

2. FIZIKA

Mehanika

Kinematika

Za jednoliko gibanje po pravcu brzinom v put s prijeđen za vrijeme t je

$$s = vt.$$

Jednadžbe gibanja s konstantnom akceleracijom:

$$v = v_0 + at, \quad s = v_0 t + \frac{at^2}{2}, \quad v^2 - v_0^2 = 2as.$$

gdje je v_0 početna brzina u $t = 0$.

Obodna (linearna) brzina v pri kruženju kutnom brzinom ω po kružnici polumjera r je

$$v = \omega r.$$

Obodna brzina pri jednolikom kruženju je:

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

gdje je T ophodno vrijeme (period). Frekvencija vrtnje je: $f = \frac{1}{T}$. Veza između kutne brzine i frekvencije je

$$\omega = 2\pi f.$$

Centripetalna (radijalna) akceleracija pri kružnom gibanju:

$$a_r = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r.$$

Vertikalni, horizontalni i kosi hitac

Hitac prema dolje je gibanje sastavljeno od jednolikog gibanja vertikalno prema dolje (brzinom v_0) i slobodnog pada. Brzina i put u trenutku t su:

$$v = v_0 + gt, \quad s = v_0 t + \frac{1}{2}gt^2.$$

Vertikalni hitac je gibanje sastavljeno od jednolikog gibanja vertikalno uvis i slobodnog pada. Brzina i visina tijela u trenutku t su:

$$v = v_0 - gt, \quad y = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2.$$

Vrijeme uspinjanja i maksimalna visina hica:

$$t_H = \frac{v_0}{g}, \quad H = \frac{v_0^2}{2g}.$$

Horizontalni hitac je gibanje sastavljeno od jednolikog gibanja po horizontalnom pravcu i slobodnog pada:

$$x = v_0 t, \quad y = \frac{1}{2}gt^2.$$

Staza tijela je parabola:

$$y = \frac{g}{2v_0^2}x^2.$$

Komponente brzine su $v_x = v_0$ i $v_y = gt$ pa je iznos brzine

$$v = \sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}.$$

Kosi hitac je gibanje sastavljeno od jednolikog gibanja po pravcu koji s horizontalom zatvara kut α i slobodnog pada:

$$x = tv_0 \cos \alpha, \quad y = tv_0 \sin \alpha - \frac{1}{2}gt^2.$$

Staza tijela je parabola

$$y = x \tan \alpha - \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha}.$$

Vrijeme uspinjanja i maksimalna visina hica:

$$t_H = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}, \quad H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}.$$

Vrijeme trajanja i domet hica:

$$t_D = 2t_H = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}, \quad D = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}.$$

Dinamika

Drugi Newtonov zakon kaže da je akceleracija \vec{a} proporcionalna sili \vec{F} koja djeluje na tijelo, a obrnuto proporcionalna masi tijela m

$$\vec{F} = m\vec{a}.$$

Količina gibanja \vec{p} tijela mase m i brzine \vec{v} :

$$\vec{p} = m\vec{v}.$$

Ako stalna sila \vec{F} djeluje u vremenskom intervalu Δt , impuls sile jednak je $\vec{F}\Delta t$. Promjena količine gibanja jednaka je impulsu sile koji je tu promjenu izazvao:

$$\vec{F}(t_2 - t_1) = m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1,$$

gdje su v_1 i v_2 brzine što ih tijelo mase m ima u trenutku t_1 , odnosno t_2 .

Sila teža na tijelo mase m je

$$\vec{G} = m\vec{g},$$

gdje je $g = 9.81 \text{ m/s}^2$, akceleracija sile teže.

Gustoća homogenog tijela je

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

gdje je m masa, a V obujam tijela.

Sila trenja je

$$F_{tr} = \mu \cdot F_n$$

gdje je F_n normalna komponenta sile kojom tijelo djeluje na podlogu, a μ faktor trenja.

