

Jora Awliýakuliýew

UMUMY FIZIKADAN MAGLUMATLYK

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw gollanmasy

*Türkmenistanyň Ylymlar akademiýasy
tarapyndan makullanylan*

**Aşgabat
“Ylym” neşirýaty
2010**

UOK 378:530.9

A 90

Awliýakuliýew J.

A 90 Umumy fizikadan maglumatlyk. Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw gollanmasy. – A.: “Ylym” neşirýaty, 2010.

TDKP № 286

KBK 22.3.74.58 ýa 73

© “Ylym” neşirýaty, 2010.

© J.Awliýakuliýew, 2010.



**TÜRKMENISTANYŇ PREZIDENTI
GURBANGULY BERDIMUHAMEDOW**



TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET GERBI



TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET BAÝDAGY

TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET SENASY

Janym gurban saňa, erkana ýurdum,
Mert pederleň ruhy bardyr köňülde.
Bitarap, garaşsyz topragyň nurdur,
Baýdagyň belentdir dünýäň öňünde.

Gaýtalama:

Halkyň guran Baky beýik binasy,
Berkarar döwletim, jigerim-janym.
Başlaryň täji sen, diller senasy,
Dünýä dursun, sen dur, Türkmenistanym!

Gardaşdyr tireler, amandyr iller,
Owal-ahyr birdir biziň ganymyz.
Harasatlar almaz, syndyrmaz siller,
Nesiller döş gerip gorar şanymyz.

Gaýtalama:

Halkyň guran Baky beýik binasy,
Berkarar döwletim, jigerim-janym.
Başlaryň täji sen, diller senasy,
Dünýä dursun, sen dur, Türkmenistanym!

SÖZBAŞY

Garaşsyz, baky Bitarap Türkmenistan täze galkynyşlar we beýik özgertmeler zamanasynda hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedowyň baştutanlygynda täze ösüslere, sepgitlere tarap batly gadamlar bilen ynamly öňe barýar. Döwlet Baştutanymyzyň bilim ulgamyny düýpli kämilleşdirmek, özgertmek hakyndaky resminamalary Altyn asyryň altyn nesillerine döwrüň talabyna laýyklykda ylym, bilim we terbiýe bermäge uly badalga berdi.

Hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedow ýurdumyzyň geljegi bolan türkmen ýaşlarynyň ylymly, bilimli we dünýä ünlülerine laýyk gelýän derejede sowatly bolmagy üçin atalyk aladasy ny edýär. Bu bolsa her bir bilim işgäriniň Watan önündäki şahsy jogapkärçiligini has-da artdyrýar.

Bilim ulgamynyň ähli basgançaklarynda mugallymlary, talyplary we okuwçylary dünýä standartyna laýyk gelýän okuw maksatnamalary, okuw kitaplary we okuw gollanmalary bilen üpjün etmek gaýra goýulmasyz, döwlet ähmiýetli wezipeleriň biridir. Çünki bu ýurdumyzda bilim ulgamyny belende galdyrmagyň, öz işine ussat hünärmenleri taýýarlamagyň ilkinji zerur şerti hasap edilýär. Şu hödürlenýän fizikadan maglumatlyk kitapçasy hem bu meseläniň oňyn çözgüdine belli bir derejede ýardam eder.

Kitapçada umumy fizikanyň ähli bölümleri boýunça degişli maglumatlar yzygider ýerleşdirilýär. Fiziki kanunlara, aňlatmalara we ululyklara gysgaça düşündirişler berilýär. Şeýle-de esasy fiziki hemişelikleriň san bahalary, fiziki ululyklaryň ölçeg birlikleri getirilýär.

Kitapça gerekli maglumatlary çalt tapyp öwrenmäge we anyklamaga, oň öwrenilen maglumatlary berkitmäge we täzeden dikeltmäge ýardam eder.

Kitapça ýokary we orta mekdepleriň mugallymlary hem-de talyplar üçin niýetlenendir.

MEHANIKANYŇ ESASLARY

Kinematika

Material nokadyň orta we berlen wagt pursatyndaky tizlikleri:

$$\langle \vec{v} \rangle = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}; \quad \langle v \rangle = \frac{\Delta S}{\Delta t}; \quad \vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}; \quad v = \frac{dS}{dt}.$$

Bu ýerde \vec{r} - nokadyň radius-wektory, $\Delta \vec{r}$ - radius-wektoryň Δt wagt aralygynda üýtgemesi, ΔS - nokadyň Δt wagt aralygynda geçen ýoly.

Material nokadyň orta we berlen wagt pursatyndaky tizlenmeleri:

$$\langle \vec{a} \rangle = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}; \quad \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}.$$

Egriçyzykly hereketde doly tizlenme:

$$\vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n, \quad a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}.$$

$a_\tau = \frac{dv}{dt}$ - tizlenmäniň tangensial düzüjisi.

$a_n = \frac{v^2}{r}$ - tizlenmäniň normal düzüjisi, r berlen nokatda traýektoriýanyň egrilik radiusy.

Deňölçegli üýtgeýän gönüçyzykly hereketde geçilen ýol we tizlik:

$$S = v_0 t \pm \frac{at^2}{2}, \quad v = v_0 \pm at.$$

v_0 - nokadyň hereketiniň başlangyç wagt pursatyndaky tizligi.

Nokadyň töwerek boýunça aýlanma hereketinde burç tizlik:

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt}$$

φ - öwrülme burçy.

Nokadyň töwerek boýunça aýlanma hereketinde burç tizlenme:

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt}.$$

Nokadyň töwerek boýunça deňölçegli aýlanma hereketinde burç tizligi:

$$\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi n.$$

T – aýlanma peridy; n – aýlanma hereketiň çyzyk ýygylgy

$$n = \frac{N}{t}$$

N – doly aýlawlaryň sany; t – N doly aýlawyň bolýan wagtyň dowamlylygy.

Nokadyň töwerek boýunça deňölçegli üýtgeýän aýlanma hereketinde öwrülme burçy we burç tizligi:

$$\varphi = \omega_0 t \pm \frac{\varepsilon t^2}{2}; \quad \omega = \omega_0 \pm \varepsilon t.$$

ω_0 - nokadyň hereketiniň başlangyç wagt pursatyndaky burç tizligi.

Çyzyk we burç ululyklaryň özara baglanyşygy:

$$S = R\varphi, \quad v = R\omega; \quad a_{\tau} = R\varepsilon; \quad a_n = R\omega^2.$$

R – nokadyň aýlanma okundan uzaklygy.

Material nokadyň we gaty jisimiň öňe hereketiniň dinamikasy

Material nokadyň impulsy:

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

Nýutonyň ikinji kanuny:

$$\vec{F} = m\vec{a} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d\vec{P}}{dt}.$$

Typma sürtülme güýji:

$$F_{\text{св}} = fN.$$

f - typma sürtülme koeffisiýenti; N – üste normal boýunça ugrukdyrylan basyş güýji.

Ýapyk ulgam üçin impulsyň saklanma kanuny:

$$\vec{P} = \sum_{i=1}^n m_i \vec{v}_i = \text{hemişelik.} \quad i = 1, 2, 3, \dots, n.$$

Iş we energiýa

Hemişelik güýjüň elementar işi:

$$\delta A = F_s dS = F dS \cos \alpha$$

F_s - güýjüň orun üýtgetmäniň ugruna proyeksiýasy; α - güýjüň we orun üýtgetmäniň ugurlarynyň arasyndaky burç.

Üýtgeýän güýjüň S ýoldaky işi:

$$A = \int_S F \cos \alpha dS.$$

Kuwwat:

$$N = \frac{\delta A}{dt}; \quad N = \vec{F} \vec{v} = Fv \cos \alpha.$$

Kinetik energiýa:

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

Ýeriň üstünden h beýiklige ýokary galdyrylan jisimiň potensial energiýasy:

$$\Pi = mgh.$$

g – erkin gaçmanyň tizlenmesi

Maýyşgaklyk güýji:

$$F = -kx.$$

x – absolýut deformasiýa, k – maýyşgaklyk koeffisiýenti.

Maýyşgak deformirlenen jisimiň potensial energiýasy:

$$\Pi = \frac{kx^2}{2}.$$

Güýç meýdanynyň berlen nokadynda material nokada täsir edýän güýç bilen potensial energiýanyň arasyndaky baglanyşyk:

$$\vec{F} = -\text{grad } \Pi; \quad \vec{F} = -\left(\frac{\partial \Pi}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial \Pi}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial \Pi}{\partial r} \vec{k} \right).$$

$\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ - koordinata oklarynyň birlik wektorlary.

