V_0^\gamma = R \quad \frac{pV^{\gamma-1}}{T V^{\gamma-1}} = \frac{p_0 V_0^{\gamma-1}}{T_0 V_0^{\gamma-1}}$$

egyatomos gáz: $\gamma = 5/3$
 2 at. " : $\gamma = 7/5$

(hűtés, levezetés, kompresszió [légtűrés, Diesel mot.])

Carnot f. hőfolyamat: p



$$\text{Hőf. hatásfoka: } \eta = \frac{Q_2 - Q_1}{Q_2} = \frac{\Delta A}{Q_2}$$

II. Termodin. tétel:

$$\frac{Q_2 - Q_1}{Q_2} = \frac{T_2 - T_1}{T_2} \quad \text{v.} \quad \frac{\Delta A}{Q} = \frac{\Delta T}{T}$$

Gázok viselkedése magas, alacsony hőmérsékleten.

cseppfolyósítás, - kritikus hőmérséklet, nyomás.

Állapotegyenlet.

$$p V' = p_0 V_0 \quad | \quad V T_0 = V' T$$

$$\frac{p V}{T} = \frac{p_0 V_0}{T_0} = \text{konst.} \rightarrow$$

$$R_k \text{ gázállandó: } (1 \text{ kg gáz, } 273^\circ \text{K, } p = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Nm}^{-2}) \rightarrow R_k = \frac{p_0 V_0}{T_0} = 8314,1 \text{ J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$$

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

Légszűrők: Guericke (hűtés, szűrés)

Dugattyús, rotációs légszűrők. Diffúziós légszűrők: 10^{-7} Lou.

Hőgépek: külső, belső - égésű

Dugattyús gép: $\eta = 7\%$; kondenz. gép: $\eta = 20\%$

Gőzturbinák: $\eta = 25\%$ (600 MW)

Robbanó; Diesel-m.: $\eta = (67,5) 39\%$; 45%

Gázgármotor (+rakéta) Tolóerő.

Robbanó motorok (Leoni, Otto) 1860-7
 Gáz. m., rakéta, Turbogázmotor

Hűtőgépek: kompressziós, abszorpciós hűtőgép

Kin. energ. : $pV = \frac{1}{3} N' mc^2$ (N' - molek. száma ...)
 $pV = NRT$ (N össz. hőmég / mol. hőmég)

Belső energ. gázhalmazáll.: $U = N \frac{1}{2} mc^2 = \frac{3}{2} NRT$

III. termodin. lélek : abszolút 0-t nem lehet elérni

"szárazjég" = "fagyás" (viz : 80 kcal/kg) ; párolgás, forrás