Centripetalna sila pri kružnom gibanju je

$$F_{cp} = mar = m\omega^2 r = \frac{mv^2}{r}.$$

Moment sile F s obzirom na os rotacije definiran je izrazom

$$M = kF$$

gdje je k udaljenost pravca djelovanja sile od osi rotacije, tzv. krak sile.

Rad, energija i snaga

Ako stalna sila F djeluje na tijelo pod kutom α prema putu, obavljeni rad je

$$W = Fs \cos \alpha$$

gdje je s prijeđeni put.

Kinetička energija tijela mase m i brzine v je:

$$E_k = \frac{mv^2}{2}.$$

Potencijalna energija tijela mase m na (malenoj) visini h iznad Zemljine površine je

$$E_p = mgh.$$

U zatvorenom sustavu u kojem nema sila trenja, ukupna mehanička energija je očuvana:

$$E_k + E_p = \text{konst.}$$

Ako sila obavi rad W u vremenu t , srednja je snaga

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

Snaga se može računati izrazom

$$P = Fv,$$

gdje je F projekcija sile u smjeru gibanja tijela, a v brzina tijela.

Korisnost stroja je omjer korisnog i uloženog rada, odnosno korisne i uložene snage:

$$\eta = \frac{W_k}{W_u} = \frac{P_k}{P_u}$$

Ukupna energija tijela koje se giblje brzinom v je

$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}},$$

gdje je m masa tijela u mirovanju.

Statika i kruto tijelo

Kruto tijelo je u ravnoteži ako je vektorski zbroj svih sila i zbroj momenata sila na to tijelo jednak nuli:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = 0,$$

$$\vec{M}_1 + \vec{M}_2 + \dots + \vec{M}_n = 0.$$

Moment tromosti (inercije) n materijalnih točaka koje su udaljene r_i od osi rotacije je

$$I = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + \dots + m_n r_n^2.$$

Moment količine gibanja pri rotaciji krutog tijela kutnom brzinom ω oko čvrste osi:

$$L = I\omega.$$

Osnovni zakon rotacije:

$$M = I\alpha.$$

(M je moment sile, α kutna akceleracija.)

Rad pri konstantnom momentu sile je

$$W = M\varphi,$$

gdje je φ kut zakreta tijela.

Snaga pri rotaciji krutog tijela

$$P = M\omega.$$

Kinetička energija krutog tijela

$$E = \frac{1}{2}I\omega^2.$$

Inercijalni i akcelerirani sustavi

U sustavu koji se giba akceleracijom \vec{a}_0 tijelo mase m ponaša se kao da na nj djeluje inercijalna sila

$$\vec{F}_i = -m\vec{a}_0.$$

U sustavu koji se jednoliko vrti kutnom brzinom ω opaža se inercijalna (centrifugalna) sila

$$\vec{F}_{cf} = m\omega^2 \vec{r},$$

gdje je r udaljenost tijela mase m od osi vrtnje.

Opći zakon gravitacije

Gravitacijska sila između dvije materijalne točke udaljene za r je

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

gdje je G univerzalna gravitacijska konstanta. Sila teži na tijelo mase m , na udaljenosti h od površine Zemlje je

$$F = g \frac{R_z^2 m}{(R_z + h)^2}$$

(Polumjer Zemlje $R_z = 6.37 \cdot 10^6$ m.)

Titranje i valovi

Ako tijelo harmonički titra, pomak (elongacija) s dan je izrazom

$$s = A \sin(2\pi f t + \varphi_0)$$

$$= A \sin(\omega t + \varphi_0) = A \sin\left(\frac{2\pi}{T} t + \varphi_0\right),$$

gdje je T period, f frekvencija, $\omega = 2\pi f$ kružna frekvencija, A amplituda i φ_0 početna faza.