Potensial güýç meýdanyndaky ulgam üçin mehaniki energiýanyň saklanma kanuny:

$$T + \Pi = E = \text{hemişelik}.$$

Gaty jisimiň mehanikasy

Material nokadyň inersiýa momenti:

$$I = mr^2,$$

bu ýerde m – nokadyň massasy; r – nokadyň aýlanma okundan uzaklygy.

Nokatlar ulgamynyň (jisimiň) inersiýa momenti:

$$I = \sum_{i=1}^n m_i r_i^2,$$

bu ýerde $r_i - m_i$ massaly nokadyň aýlanma okundan uzaklygy.

Eger massa deňölçegli paýlanmadyk bolsa, onda

$$I = \int r^2 dm.$$

Şteýneriň teoremasy:

$$I = I_c + md^2$$

bu ýerde I_c - m - massaly jisimiň massalar merkezinden geçýän oka görä inersiýa momenti; I - massalar merkezden geçýän oka parallel we ondan d aralykda ýerleşýän oka görä jisimiň inersiýa momenti.

Gozganmaýan oka görä (z -oka görä) aýlanýan jisimiň kinetik energiýasy:

$$T_{\text{ayl}} = \frac{I_z \omega^2}{2}.$$

I_z - z oka görä jisimiň inersiýa momenti; ω - aýlanmanyň burç tizligi.

Tekizlikde typmazdan togalanýan jisimiň kinetik energiýasy:

$$T = \frac{mv_c^2}{2} + \frac{I_c \omega^2}{2},$$

bu ýerde m - jisimiň massasy; v_c - jisimiň massalar merkeziniň tizligi;

I_c - massalar merkezinden geçýän oka görä inersiýa momenti.

Gozganmaýan nokada görä güýjüň momenti:

$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F},$$

bu ýerde \vec{r} - gozganmaýan nokatdan \vec{F} - güýjüň goýlan nokadyna ugrukdyrylan radius-wektor. Güýjüň momentiniň ululygy (moduly):

$$M = Fl,$$

bu ýerde l - güýjüň egni (moment hasaplanýan nokatdan güýjüň täsir çyzygyna inderilen perpendikulýar çyzygyň uzynlygy).

Jisim aýlananda edilýän elementar iş:

$$\delta A = M_x d\varphi,$$

bu ýerde $d\varphi$ - öwrülme burçy; M_x - jisimiň aýlanma okuna (z oka) görä güýjüň momenti.

Gaty jisimiň aýlanma okuna görä impulsynyň momenti:

$$\vec{L} = \sum_{i=1}^n m_i \vec{v}_i \vec{r}_i = I_z \vec{\omega},$$

bu ýerde I_x - aýlanma okuna (z oka) görä jisimiň inersiýa momenti; ϖ - burç tizligi.

Ýapyk ulgam üçin impulsyň momentiniň saklanma kanuny:

$$\sum_{i=1}^n \vec{L}_i = \text{hemişelik}.$$

Maýyşgak deformasiýada mehaniki zor (naprýaženiýe:)

$$\sigma = \frac{F}{S},$$

F – sterženi süýndürýän (gysýan) güýç; S – sterženiň kesesiginiň meýdany.

Boýuna süýnme (gysylma) deformasiýa üçin Gukuň kanuny:

$$\sigma = E \varepsilon,$$

E – Ýunguň moduly, $\varepsilon = \Delta l / l_0$ (otnositel) göräli deformasiýa.

Dartylma meýdan teoriýasynyň elementleri

Bütindünýä dartylma kanuny:

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

F - bütindünýä dartylma güýji (grawitasiýa güýji); m_1 we m_2 nokatlanç jisimleriň massalary; r – nokatlanç jisimleriň arasyndaky uzaklyk; G – grawitasiýa hemişeligi.

Agyrlyk güýji:

$$P = mg,$$

m – jisimiň massasy; g – erkin gaçmanyň tizlenmesi.

Dartylma meýdanynyň güýjenmesi:

$$\vec{g} = \frac{\vec{F}}{m},$$

\vec{F} – meýdanyň berlen nokadynda ýerleşdirilen m massaly noka-da täsir edýän dartylma güýji.

Biri-birinden r – aralykda ýerleşen m_1 we m_2 massaly nokatlaryň grawitasiýa özara täsiriniň potensiýal energiýasy:

$$\Pi = -G \frac{m_1 m_2}{r}.$$

Dartylma meýdanynyň potensialy:

$$\varphi = \frac{\Pi}{m},$$

Π – meýdanyň berlen nokadynda ýerleşdirilen m massaly noka-dyň potensial energiýasy.

Dartylma meýdanynyň potensialy bilen onuň güýjenmesiniň arasyndaky özara baglanyşyk:

$$\vec{g} = -\text{grad } \varphi \text{ ýa-da } \vec{g} = -\left(\frac{\partial \varphi}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial \varphi}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial \varphi}{\partial z} \vec{k} \right).$$

$\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ - koordinata oklarynyň birlik wektorlary.

Suwuklyklaryň mehanikasynyň elementleri

Suwuklygyň gidrostatik basyşy: $P = \rho gh$,

ρ - suwuklygyň dykzlygy; h – suwuklyk sütüniniň beýikligi.

Arhimediň kanuny:

$$F_A = \rho g V,$$

F_A - ýokary göteriji güýç; V – gysylp çykarylan suwuklygyň göwrümi.

Suwuklyk çüwdüriminiň üznüksizlik kanuny:

$$S\upsilon = \text{hemişelik},$$

bu ýerde S – suwuklyk akymynyň kese-kesiginiň meýdany; υ - suwuklygyň akym tizligi.

Hyýaly suwuklygyň durnukly akymy üçin Bernulliniň deňlemesi:

$$\frac{\rho v^2}{2} + \rho gh + P = \text{hemişelik},$$

bu ýerde $\frac{\rho v^2}{2}$ - suwuklyk akymynyň kesgitli kese-kesigindäki

gidrodinamiki basyş; ρgh - gidrostatik basyş; P - kesgitli kese-kesikdäki statik basyş; v - kesgitli kese-kesikdäki suwuklyk akymynyň tizligi.

Suwuklykdan doldurylan, üsti açyk giň gabyň düýbündäki kiçijik deşikden akýan suwuklygyň tizligini kesgitlemek üçin Torriçelliniň deňlemesi:

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

bu ýerde h – gabyň deşiginiň derejesinden gabyň ýokarsyna çenli suwuklyk sütüniň beýikligi.

Akýan suwuklygyň gatlaklarynyň arasyndaky içki sürtülme güýji:

$$F = \eta \left| \frac{\Delta v}{\Delta x} \right| S,$$

bu ýerde η - suwuklygyň dinamiki şepbeşiklik koeffisiýenti; $\frac{\Delta v}{\Delta x}$ -

tizligiň (gatlakara üýtgemesi) gradiýenti; S – özara galtaşýan gatlaklaryň meýdany.

Şepbeşik gurşawda haýal hereket edýän togalak jisime täsir edýän maňlaý garşylyk güýji üçin Stoksyň aňlatmasy:

$$F = 6\pi\eta r v,$$

bu ýerde r – togalak jisimiň radiusy; v - jisimiň tizligi.

Görälik nazaryýetiniň elementleri

Lorensiň özgertmeleri:

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}; \quad y' = y; \quad z = z'; \quad t' = \frac{t - \frac{vx}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

bu ýerde t' - hasaplama ulgamy t hasaplama ulgamynyň x okunyň položitel ugry boýunça v tizlik bilen hereket edýär we x' ok x ok bilen gabat gelýär. y' we y hem-de z we z' oklar özara parallel diýip kabul edeliň; c – ýagtylygyň wakuumda ýaýrama tizligi.

Wagtyň relýatiwistik haýallamasy:
$$\tau = \frac{\tau'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

bu ýerde τ' - jisim bilen bilelikde hereket edýän sagatlar boýunça iki wakanyň bolup geçýän wagtyň dowamlylygy; τ - şol wakalaryň dynçlykda duran sagatlar boýunça bolup geçýän wagtyň dowamlylygy.

Uzynlygyň relýatiwistik gysgalmasy:
$$l = l_0 \sqrt{1 - (v/c)^2},$$

bu ýerde l_0 - hereketlenýän hasaplama ulgamynda göräli dynçlykdaky sterženiň uzynlygy (hususy uzynlygy); l - v tizlik bilen hereket edýän sterženiň dynçlykda duran hasaplama ulgamyndaky uzynlygy.

Tizlikleri goşmagyň relýatiwistik kanuny:

$$U'_x = \frac{U_x - v}{1 - vU_x/c^2}; \quad U'_y = \frac{U_y \sqrt{1 - (v/c)^2}}{1 - vU_x/c^2}; \quad U'_z = \frac{U_z \sqrt{1 - (v/c)^2}}{1 - vU_x/c^2}.$$

Iki wakanyň arasyndaky aralyk (interwal) (inwariant ululyk):

$$S_{12}^2 = c^2 t_{12}^2 - l_{12}^2 = \text{inv},$$

bu ýerde t_{12} - 1-nji we 2-nji wakalaryň amala aşýan wagt aralygy; l_{12} - wakalaryň bolýan nokatlarynyň aralygy.

Relýatiwistik bölejigiň massasy we impulsy:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}; \quad \vec{p} = \frac{m_0 \vec{v}}{\sqrt{1 - (v/c)^2}},$$

bu ýerde m_0 - bölejigiň dynçlyk massasy.

Relyatiwistik dinamikanyň esasy kanuny:

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt},$$

bu ýerde \vec{p} - relyatiwistik impuls.

Relyatiwistik bölejigiň doly we kinetik energiýasy:

$$E = mc^2 = m_0c^2 + T; \quad T = (m - m_0) c^2.$$

Relyatiwistik bölejigiň energiýasy bilen impulsynyň özara baglanyşygy:

$$E^2 = m_0^2c^4 + p^2c^2; \quad p = \frac{1}{c} \sqrt{T(T + 2E_0)}.$$

Molekulýar fizikanyň esaslary we termodinamika

Hyýaly gazlaryň molekulýar-kinetik teoriýasy

Boýluň-Mariottanyň kanuny:

PV =hemişelik, T =hemişelik, m =hemişelik,

P - gazyň basyşy; V - gazyň göwrümi; T - onuň termodinamiki temperaturasy; m - massasy.

Gey-Lýussagyň kanuny:

$V = V_0 (1 + \alpha t)$ ýa-da $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$, P - hemişelik, m =hemişelik,

Şarlyň kanuny:

$P = P_0 (1 + \alpha t)$ ýa-da $\frac{T_1}{T_2} = \frac{P_1}{P_2}$, V - hemişelik, m =hemişelik,

bu ýerde t - Selsiý şkalasyndaky temperatura; V_0 we P_0 degişlilikde

$0^\circ S$ - daki gazyň göwrümi we basyşy; $\alpha = \frac{1}{273} K^{-1}$ koeffisiýent; 1

we 2 indeksler gazyň islendik iki halyny aňladýar.

Hyýaly gazlaryň garyndysynyň basyşy üçin Daltonyň kanuny:

$$P = \sum_{i=1}^n P_i, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n.$$

P_i gaz garyndysynyň i -nji düzüjisiniň parsial basyşy.

Hyýaly gaz halynyň deňlemesi (Klapeýronyň-Mendeleyewiň deňlemesi):

$$PV_\mu = RT \quad \text{ýa-da} \quad PV = \frac{m}{\mu} RT,$$

bu ýerde V_μ - molýar göwrüm; R - uniwersial gaz hemişeligi; μ - gazyň molýar massasy; m - gazyň massasy; $\nu = \frac{m}{\mu}$ maddanyň mukdary.

Gazyň basyşynyň molekulalaryň göwrüm birligindäki sanyna we termodinamiki temperatura baglylygy:

$$P = nkT,$$

$k = \frac{R}{N_A}$ - Bolsmanyň hemişeligi; N_A - Awogadronyň hemişeligi.

Hyýaly gazlaryň molekulýar-kinetik nazaryýetiniň esasy deňlemesi:

$$P = \frac{1}{3} n m_0 \langle v_{kw} \rangle^2;$$

$$PV = \frac{2}{3} E; \quad PV = \frac{1}{3} m \langle v_{kw} \rangle^2.$$

Bu ýerde $\langle v_{kw} \rangle$ - molekulalaryň orta kwadrat tizligi; E - ähli gaz molekulalarynyň öňe hereketiniň kinetik energiýalarynyň jemi; n - molekulalaryň göwrüm birligindäki sany (konsentrasiýasy); m_0 - bir molekulanyň massasy, $m = Nm_0$ gazyň massasy; N - gaz molekulalarynyň V göwrümdäki sany.

Gaz molekulalarynyň tizligi:

iň ähtimal tizlik:

$$v_{ak} = \sqrt{2 \frac{RT}{\mu}} = \sqrt{2 \frac{kT}{m_0}};$$

orta kwadrat tizlik:

$$\langle v_{\text{kw}} \rangle = \sqrt{3 \frac{RT}{\mu}} = \sqrt{3 \frac{kT}{m_0}};$$

orta arifmetik tizlik:

$$\langle v \rangle = \sqrt{8 \frac{RT}{\pi \mu}} = \sqrt{8 \frac{kT}{\pi m_0}},$$

bu ýerde μ - gazyň molýar massasy; m_0 - bir molekulanyň massasy.

Hyýaly gaz molekulalarynyň öňe hereketiniň orta kinetik energiýasy:

$$\langle \varepsilon_0 \rangle = \frac{3}{2} kT.$$

Hyýaly gaz molekulalarynyň tizlikler boýunça paýlanmasy üçin Makswelliň kanuny:

$$f(v) = \frac{dN(v)}{Nd v} = 4\pi \left(\frac{m_0}{2\pi kT} \right)^{\frac{3}{2}} v^2 \exp \left(-\frac{m_0 v^2}{2kT} \right).$$

N - gaz molekulalarynyň umumy sany; dN - tizlikleri boýunça kesgitli çäkde (interwalda) bolan molekulalaryň sany; $f(v)$ - tizlikler boýunça paýlanma funksiýasy bolup, molekulalaryň umumy sanynyň $\frac{dN}{N}$ böleginiň v we $v + dv$ tizlikler çäginde bolýandygyny aňladýar.

Hyýaly gaz molekulalarynyň ýylylyk hereketiniň energiýasy boýunça paýlanmasy üçin Makswelliň funksiýasy:

$$f(\varepsilon) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} (kT)^{-\frac{3}{2}} \varepsilon^{\frac{1}{2}} \exp \left(-\frac{\varepsilon}{kT} \right),$$

bu ýerde $\varepsilon = \frac{m_0 v^2}{2}$ - molekulalaryň kinetik energiýasy.

Barometrik formula:

$$P_k = p_0 \exp\left(-\mu g \frac{h - h_0}{RT}\right),$$

bu ýerde P_k we P_0 degişlilikde h we h_0 beýikliklerdäki gazyň basyşy.

Daşky potensial meýdanda molekulalaryň birlik göwrümdäki sany (konsentrasiýasy) boýunça paýlanmasy üçin Bolsmanyň kanuny:

$$n = n_0 \exp\left(-\frac{\mu g h}{RT}\right) \quad \text{ýa-da,} \quad n = n_0 \exp\left(-\frac{\Pi}{kT}\right),$$

bu ýerde n we n_0 degişlilikde h we $h_0 = 0$ beýiklikdäki mo-

lekulalaryň birlik göwrümdäki sany; $\Pi = m_0 g h$ - dartuw meýdanynyň molekulalaryň potensial energiýasy.

Gaz molekulalarynyň 1 s-wagt dowamyndaky çaknyşmalarynyň ortaça sany

$$\langle z \rangle = \sqrt{2} \pi d^2 n \langle v \rangle,$$

d - molekulalaryň effektiv diametri; n - molekulalaryň birlik göwrümdäki sany; $\langle v \rangle$ molekulalaryň orta arifmetik tizligi.

Gaz molekulalarynyň erkin geçýän ýolunyň orta uzynlygy:

$$\langle l \rangle = \frac{\langle v \rangle}{\langle z \rangle} = \frac{1}{\sqrt{2} \pi d^2 n}.$$

Ýylylyk geçirijilik üçin Furýeniň kanuny:

$$Q = -\lambda \frac{dT}{dx} St,$$

bu ýerde Q - ýylylyk geçirijilik arkaly S meýdandan t wagtda geçýän ýylylyk mukdary; $\frac{dT}{dx}$ - temperaturanyň gradiýenti; λ - ýylylyk geçirijilik koeffisiýenti:

$$\lambda = \frac{1}{3} C_v \rho \langle v \rangle \langle l \rangle,$$

bu ýerde C_v - gazyň hemişelik göwrümdäki udel ýylylyk sygymy; ρ - gazyň dykzlygy; $\langle v \rangle$ - gaz molekulalarynyň ýylylyk hereketiniň orta arifmetik tizligi; $\langle l \rangle$ - gaz molekulalarynyň erkin geçen ýolunyň orta uzynlygy.