Kada tijelo mase m titra na opruzi konstante k , period titranja opruge je

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Harmonička (elastična) sila koja uzrokuje harmonično titranje je

$$F = -ks.$$

Period titranja matematičkog njihala duljine l :

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

Veza između valne duljine λ , frekvencije f i brzine vala je

$$v = \lambda f.$$

Mehanika fluida

Tlak je omjer sile i površine na koju ta sila djeluje (pod pravim kutom)

$$p = \frac{F}{S}.$$

Tlak u tekućini gustoće ρ na dubini h je

$$p = p_a + \rho g h.$$

gdje je p_a tlak na površini tekućine.

Uzgon na tijelo volumena V uronjeno u fluid gustoće ρ je

$$F_u = \rho g V.$$

Protok fluida koji prođe kroz neki presjek S :

$$q = \frac{\Delta V}{\Delta t} = S v,$$

gdje je ΔV obujam fluida, Δt vrijeme a v brzina proticanja. Kod stacionarnog gibanja nestlačivog fluida vrijedi jednadžba kontinuiteta

$$q = S_1 v_1 = S_2 v_2 = \text{konst.},$$

gdje je v_1 brzina fluida kroz presjek S_1 , a v_2 brzina fluida kroz presjek S_2 .

Za stacionarno strujanje idealnog fluida (nestlačivog i bez viskoznosti) kroz cijev vrijedi Bernoullijeva jednadžba

$$p_1 + \rho \frac{v_1^2}{2} + \rho g h_1 = p_2 + \rho \frac{v_2^2}{2} + \rho g h_2$$

gdje su h_1 i h_2 visine promatranih presjeka od referentnog nivoa.

Brzina istjecanja tekućine kroz mali otvor:

$$v = \sqrt{2gh}$$

gdje je h udaljenost otvora od površine tekućine u posudi.

Toplina

Duljina l_t tijela pri zagrijavanju na temperaturu t je:

$$l_t = l_0(1 + \alpha t),$$

a volumen V_t tijela na temperaturi t je:

$$V_t = V_0(1 + \gamma t),$$

gdje je α koeficijent linearnog, a γ koeficijent volumnog rastezanja ($\gamma \approx 3\alpha$), l_0 i V_0 su duljina i volumen tijela pri 0°C .

Veza između termodinamičke temperature T izražene u kelvinima K i temperature t izražene u Celzijevim stupnjevima $^\circ\text{C}$ je

$$\frac{T}{K} = 273.15 + \frac{t}{^\circ\text{C}}.$$

Tlak plina p , volumen V i temperatura T povezani su plinskom jednadžbom

$$pV = nRT,$$

gdje je n količina tvari, a R plinska konstanta. Jedinica za količinu tvari n je mol. Mol je količina tvari sustava koji sadržava toliko osnovnih čestica kao i 0.012 kg ugljika ^{12}C . Volumen 1 mola idealnog plina (pri standardnim uvjetima) je $2.24 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$.

Ako je M molna masa plina a m masa plina, tada je količina tvari

$$n = \frac{m}{M}.$$

Toplina koju tijelo mase m primi zagrijavanjem ili preda hlađenjem je:

$$Q = mc\Delta T,$$

gdje je ΔT promjena temperature, a c specifični toplinski kapacitet materijala. Toplina potrebna da se tijelo mase m rastali je

$$Q = mL_t,$$

gdje je L_t specifična toplina taljenja.

Za isparavanje je:

$$Q = mL_i,$$

gdje je L_i specifična toplina isparavanja.

Toplina oslobođena izgaranjem je:

$$Q = mq_i,$$

gdje je q_i specifična toplina izgaranja.