Diffuziýa üçin Fikiň kanuny:

$$M = -D \frac{d\rho}{dx} St,$$

bu ýerde M – diffuziýa arkaly S – meýdandan t – wagtda geçýän maddanyň massasy; $\frac{d\rho}{dx}$ - dykzlygyň gradiýenti; D – diffuziýa koef-fisiýenti:

$$D = \frac{1}{3} \langle v \rangle \langle l \rangle.$$

Içki sürtülme üçin Nýutonyň kanuny:

$$F = -\eta \frac{dv}{dx} S,$$

bu ýerde F – özara galtaşyp hereket edýän S meýdanly gatlaklaryň arasyndaky içki sürtülme güýji; $\frac{dv}{dx}$ - tizligiň gradiýenti; η - dinamiki şepbeşiklik koeffisiýenti.

$$\eta = \frac{1}{3} \rho \langle v \rangle \langle l \rangle$$

Termodinamikanyň esaslary

Molekulanyň orta energiýasy:

$$\langle \varepsilon \rangle = \frac{i}{2} kT,$$

bu ýerde i – erkinlik derejesiniň sany.

Molekulalaryň bir erkinlik derejesine düşýän orta energiýasy:

$$\langle \varepsilon_1 \rangle = \frac{1}{2} kT.$$

Hyýaly gazyň içki energiýasy:

$$U = \nu \frac{i}{2} RT = \frac{m}{\mu} \frac{i}{2} RT,$$

bu ýerde ν – maddanyň mukdary; m – gazyň massasy; μ - gazyň molýar massasy; R – uniwersial gaz hemişeligi.

Termodinamikanyň birinji başlangyjy:

$$Q = \Delta U + A,$$

bu ýerde Q – ulgama berilýän ýylylyk mukdary; ΔU - ulgamyň içki energiýasynyň üýtgemesi; A – daşky güýçleriň garşysyna edilen iş.

Ulgamyň ujypsyz üýtgemesi üçin termodinamikanyň birinji başlangyjy:

$$\delta Q = dU + \delta A.$$

Hyýaly gazyň hemişelik göwrümdäki we hemişelik basyşdaky molýar ýylylyk sygymlyry:

$$C_V = \frac{i}{2} R, \quad C_P = \frac{i+2}{2} R.$$

Maýeriň deňlemesi:

$$C_P = C_V + R.$$

Hyýaly gazyň içki energiýasynyň üýtgemesi:

$$dU = \frac{m}{\mu} C_V dT.$$

Gazyň işi:

Izobarik (hemişelik basyşda amala aşýan) hadysada:

$$A = P(V_2 - V_1) \quad \text{ýa-da} \quad A = \frac{m}{\mu} R(T_2 - T_1),$$

Izotermik (hemişelik temperaturada amala aşýan) hadysada:

$$A = \frac{m}{\mu} RT \ln \frac{V_2}{V_1} \quad \text{ýa-da} \quad A = \frac{m}{\mu} RT \ln \frac{P_1}{P_2}.$$

Adiabatik hadysanyň deňlemesi (Puassonyň deňlemesi):

$PV^\gamma = \text{hemişelik}, \quad TV^{\gamma-1} = \text{hemişelik}, \quad T^\gamma P^{1-\gamma} = \text{hemişelik}$

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{i+2}{i} - \text{adiabatanyň görkezijisi.}$$

Adiabatik hadysada edilen iş:

$$A = \frac{m}{\mu} C_v (T_1 - T_2) \quad \text{ýa-da}$$

$$A = \frac{RT_1}{\gamma-1} \frac{m}{\mu} \left[1 - \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1} \right] = \frac{P_1 V_1}{\gamma-1} \left[1 - \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1} \right],$$

bu ýerde T_1, T_2 we V_1, V_2 deňşililikde gazyň başlangyç we ahyrky ýagdaýlaryndaky temperaturasy we göwrümi.

Aýlawly hadysanyň (siklin) ýylylyk (termiki) peýdaly täsir koeffisiýenti

$$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1},$$

bu ýerde Q_1 - ulgamyň kabul edýän ýylylyk mukdary; Q_2 - ulgamyň gaýdyp berýän ýylylyk mukdary; A – bir siklde edilen iş.

Karnonyň sikliniň ýylylyk (termiki) peýdaly täsir koeffisiýenti:

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1},$$

bu ýerde T_1 - gyzdyryjynyň temperaturasy; T_2 - sowadyjynyň temperaturasy.

Birinji haldan ikinji hala deňagramly geçişde entropiýanyň üýtgemesi:

$$\Delta S_{1-2} = S_2 - S_1 = \int_1^2 \frac{dQ}{T} = \int_1^2 \frac{dU + dA}{T}.$$

Hakyky gazlar. Suwuklyklar we gaty jisimler

Hakyky gaz halynyň deňlemesi (Wan-der-Waalsyň deňlemesi)

Bir mol gaz üçin

$$\left(P + \frac{a}{V_{\mu}^2}\right)(V_{\mu} - b) = RT,$$

Islendik massaly gaz üçin:

$$\left(P + \frac{\nu^2 a}{V^2}\right)\left(\frac{V}{\nu} - b\right) = RT \quad \text{ýa-da} \quad \left(P + \frac{\nu^2 a}{V^2}\right)(V - \nu b) = \nu RT,$$

bu ýerde V_{μ} - molýar göwrüm; a we b Wan-der-Waalsyň hemişelikleri; $\nu = \frac{m}{\mu}$ - gazyň mukdary.

Molekulalaryň özara täsiri netijesinde döreýän içki basyş:

$$P' = \frac{a}{V_{\mu}^2}.$$

Hakyky gazyň içki energiýasy:

$$U = \nu \left(C_V T - \frac{a}{V_{\mu}} \right),$$

C_V - hemişelik göwürümdäki molýar ýylylyk sygym.

Suwuklyklaryň üst dartuw koeffisiýenti:

$$\sigma = \frac{F}{\ell} \quad \text{ýa-da} \quad \sigma = \frac{\Delta E}{\Delta S},$$

F - suwuklygyň üsti bilen çäklenen ℓ ýapyk uzynlyga (kontura) täsir edýän güýç; ΔE - suwuklygyň ΔS ýorka meýdany bilen baglanyşykly energiýasy.

Kapillýar turbajykda suwuklygyň ýokary galma beýikligi (Žureninň aňlatmasy):

$$h = \frac{2\sigma \cos \theta}{\rho g r},$$

θ - gyraky burç; r – kapillýaryň radiusy; ρ - suwuklygyň dykzlygy; g - erkin gaçmanyň tizlenmesi.

Dýulongyň we Ptiniň kanuny

$$C_V = 3R,$$

C_V - himiki ýönekeý gaty jisimiň molýar (atomar) ýylylyk sygymy.

Elektrik we magnit hadysalary

Elektrostatika

Kulonyň kanuny:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q_1||q_2|}{\epsilon r^2},$$

F – wakuumda ýerleşen q_1 we q_2 nokatlaňç zaryadlaryň özara täsir güýji; r – nokatlaňç zaryadlaryň aradaşlygy; $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{F}{m}$

elektrik hemişeligi; ϵ - gurşawyň dielektrik syzyjylygy.

Elektrik meýdanynyň güýjenmesi we potensialy:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}; \quad \varphi = \frac{\Pi}{q_0} \quad \text{ýa-da} \quad \varphi = \frac{A_\infty}{q_0},$$

\vec{F} - meýdanyň berlen nokadynda ýerleşdirilen q_0 nokatlaňç položitel zaryada täsir edýän güýç; Π – q_0 zaryadyň potensial energiýasy; A_∞ – q_0 zaryady meýdanyň berlen nokadyndan tükeniksizlige göçürmek üçin edilen iş.

Nokatlaňç q zaryadyň r aralykda döredýän elektrik meýdanynyň güýjenmesi we potensialy:

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2}; \quad \varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r}.$$

Elektrostatik meýdanlaryň superpozisiýa düzgüni (prinsipi):

$$\vec{E} = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i; \quad \varphi = \sum_{i=1}^n \varphi_i,$$

E_i, φ_i degişlilikde q_i zaryadyň döredýän meýdanynyň güýjenmesi we potensialy.

Elektrostatik meýdanyň güýjenmesiniň we potensialynyň arasyndaky özara baglanyşyk:

$$\vec{E} = -grad\varphi \text{ ýa-da } \vec{E} = -\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}\vec{i} + \frac{\partial\varphi}{\partial y}\vec{j} + \frac{\partial\varphi}{\partial z}\vec{k}\right),$$

bu ýerde $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ koordinata oklaryň birlik wektorlary.

Dipolyň elektrik momenti (dipol momenti):

$$\vec{E} = |q|\vec{\ell},$$

bu ýerde $\vec{\ell}$ - dipolyň egni.

Zaryadyň çyzyk, üst we göwrüm dykyzlyklary:

$$\tau = \frac{dq}{de}; \quad \sigma = \frac{dq}{dS}; \quad \rho = \frac{dq}{dV}.$$

Wakuumdaky elektrostatik meýdan üçin Gaussyň teoremasy:

$$\Phi_E = \oint_S \vec{E} dS = \oint_S E_n dS = \frac{1}{\epsilon_0} \sum_{i=1}^n q_i = \frac{1}{\epsilon_0} \int_V \rho dV,$$

bu ýerde Φ_E - dS üstden geçýän elektrik meýdanynyň güýjenmesiniň wektorynyň akymy; $\sum_{i=1}^n q_i$ - S ýapyk üstüň çägendäki erkin

elektrik zaryadlaryň algebraik jemi; n - zaryadlaryň umumy sany; ρ - zaryadlaryň göwrüm dykyzlygy.

Elektrostatik meýdan güýçleriniň täsirinde q_0 zaryady meýdanyň 1-nji nokadından 2-nji nokadyna geçirmek üçin edilen iş:

$$A_{12} = q_0 (\varphi_1 - \varphi_2) \text{ ýa-da } A_{12} = q_0 \int_1^2 \vec{E} d\vec{\ell} = q_0 \int_1^2 E_{\ell} d\ell,$$

bu ýerde E_{ℓ} - \vec{E} wektoryň $d\vec{\ell}$ orun üýtgemäniň ugruna proyeksiýasy.

Ýapyk kontur boýunça elektrostatik meýdanyň güýjenmesiniň wektorynyň köwlenmesi (sirkulýasiýasy):

$$\oint_L \vec{E} d\vec{\ell} = \int E_t d\ell = 0.$$

Polýarlanyjylyk:

$$\vec{P} = \frac{\sum_{i=1}^n \vec{P}_i}{V},$$

bu ýerde V – dielektrigiň göwrümi; \vec{P}_i i – nji molekulanyň dipol momenti.

Elektrostatik meýdanyň güýjenmesiniň wektory bilen polýarlanyjylyk wektorynyň özara baglanyşygy:

$$\vec{P} = \chi \varepsilon_0 \vec{E},$$

bu ýerde χ – maddanyň dielektrik kabul edijiligi.

Dielektrik syzyjylyk bilen dielektrik kabuledijiligiň özara baglanyşygy:

$$\varepsilon = 1 + \chi.$$

Dielektrigiň içindäki güýjenme wektory bilen daşky meýdanyň güýjenme wektorynyň özara baglanyşygy:

$$\vec{E} = \vec{E}_0 - \frac{\vec{P}}{\varepsilon_0} \text{ ýa-da } \vec{E} = \frac{\vec{E}_0}{\varepsilon}.$$

Elektrostatik meýdanyň elektrik süýşme wektory bilen güýjenme wektorynyň özara baglanyşygy:

$$\vec{D} = \varepsilon_0 \varepsilon \vec{E} \text{ ýa-da } \vec{D} = \varepsilon_0 \vec{E} + \vec{P}.$$

Ýalňyz geçirijiniň elektrik sygymy:

$$C = \frac{q}{\varphi}.$$

bu ýerde q – geçirijä berlen zarýad; φ – geçirijiniň potensialy.

Tekiz kondensatoryň sygymy:

$$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d},$$

bu ýerde S – kondensatoryň her bir plastinasynyň meýdany; d – plastinalaryň arasyndaky uzaklyk.

Sferik kondensatoryň sygymy:

$$C = 4\pi\epsilon_0\epsilon \frac{r_1 r_2}{r_2 - r_1},$$

bu ýerde r_1 we r_2 merkezleri bir nokatda bolan konsentrik sferalaryň radiuslary.

Kondensatorlar ulgamynyň yzygider we parallel birleşdirilende netijeleýji sygym:

$$\frac{1}{C} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i} \text{ we } C = \sum_{i=1}^n C_i,$$

bu ýerde C_i - i - nji kondensatoryň sygymy; n – kondensatorlaryň sany. Zarýadlanan ýalňyz (izolirlenen) geçirijiniň energiýasy:

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

Nokatlanç zarýadlar ulgamynyň özara täsir energiýasy:

$$W = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n q_i \varphi_i.$$

Zarýadlanan kondensatoryň energiýasy:

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

bu ýerde q - kondensatoryň zarýady; C - kondensatoryň sygymy; U - kondensatoryň plastinalarynyň arasyndaky potensiallar tapawudy.

Dürli atly zarýadlar bilen zarýadlanan kondensatoryň plastinalarynyň özara çekişme güýji:

$$|F| = \frac{q^2}{2\epsilon_0\epsilon S} = \frac{\sigma^2 S}{2\epsilon_0\epsilon S} = \frac{\epsilon_0\epsilon E^2 S}{2}.$$

Tekiz kondensatoryň elektrostatik meýdanynyň energiýasy:

$$W = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon E^2}{2} Sd = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S U^2}{2d} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon E^2}{2} V,$$

bu ýerde S - kondensatoryň bir plastinasynyň meýdany; $U = \Delta \varphi$ - kondensatoryň plastinalarynyň arasyndaky potenciallaryň tapawudy (naprýaženiýesi); $Sd = V$ - kondensatoryň göwrümi.

Energiýanyň göwrüm dykyzlygy:

$$\omega = \frac{W}{V} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon E^2}{2} = \frac{ED}{2},$$

bu ýerde D -elektrik süýşme.

Hemişelik elektrik togy

Elektrik togunyň güýji we dykyzlygy:

$$I = \frac{dq}{dt}; \quad j = \frac{I}{S},$$

bu ýerde S - geçirijiniň kese-kesiginiň meýdany.

Geçirijidäki elektrik togunyň dykyzlygy:

$$j = ne \langle v \rangle,$$

bu ýerde $\langle v \rangle$ - zarýadlaryň tertipleşen hereketiniň orta tizligi; n - zarýadlaryň göwrüm birligindäki sany (konsentrasiýasy).

Elektrik zynjyryndaky elektrik hereketlendiriji güýç:

$$\varepsilon = \frac{A}{q_0} \text{ ýa-da } \varepsilon = \oint \vec{E}_{\text{gap}} d\vec{l},$$

bu ýerde q_0 - položitel birlik zarýad; A - gapdal güýçleriň işi; \vec{E}_{gap} - gapdal güýçleriň meýdanyň güýjenmesi.

Birjynsly göni geçirijiniň garşylygy, geçirijiligi we udel elektrik geçirijiligi:

$$R = \rho \frac{l}{S}; \quad G = \frac{1}{R}; \quad \gamma = \frac{1}{\rho},$$

bu ýerde ρ - geçirijiniň udel elektrik garşylygy; S -geçirijiniň kese-kesiğiň meýdany; l - uzynlygy.

Geçirijiler elektrik zynjyrynda yzygider we parallel birleşdirilendäki umumy garşylyk:

$$R = \sum_{i=1}^n R_i \quad \text{we} \quad \frac{1}{R} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}.$$

bu ýerde R_i - i -nji geçirijiniň garşylygy; n – geçirijileriň sany.

Geçirijileriň udel garşylygynyň temperatura baglylygy:

$$\rho = \rho_0 (1 + \alpha t),$$

bu ýerde α - garşylygyň ýylylyk (termiki) koeffisiýenti.

Omuň kanuny:

Elektrik zynjyrynyň birjynsly bölegi üçin:

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

Zynjyryň birjynsly bolmadyk bölegi üçin:

$$I = \frac{\varphi_1 - \varphi_2 + \varepsilon_{12}}{R};$$

Ýapyk zynjyr üçin:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r},$$

bu ýerde U – zynjyryň berlen bölegindäki naprýaženiýe; R – zynjyryň berlen böleginiň garşylygy; $(\varphi_1 - \varphi_2)$ - zynjyryň berlen böleginiň uçlaryndaky potensiallar tapawudy; ε - zynjyryň elektrik togunyň çeşmeleriniň E.H.G.; r – çeşmäniň içki garşylygy.

Omuň kanunynyň differensial görnüşi:

$$\vec{j} = \gamma \vec{E},$$

bu ýerde \vec{E} - elektrostatik meýdanyň güýjenmesi.

Elektrik togunyň işi:

$$A = IUt = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t.$$

Elektrik togunyň kuwwaty:

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

Joulyň-Lensiň kanuny:

$$Q = I^2 R t = I U t,$$

bu ýerde Q - zynjyryň berlen böleginden t wagtdowamynda bölünip çykýan ýylylyk mukdary.