Prvi zakon termodinamike:

$$\Delta U = Q - W,$$

gdje je ΔU promjena unutrašnje energije, Q dovedena (ili odvedena) toplina, a W obavljeni rad. Rad plina pri izobarnom rastezanju je:

$$W = p(V_2 - V_1).$$

Korisnost idealnog (Carnotovog) toplinskog stroja je:

$$\eta = \frac{Q_2 - Q_1}{Q_2} = \frac{T_2 - T_1}{T_2}$$

gdje je Q_2 dovedena toplina pri temperaturi T_2 , Q_1 toplina predana pri nižoj temperaturi T_1 .

Elektricitet i magnetizam

Elektrostatika

Električna sila između dvaju točkastih naboja q_1 , q_2 na udaljenosti r dana je Coulombovim zakonom

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2}.$$

gdje je $\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$, ϵ_r je relativna dielektrična konstanta sredstva, a ϵ_0 dielektrična konstanta vakuuma. Ako na naboj q djeluje sila \vec{F} onda je električno polje u toj točki:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}.$$

Jakost električnog polja na udaljenosti r od točkastog naboja q je

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{q}{r^2}.$$

Potencijal točkastog naboja q na udaljenosti r od naboja je

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{q}{r}.$$

Razlika potencijala je napon: $U = \varphi_1 - \varphi_2$. Kapacitet kondenzatora je

$$C = \frac{q}{U}$$

gdje je q naboj, a U napon na kondenzatoru. Kapacitet pločastog kondenzatora površine S i razmaka d među pločama

$$C = \epsilon \frac{S}{d}.$$

Kapacitet osamljene kugle polumjera R u sredstvu dielektrične konstante ϵ je:

$$C = 4\pi\epsilon R.$$

Jakost električnog polja unutar pločastog kondenzatora je

$$E = \frac{U}{d}.$$

Kapacitet paralelnog spoja kondenzatora:

$$C = C_1 + C_2 + \dots + C_n.$$

dok je kapacitet serijskog spoja

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}.$$

Energija električnog polja kondenzatora

$$W = \frac{qU}{2} = \frac{q^2}{2C} = \frac{CU^2}{2}.$$

Električna struja

Prođe li presjekom vodiča naboj Δq u vremenu Δt , jakost električne struje je

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}.$$

Ohmov zakon glasi:

$$U = IR,$$

gdje je U napon između krajeva vodiča, R otpor vodiča i I jakost struje kroz vodič.

Električni otpor vodiča duljine l , presjeka S i specifične otpornosti ρ je

$$R = \rho \frac{l}{S}.$$

Rad stalne električne struje iznosi

$$W = UI t = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t.$$

dok je snaga

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

Izmjenična struja

Napon izmjenične struje frekvencije f je:

$$U = U_0 \sin \omega t,$$

U_0 je maksimalna vrijednost napona, $\omega = 2\pi f$.

Efektivne vrijednosti napona i struje su

$$I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}, \quad U = \frac{U_0}{\sqrt{2}}.$$

Ohmov zakon za izmjeničnu struju glasi

$$U = IZ,$$

gdje je Z ukupan otpor u krugu. U slučaju serijskog spoja omskog, induktivnog i kapacitivnog otpora, vrijedi:

$$Z = \sqrt{R^2 + (R_L - R_C)^2},$$

gdje su $R_L = L\omega$ i $R_C = 1/C\omega$ induktivni i kapacitivni otpor.

Radna snaga izmjenične struje je

$$P = UI \cos \varphi$$

gdje je

$$\tan \varphi = \frac{R_L - R_C}{R}$$

a prividna snaga je UI .

Jednadžba transformatora glasi

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

Tu su U_1 , I_1 , N_1 napon, jakost struje i broj zavoja na primarnoj, a U_2 , I_2 , N_2 na sekundarnoj zavojnici.

Magnetizam

Ako se naboj q giblje brzinom \vec{v} u magnetskom polju indukcije \vec{B} , tada je Lorentzova sila na naboj u magnetskom polju indukcije \vec{B}

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B} \sin \alpha$$

gdje je $\alpha = \angle(\vec{v}, \vec{B})$. Ako je $\vec{v} \perp \vec{B}$, tada je $F = qvB$. Sila \vec{F} okomita je na vektore \vec{v} i \vec{B} .