Joulyň-Lensiň kanunynyň differensial görnüşde aňladylyşy:

$$\varpi = jE = \gamma E^2,$$

bu ýerde ϖ - elektrik akymynyň udel ýylylyk kuwwaty.

Magnit meýdany

Birjynsly magnit meýdanynda ýerleşdirilen tokly kontura täsir edýän mehaniki moment:

$$\vec{M} = [\vec{P}_m \vec{B}],$$

bu ýerde \vec{B} - magnit induksiýasy; $\vec{P}_m = IS\vec{n}$ - tokly konturyň magnit momenti; S -tokly konturyň meýdany; \vec{n} - normalyň birlik wektory.

Magnit meýdanynyň güýjenmesi bilen induksiýanyň baglanyşygy:

$$\vec{B} = \mu_0 \mu \vec{H},$$

bu ýerde μ_0 - magnit hemişeligi; μ - gurşawyň magnit syzdyryjylygy.

Bionyň-Sawaryň-Laplasyň kanuny:

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 \mu I [d\vec{\ell} \cdot \vec{r}]}{4\pi \cdot r^3},$$

bu ýerde $d\vec{B}$ - tokly geçirijiniň $d\vec{\ell}$ elementiniň döredýän magnit meýdanynyň induksiýasy, \vec{r} - $d\vec{\ell}$ elementden magnit induksiýasy kesgitlenýän nokada geçirilen radius-wektor.

Magnit meýdanlarynyň goşulma düzgüni (superpozisiýa prinsipi)

$$\vec{B} = \sum_{i=1}^n \vec{B}_i.$$

Tükeniksiz uzyn göni tokly geçirijiniň döredýän magnit meýdanynyň induksiýasy:

$$B = \frac{\mu_0 \mu I}{2\pi R},$$

bu ýerde R – geçirijiniň okundan induksiýa kesgittenýän nokada çenli aralyk.

Töwerek görnüşli tokly geçirijiniň merkezindäki magnit induksiýasy:

$$B = \mu_0 \mu \frac{1}{2R},$$

bu ýerde R – tokly geçirijiniň egrilik radiusy.

Amperiň kanuny:

$$d\vec{F} = I [\vec{dl} \vec{B}],$$

bu ýerde $d\vec{F}$ - \vec{B} induksiýa magnit meýdanynynda ýerleşdirilen tokly geçirijiniň $d\vec{dl}$ elementine täsir edýän güýç:

Iki sany özara parallel I_1 we I_2 tokly göni tükeniksiz uzyn geçirijileriň özara täsir güýji:

$$d\vec{F} = \frac{\mu_0 \mu I_1 I_2}{2\pi R} d\vec{dl},$$

bu ýerde R – geçirijileriň arasyndaky uzaklyk; $d\vec{dl}$ - geçirijiniň elementi.

Relýatiwistik däl v tizlik bilen erkin hereket edýän nokatlanç zaryadyň magnit meýdany:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 \mu q |\vec{v}\vec{r}|}{4\pi r^3},$$

bu ýerde \vec{r} - zaryaddan induksiýa hasaplanýan nokada geçirilen radius wektor.

Lorensiň güýji:

$$\vec{F} = q [\vec{v}\vec{B}],$$

bu ýerde \vec{F} - magnit meýdanynyň \vec{v} tizlik bilen hereket edýän q zaryada täsir edýän güýji.

Lorensiň formulasy:

$$\vec{F} = q\vec{E} + q[\vec{v}\vec{B}],$$

bu ýerde \vec{F} - hereketlenýän zaryada elektrik we magnit meýdanlarynyň edýän täsir güýji.

Wakuumdaky magnit meýdany üçin doly tok kanuny (\vec{B} wektoryň köwlenmesi hakda teorema.):

$$\oint_L \vec{B} d\vec{\ell} = \mu \sum_{i=1}^n I_i,$$

bu ýerde μ magnit hemişeligi; $\sum_{i=1}^n I_i$ - konturyň çägendäki toklaryň algebraik jemi.

N – sarymdan ybarat (wakuumda ýerleşen) solenoidiň içindäki magnit meýdanynyň induksiýasy:

$$B = \mu_0 \frac{NI}{\ell},$$

bu ýerde ℓ - solenoidiň uzynlygy.

Wakuumda ýerleşen toroidiň içindäki magnit meýdanynyň induksiýasy:

$$B = \mu_0 \frac{NI}{2\pi r}.$$

Magnit meýdanynyň induksiýa wektorynyň akymy:

$$d\Phi = \vec{B} d\vec{S} = B_n dS,$$

bu ýerde $d\vec{S}$ - \vec{n} normal bilen gabat gelýän wektor; B_n - üstüň normalynyň ugruna \vec{B} wektoryň proyeksiýasy.

Magnit meýdanynda tokly geçiriji süýşürilende edilen elementar iş

$$\delta A = Id\Phi,$$

bu ýerde $d\Phi$ - tokly geçirijini kesip geçýän magnit akymynyň üýtgemesi.

Magnit meýdanynda ýapyk tokly kontur süýşürilende edilen elementar iş:

$$\delta A = Id\Phi,$$

bu ýerde $d\Phi$ - tokly kontur bilen çäklenen meýdany kesip geçýän magnit akymynyň üýtgemesi.

Elektromagnit induksiýa

Faradeýiň kanuny:

$$\varepsilon_i = -\frac{d\Phi}{dt},$$

ε_i – induksiýa E.H.G.,

\bar{L} – induktiwlikli I - tokly konturyň döredýän magnit akymy :

$$\Phi = LI.$$

Öz-özünde induksiýa (samoninduksiýa) E.H.G.,

$$\varepsilon_s = -\frac{dI}{dt},$$

bu ýerde \bar{L} -konturyň induktiwligi:

Solenoidiň (toroidiň) induktiwligi

$$L = \mu_0 \mu \frac{N^2 S}{\ell},$$

bu ýerde N - solenoidiň sarymynyň sany, ℓ -uzynlygy. S – solenoidiň kese-kesiginiň meýdany

Elektrik zynjyry ýazdyrylan we birleşdirilen wagt pursadynda ýüze çykýan tok:

$$I = I_0 \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right); \quad I = I_0 \left[1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)\right]; \quad \tau = \frac{L}{R},$$

bu ýerde τ - relaksasiýa wagty; L – induktiwlik; R – garşylyk.

Özara induksiýa E.H.G.:

$$\varepsilon = -L_{12} \frac{dI}{dt},$$

bu ýerde L_{12} - goňşy konturlaryň özara induktiwligi.

Bir ýürekçä saralan, sarym sanlary N_1 we N_2 bolan, iki tegegiň özara induktiwligi

$$L_{12} = L_{21} = \mu_0 \mu \frac{N_1 N_2}{\ell} S,$$

bu ýerde μ - ýürekçäniň (serdeçnigiň) magnit syzdyryjylygy; ℓ -ýürekçäniň uzynlygy, S - ýürekçäniň kese-kesiginiň meýdany.

Induktivligi L bolan tokly geçirijiniň magnit meýdanynyň energiýasy:

$$W = \frac{LI^2}{2}.$$

Uzyn solenoidiň birjynsly magnit meýdanynyň energiýasynyň göwrüm dykzlygy:

$$\varpi = \frac{B^2}{2\mu_0\mu} = \frac{\mu_0\mu H^2}{2} = \frac{BH}{2}.$$

Maddalaryň magnit häsiýetleri

Atomdaky elektronyň orbital magnit we orbital mehaniki momentleriniň baglanyşygy:

$$\vec{P}_m = -g\vec{L}_I = -\frac{e}{2m}\vec{L}_I,$$

bu ýerde $g = e/2m$ elektronyň orbital momentiniň giromagnit gatnaşygy, L_I - elektronyň orbital mehaniki momenti.

Magnitlilik

$$\vec{J} = \frac{\vec{P}_m}{V} = \frac{\sum_{i=1}^n \vec{p}_i}{V},$$

bu ýerde \vec{P}_m - magnetigiň magnit momenti; \vec{p}_i - maddadaky i -nji molekulanyň magnit momenti; V - magnetigiň göwrümi.

Magnitlilik bilen magnit meýdanynyň güýjenmesiniň baglanyşygy;

$$\vec{J} = \chi\vec{H},$$

bu ýerde χ - maddanyň magnit kabul edililigi.

\vec{B} , \vec{H} , \vec{J} wektorlaryň özara baglanyşygy:

$$\vec{B} = \mu_0 (\vec{H} + \vec{J}).$$

Magnit syzyjylyk bilen magnit kabuledijiligiň özara baglanyşygy:

$$\mu = 1 + \chi.$$

Magnit meýdanynyň güýjenme wektorlarynyň köwlenmesi ha-
kynda teorema.

$$\oint_L \vec{H} d\vec{e} = I,$$

bu ýerde I - L -konturyň çägendäki geçirijilik toklaryň algebraik jemi.

Elektromagnit meýdany üçin Makswelliň teoriýasy

Süýşme toguň dykzlygy:

$$\vec{j}^{\text{süýüş}} = \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} = \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} + \frac{\partial \vec{P}}{\partial t},$$

bu ýerde \vec{D} - elektrik meýdanynyň süýşme wektory, $\varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$ - wa-
kuumda süýşme toguň dykzlygy, $\frac{\partial \vec{P}}{\partial t}$ - polýarlanma toguň dykzlygy

Makswelliň deňlemeler ulgamynyň integral görnüşi:

$$\oint_L \vec{E} d\vec{e} = - \int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S}; \quad \oint_S \vec{D} d\vec{S} = \int_V \rho dV.$$

$$\oint_L \vec{H} d\vec{e} = \int_S \left(\vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) d\vec{S}; \quad \oint_S \vec{B} d\vec{S} = 0.$$

Differensial görnüşi:

$$\text{rot} \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}; \quad \text{div} \vec{D} = \rho,$$

$$\text{rot} \vec{H} = \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}; \quad \text{div} \vec{B} = 0;$$

$$\frac{d(\exp(x))}{dx} = \exp(x); \quad \vec{B} = \mu_0 \mu \vec{H}; \quad \vec{j} = \gamma \vec{E}.$$

Yrgyldylar we tolkunlar

Mehaniki we elektromagnit yrgyldylar

Garmoniki yrgyldylaryň deňlemesi:

$$S = A \cos(\omega_0 t + \varphi_0),$$

bu ýerde S - yrgyldaýan nokadyň deňagramlylyk ýagdaýdan gyşarmasy; A - yrgyldynyň amplitudasy; $\omega_0 = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$ aýlaw ýygylgy; ν - ýygylgy; T - periody; φ_0 - başlangyç fazasy

Garmoniki yrgyldaýan nokadyň tizligi we tizlenmesi:

$$v = \frac{dS}{dt} = -A\omega_0 \sin(\omega_0 t + \varphi_0);$$

$$a = \frac{d^2 S}{dt^2} = -A\omega_0^2 \cos(\omega_0 t + \varphi_0) = -\omega_0^2 S.$$

Garmoniki yrgyldaýan m - massaly nokadyň kinetik energiýasy:

$$T = \frac{mv^2}{2} = \frac{mA^2\omega_0^2}{2} \sin^2(\omega_0 t + \varphi_0).$$

Garmoniki yrgyldaýan m - massaly nokadyň potensial energiýasy:

$$\Pi = \frac{mA^2\omega_0^2}{2} \cos^2(\omega_0 t + \varphi_0).$$

Garmoniki yrgyldaýan m - massaly nokadyň doly energiýasy:

$$E = T + \Pi = m \frac{A^2\omega_0^2}{2}.$$

Süýşmeklige proporsional güýjüň täsirinde garmoniki yrgyldaýan m – massaly nokadyň hereketiniň differensial deňlemesi:

$$m\ddot{x} = -kx \quad \text{ýa-da} \quad \ddot{x} + \omega_0^2 x = 0,$$

bu ýerde k – maýyşgaklyk koeffisiýenti, $k = \omega_0^2 m$
Pružinli maýatnigiň yrgyldy peridy:

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

Fiziki maýatnigiň yrgyldy peridy:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mg\ell}} = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}},$$

bu ýerde I – asma nokadyna görä maýatnigiň inersiýa momenti; ℓ – maýatnigiň asma nokadyndan massa merkezine çenli aralyk; $L = I / m\ell$ – maýatnigiň getirilen uzynlygy.

Matematiki maýatnigiň peridy:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}},$$

bu ýerde ℓ – maýatnigiň uzynlygy.

Elektromagnit yrgyldylarynyň peridy üçin Tomsonyň aňlatmasy:

$$T = 2\pi \sqrt{LC},$$

bu ýerde L – yrgyldyly konturyň induktiwlige; C – elektrik sygymy.

Konturdaky zarýadlaryň erkin garmonik yrgyldysynyň differensial deňlemesi we onuň çözüwi:

$$\ddot{q} + \frac{1}{LC}q = 0; \quad q = q_m \cos(\omega_0 t + \varphi),$$

bu ýerde q_m – zarýadyň iň uly bahasy; $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ konturyň hususy yrgyldylarynyň aýlaw ýygylgy.

Sönýän yrgyldylaryň differensial deňlemesi we onuň çözülişi:

$$\ddot{S} + 2\delta \dot{S} + \omega_0^2 S = 0; \quad S = A_0 \exp(-\delta t) \cos(\omega t + \varphi),$$

bu ýerde δ - sönme koeffisiýenti; mehaniki yrgyldylar üçin $\delta = \frac{r}{2m}$; elektromagnit yrgyldylar üçin $\delta = \frac{R}{2L}$; $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}$ -

sönýän yrgyldynyň aýlaw ýygyllygy;

$A = A_0 \exp(-\delta t)$ - sönýän yrgyldynyň amplitudasy.

Sönme dekrementi:

$$\exp(-\delta T) = \frac{A(t)}{A(t+T)},$$

$A(t)$ we $A(t+T)$ bir-birinden bir period wagta tapawutlanan goňşy amplitudalar.

Sönme logarifmik dekrementi:

$$\theta = \ln \frac{A(t)}{A(t+T)} = \delta T = \frac{T}{\tau} = \frac{1}{N},$$

$\tau = \frac{1}{\delta}$ relaksasiýa wagty; N - amplitudalar e - esse kiçelýän

wagtdaky yrgyldylaryň sany (e - natural logarifmanyň esasy).

Yrgyldaýan ulgamyň hilliligini görkezýän ululyk.

$$Q = \frac{\pi}{\theta} = \frac{\omega_0}{2\delta}.$$

Mejbury yrgyldynyň differensial deňlemesi we onuň çözüwi:

$$\ddot{S} + 2\delta \dot{S} + \omega_0^2 S = x_0 \cos \omega t;$$

$$S = A \cos(\omega t + \varphi).$$

$x_0 = \frac{F_0}{m}$ mehaniki yrgyldylar üçin; $x_0 = \frac{U_m}{L}$ elektromagnit yrgyl-

dylar üçin;

Mejbury yrgyldynyň amplitudasy we başlangyç fazasy:

$$A = \frac{x_0}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\delta^2 \omega^2}}; \quad \varphi = \arctg \frac{2\delta \omega}{\omega_0^2 - \omega^2}.$$

Rezonans ýygylgy we rezonans amplitudasy:

$$\omega_{\text{рез}} = \sqrt{\omega_0^2 - 2\delta^2}; \quad A_{\text{рез}} = \frac{x_0}{2\delta\sqrt{\omega_0 - \delta^2}}.$$

Napryaženiýe bilen tok güýjiniň arasyndaky faza süýşmesi:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}$$

Maýyşgak sredadaky tolkunlar

Tolkun uzynlygynyň (λ), periodynyň (T) we ýygylgyň (ν) baglanyşygy:

$$\lambda = \nu T; \quad \nu = \lambda \nu$$

bu ýerde ν - yrgyldynyň gurşawda ýaýrama tizligi (faza tizligi).

x – okunyň položitel ugry boýunça ýaýraýan tekiz tolkunynyň deňlemesi:

$$\eta(x, t) = A \cos(\omega t - kx + \varphi_0).$$

bu ýerde $\eta(x, t)$ – gurşawyň nokatlarynyň süýşmesi; A – tolkunynyň amplitudasy; ω – aýlaw ýygylgy; $k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\omega}{\nu}$ – tolkun sany; ν

- faza tizligi; φ_0 – başlangyç fazasy.

Iki sany tolkun goşulanda fazalar tapawudy bilen geçen ýollaryň tapawudynyň baglanyşygy:

$$\delta\varphi = 2\pi \frac{\Delta}{\lambda},$$

bu ýerde $\delta\varphi$ – fazalar tapawudy, Δ – geçen ýollarynyň tapawudy.