Sila na vodič duljine l kojim teče struja I u polju indukcije B je

$$F = BIl \sin \alpha,$$

gdje je α kut između smjera struje i smjera indukcije \vec{B} . Veza između jakosti magnetskog polja H i magnetske indukcije B je

$$B = \mu_r \mu_0 H,$$

gdje je μ_r relativna permeabilnost tvari a μ_0 permeabilnost vakuuma.

Tok homogenog magnetskog polja kroz ravnu površinu S je

$$\Phi = BS \cos \alpha,$$

gdje je α kut između \vec{B} i normale \vec{n} na površinu S .

Sila kojom dva ravna paralelna vodiča djeluju jedan na drugi je

$$F = \mu_r \mu_0 \frac{I_1 I_2}{2\pi r} l,$$

gdje su I_1 i I_2 jakosti struja u vodičima, r njihova međusobna udaljenost, a l duljina vodiča.

Jakost magnetskog polja

Jakost magnetskog polja u nekoj točki:

$$H = \frac{qv \sin \alpha}{4\pi r^2},$$

gdje je q naboj, v brzina gibanja naboja, α kut između brzine i spojnice r naboja s promatranom točkom.

Jakost magnetskog polja elementa vodiča Δl kroz koji teče struja jakosti I je

$$\Delta H = \frac{I \Delta l \sin \alpha}{4\pi r^2}.$$

Jakost magnetskog polja

- na udaljenosti a od ravnog vodiča:

$$H = \frac{I}{2\pi a}.$$

- u središtu kružne petlje polumjera r :

$$H = \frac{I}{2r},$$

- unutar zavojnice duljine l s N zavoja:

$$H = \frac{NI}{l}.$$

Elektromagnetska indukcija

(Faradayev zakon indukcije) Inducirana elektromotorna sila u zavojnici s N zavoja uzrokovana promjenom $\Delta \Phi$ magnetskog toka u vremenu Δt je

$$\mathcal{E} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}.$$

U vodiču duljine l koji se giblje brzinom v u magnetskom polju indukcije B inducira se elektromotorna sila

$$\mathcal{E} = Blv \sin \alpha,$$

gdje je $\alpha = \angle(\vec{v}, \vec{B})$.

Magnetski tok kroz površinu omeđenu zavojem kojim teče struja jakosti I je

$$\Phi = LI,$$

gdje je L koeficijent samoindukcije.

Induktivitet zavojnice presjeka S i duljine l , s jezgrom permeabilnosti $\mu = \mu_0 \mu_r$ iznosi

$$L = \frac{\mu S N^2}{l}.$$

Koeficijent uzajamne indukcije dviju zavojnica s N_1 odnosno N_2 zavoja je

$$L = \frac{\mu S N_1 N_2}{l}.$$

Elektromagnetski titraji i valovi

Vlastita frekvencija titrajnog kruga s induktivitetom L i kapacitetom C je:

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}.$$

Veza između brzine v , frekvencije f i valne duljine λ je

$$v = \lambda f.$$

Brzina širenja elektromagnetskih valova u sredstvu iznosi

$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon \mu}} = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}}.$$

Optika

Refleksija svjetlosti

Upadna i reflektirana zraka svjetlosti u istoj su ravnini kao i normala na reflektirajuću površinu. Kut upada jednak je kutu refleksije. Jednadžba sfernog zrcala je

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{R} = \frac{1}{f},$$

gdje je a udaljenost predmeta od zrcala, b udaljenost slike od zrcala, R polumjer zakrivljenosti i f žarišna daljina zrcala. Povećanje zrcala je

$$m = -\frac{b}{a}$$

Lom svjetlosti

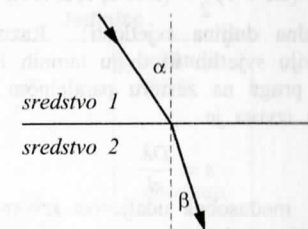
Pri prijelazu iz sredstva 1 u sredstvo 2 zraka se lomi (Snelliusov zakon). Kut upada α i kut loma β vezani su formulom

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{21} = \frac{n_2}{n_1}.$$

Tu je n_{21} relativni indeks loma sredstva 2 prema sredstvu 1, a n_2 , n_1 indeksi loma u odnosu na vakuum:

$$n_1 = \frac{c}{v_1}, \quad n_2 = \frac{c}{v_2}, \quad n_{21} = \frac{v_1}{v_2}.$$

v_1 , v_2 su brzine svjetlosti u sredstvu 1 odnosno 2.



Do totalne refleksije dolazi pri prijelazu iz optički gušćeg u optički rjeđe sredstvo ($n_1 > n_2$) ako je kut upada veći od graničnog zadanog formulom

$$\sin \alpha_g = \frac{n_2}{n_1}$$

Leće

Jednadžba tanke leće je

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = \frac{1}{f}.$$

Tu je n relativni indeks loma sredstva od kojeg je leća napravljena u odnosu na sredstvo u kojem se nalazi, R_1 i R_2 polumjeri zakrivljenosti sfernih dioptara koji čine leću. a je udaljenost predmeta, b udaljenost slike od tjemena leće, a f žarišna daljina.

Povećanje leće je omjer visine slike y' i visine predmeta y ,

$$m = \frac{y'}{y} = -\frac{b}{a}.$$

Jakost leće:

$$j = \frac{1}{f}.$$

Fizikalna optika

Razlika δ optičkih putova dviju zraka, od kojih je jedna prevalila put r_1 u sredstvu indeksa loma n_1 , a druga put r_2 u sredstvu indeksa loma n_2 , iznosi

$$\delta = n_1 r_1 - n_2 r_2.$$

Konstruktivna interferencija (maksimum rasvjete) nastaje kad je

$$\delta = k\lambda \quad (k = 0, 1, 2, \dots),$$

a destruktivna interferencija (minimum rasvjete) nastaje kad je

$$\delta = (2k + 1)\frac{\lambda}{2} \quad (k = 0, 1, 2, \dots),$$

(λ je valna duljina svjetlosti). Razmak s između dviju svjetlih ili dviju tamnih interferencijskih pruga na zastoru paralelnom s dva koherentna izvora je

$$s = \frac{D\lambda}{d}$$

gdje je d međusobna udaljenost izvora, a D razmak zastora od izvora.

Maksimumi rasvjete kod paralelnog snopa koji pada na optičku rešetku vide se u smjerovima koji s normalom zatvaraju kut α ,

$$d \sin \alpha = k\lambda \quad (k = 0, 1, 2, \dots),$$

gdje je d konstanta rešetke, k red spektra.

Atomska i nuklearna fizika

Zračenje crnog tijela

Stefan-Boltzmannov zakon:

$$I = \sigma T^4,$$

gdje je I gustoća energetskog toka, σ Stefan-Boltzmannova konstanta, a T termodinamička temperatura tijela izražena u Kelvinima.

Valna duljina za koju spektralna gustoća zračenja ima maksimum je

$$\lambda = \frac{1}{T} \cdot 2.89 \cdot 10^{-3} \text{ Km.}$$

Bohrov model atoma

(1. Bohrov postulat) Elektron u vodikovu atomu može se gibati oko jezgre samo po određenim stazama (kružnicama) kojima je polumjer

$$r_n = n^2 \frac{\epsilon_0 h^2}{\pi m_e e^2}, \quad (n = 1, 2, 3 \dots).$$

Brzina i energija elektrona su

$$v_n = \frac{e^2}{2n\epsilon_0 h},$$

$$E_n = -\frac{1}{n^2} \cdot \frac{m_e e^4}{8\epsilon_0^2 h^2}, \quad (n = 1, 2, \dots)$$

Tu je m_e masa elektrona, e naboj elektrona, h Planckova konstanta i ϵ_0 permitivnost vakuumu.

(2. Bohrov postulat) Frekvencija emitirane svjetlosti pri prijelazu iz n -te u m -tu stazu je

$$f_{nm} = \frac{E_n - E_m}{h} = C \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

gdje je $C = 3.29 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}$.

Čestična priroda svjetlosti

Energija fotona (svjetlosnog kvanta) frekvencije f , odnosno valne duljine λ je

$$E = hf = h \frac{c}{\lambda}.$$

Količina gibanja fotona je

$$p = \frac{hf}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

Foton energije hf pri sudaru s elektronom u metalu izaziva fotoelektrični efekt. Maksimalna kinetička energija izbačenog elektrona je

$$\frac{1}{2}mv^2 = hf - W_i = h(f - f_g),$$

gdje je W_i izlazni rad, a f_g granična frekvencija karakteristična za određeni metal.

Zaustavljanjem elektrona, ubrzanog naponom U , u materijalu nastaju fotoni (rendgenske zrake). Granična valna duljina λ_{\min} računa se iz formule

$$hf_{\max} = \frac{hc}{\lambda_{\min}} = m \frac{v^2}{2} = eU,$$

$$\lambda_{\min} = \frac{hc}{eU}.$$

Valna priroda tvari

De Broglijeva valna duljina čestice mase m i brzine v je:

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

gdje je h Planckova konstanta.

Radioaktivni raspad

Vrijeme poluraspada $T_{1/2}$ radioaktivnog izotopa je vremenski interval potreban da se raspadne polovica početne količine izotopa. Ako je N_0 broj neraspadnutih jezgri u početnom trenutku, tada je broj jezgri N koje se još nisu raspale u trenutku t dan formulom

$$N = N_0 e^{-0.693t/T_{1/2}} = N_0 2^{-t/T_{1/2}}.$$

Aktivnost radioaktivne tvari je

$$A = -\frac{\Delta N}{\Delta t} = \lambda N.$$

JEDINICE I KONSTANTE

Veličine		Jedinice	
t	vrijeme	s	sekunda
s	put	m	metar
v	brzina	m/s	
a	akceleracija	m/s ²	
ω	kutna brzina	s ⁻¹	
m	masa	kg	kilogram
ρ	gustoća	kg/m ³	
F	sila	N	njutn
M	moment sile	Nm	
P	količina gibanja	kg m/s	
E	energija	J	džul
W	rad	J	džul
P	snaga	W=J/s	vat
I	moment tromosti	kg m ²	
f	frekvencija	Hz=s ⁻¹	herc
Q	toplina	J	džul
p	tlak	Pa=N/m ²	paskal
q	naboj	C	kulon
E	jakost električnog polja	N/C=V/m	
U	napon	V	volt
R	otpor	Ω	om
C	kapacitet	F=C/V	farad
L	induktivitet	H=Vs/A	henri
I	jakost struje	A	amper
B	magnetska indukcija	T	tesla
H	jakost magnetskog polja	A/m	
Φ	magnetski tok	Wb=T m ²	weber
A	aktivnost	Bq	bekerel

Konstante

$g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$	akceleracija sile teže
$G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$	univerzalna gravitacijska konstanta
$e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	elementarni naboj
$m_e = 9.1095 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$	masa elektrona
$\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$	permitivnost vakuumu
$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T m A}^{-1}$	permeabilnost vakuumu
$c = 2.997925 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$	brzina svjetlosti u vakuumu
$h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$	Planckova konstanta
$\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$	Stefan-Boltzmannova konstanta
$N_A = 6.02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	Avogadrova konstanta
$R = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$	plinska konstanta