Interferensiýa hadysasynda tolkunlaryň ýollarynyň tapawudyna baglylykda netijeleýji tolkunynyň amplitudasynyň iň uly güýçlenme we iň uly gowşama şertleri:

$$\Delta_{\text{iň uly}} = \pm 2m \frac{\lambda}{2}; \quad \Delta_{\text{iň kiçi}} = \pm (2m + 1) \frac{\lambda}{2};$$

$$m = 0, 1, 2, \dots$$

Tolkunlaryň faza we topar tizligi hem-de olaryň özara baglanyşygy:

$$v = \frac{\omega}{k}; \quad U = \frac{d\omega}{dk}; \quad U = v - \lambda \frac{dv}{d\lambda}.$$

Duruýjy tolkununyň deňlemesi:

$$\eta(x, t) = 2A \cos \frac{2\pi}{\lambda} x \cos \omega t = 2A \cos kx \cos \omega t.$$

Duruýjy tolkununyň düwünleriniň we desseleriniň koordinatalary:

$$x_d = \pm(m + \frac{1}{2}) \frac{\lambda}{2}; \quad x_{des} = \pm m \frac{\lambda}{2}; \quad m = 0, 1, 2, \dots$$

Akustikada Dopleriň hadysasy:

$$v = \frac{(v \pm v_{ke})}{v \pm v_{ge}} v_0,$$

bu ýerde v – hereketlenýän kabul edijä gelýän sesiň ýygylgy; v_0 – çeşmäniň goýberýän sesiniň ýygylgy; v – sesiň gurşawda ýaýrama tizligi; v_{ke} – kabul edijiniň gurşawa görä tizligi; v_{ge} – çeşmäniň gurşawa görä tizligi.

Elektromagnit tolkunlary

Elektromagnit tolkunlaryň gurşawda ýaýramasynyň faza tizligi:

$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} \frac{1}{\sqrt{\epsilon \mu}} = \frac{c}{\sqrt{\epsilon \mu}}.$$

$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$ - ýagtylygyň wakuumdaky ýaýrama tizligi; ϵ_0 we

μ_0 elektrik we magnit hemişelikleri; ϵ we μ gurşawyň elektrik we magnit syzyjylygy.

Elektromagnit tolkunlarynyň elektrik meýdanynyň güýjenmesiniň berlen wagt pursatyndaky bahasy bilen magnit meýdanynyň güýjenmesiniň berlen wagt pursatyndaky bahasynyň özara baglanyşygy:

$$\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} \vec{E} = \sqrt{\mu_0 \mu} \vec{H}.$$

Tekiz elektromagnit tolkunynyň deňlemesi:

$$\vec{E} = \vec{E}_0 \cos(\omega t - kx + \varphi); \quad \vec{H} = \vec{H}_0 \cos(\omega t - kx + \varphi),$$

bu ýerde \vec{E}_0 we \vec{H}_0 deňşililikde elektromagnit tolkunynyň elektrik we magnit meýdanlarynyň güýjenmesiniň amplituda bahasy.

Elektromagnit meýdanynyň energiýasynyň göwrüm dykzlygy:

$$\omega = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon E^2}{2} + \frac{\mu \mu_0 H^2}{2}.$$

Elektromagnit energiýasynyň akymynyň dykzlygy-Umowyň-Poyntingiň wektory:

$$\vec{S} = [\vec{E} \vec{H}].$$

Optika

Geometrik optikanyň kanunlary

Ýagtylygyň serpikme we döwülme kanuny:

$$i = i'; \quad \frac{\sin i}{\sin r} = n_{21},$$

bu ýerde i -ýagtylygyň düşme burçy; i' - ýagtylygyň serpikme burçy; r -ýagtylygyň döwülme burçy; $n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$ ikinji gurşawyň birinji

gurşawa görä göräli döwülme görkezijileri.

Ýagtylygyň optiki has dykz gurşawdan optiki gowşak dykzlykly gurşawa döwülüp geçip ýaýramagynda doly içki serpikmäniň çäk burçy:

$$\sin i_{\text{çäk}} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}.$$

Sferik aýnanyň formulasy:

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

bu ýerde a we b aýnanyň baş optiki okunuň geçýän nokadyndan (aýnanyň polýusyndan) predmete we şekile çenli aralyk; f - aýnanyň fokus aralygy; R -aýnanyň egrilik radiusy.

Ýuka linzanyň optiki güýji:

$$D = \frac{1}{f} = (N-1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = \frac{1}{a} + \frac{1}{b},$$

bu ýerde f -linzanyň fokus aralygy; $N = \frac{n}{n_1}$ - linzanyň madda-

synyň göräli döwme görkezijisi; R_1 we R_2 linzanyň üstleriniň egrilik radiuslary, dargadyjy linza üçin f we b otrisatel hasap edilýär. (güberçek üst üçin $R>0$, oýuk üst üçin $R<0$)

Şöhlelenmäniň ýagtylyk güýji:

$$I_e = \frac{\Phi_e}{\omega},$$

bu ýerde Φ_e - çeşmäniň şöhlelendirýän ýagtylyk akymy; ω - jisim burçy.

Nokatlanç izotrop çeşmäniň goýberýän doly ýagtylyk akymy:

$$\Phi_0 = 4\pi I,$$

bu ýerde I - çeşmäniň ýagtylyk güýji.

Üstüň ýagtylanyjylygy:

$$R = \frac{\Phi}{S},$$

bu ýerde Φ - üstüň goýberýän ýagtylyk akymy; S – üstüň meýdany.

Käbir ugur boýunça ýagtylanýan üstüň ýagtylanma ýitiligi (ýarkost), röwşenligi:

$$B_{\varphi} = \frac{I}{S \cos \varphi},$$

bu ýerde φ -gözegçilik edilýän ugur bilen üste geçirilen normalyň arasyndaky burç.

Üstün ýagtylandyrylyşy:

$$E = \frac{\Phi}{S},$$

bu ýerde Φ - üste düşän ýagtylyk akymy, S – üstün meýdany.

Üstün ýagtylanyjylygy bilen ýagtylanma ýitilginiň özara baglanyşygy:

$$R = \pi B.$$

Ýagtylygyň interferensiýasy

Ýagtylygyň gurşawda ýaýrama tizligi:

$$v = \frac{c}{n},$$

bu ýerde c – ýagtylygyň wakuumda ýaýrama tizligi; n – gurşawyň absolýut döwme görkezijisi.

Iki sany kogerent tolkunynyň fazalarynyň tapawudy:

$$\delta = \frac{2\pi}{\lambda_0} (L_2 - L_1) = \frac{2\pi}{\lambda_0} \Delta,$$

bu ýerde $L = S \cdot n$ optiki ýoluň uzynlygy; S - gurşawda ýagtylyk tolkunynyň geçen geometrik ýoly; n – gurşawyň absolýut döwme görkezijisi; $\Delta = L_2 - L_1$ - ýagtylyk tolkunlarynyň gurşawda geçen optiki ýollarynyň tapawudy; λ_0 – ýagtylygyň wakuumdaky tolkun uzynlygy.

Interferensiýada ýagtylygyň depgininiň iň uly güýçlenme şerti:

$$\Delta = \pm m \lambda_0, \quad (m = 0, 1, 2, \dots).$$

Interferensiýada ýagtylygyň depgininiň iň uly gowşama şerti:

$$\Delta = \pm (2m + 1) \frac{\lambda_0}{2}, \quad (m = 0, 1, 2, \dots).$$

Interferensiýa zolagyň giňligi:

$$\Delta x = \frac{\ell}{d} \lambda_0,$$

bu ýerde d – ekrandan ℓ aralykda ýerleşen iki sany kogerent çeşmeleriň aradaşlygy ($\ell \gg d$).

Howada ýerleşen ýuka tekiz-parallel ýorkanyň ýokarky we aşaky üstlerinden serpigen ýagtylygyň interferensiýa sebäpli depgininiň iň uly güýçlenme we iň uly gowşama şertleri:

$$2d \cdot n \cos r \pm \frac{\lambda_0}{2} = 2d \sqrt{n^2 - \sin^2 i} \pm \frac{\lambda_0}{2} = m \lambda_0;$$

$$2d \cdot n \cos r \pm \frac{\lambda_0}{2} = 2d \sqrt{n^2 - \sin^2 i} \pm \frac{\lambda_0}{2} = (2m+1) \frac{\lambda_0}{2};$$

$$(m = 0, 1, 2, \dots),$$

bu ýerde d – ýorkanyň galyňlygy; n – döwürleme görkezijisi; i – ýagtylygyň düşme burçy; r – ýagtylygyň döwürleme burçy; $\pm \frac{\lambda_0}{2}$ iki gurşawyň tekiz araçäginde ($n > n_0$ şertde) serpigen ýagtylyk tolkun uzynlygynyň ýarysyna deň bolan ýoly ýitirýändigini hasaba alýar.

Serpigen ýagtylykda Nýutonyň ýagty halkalarynyň (ýa-da geçýän ýagtylykda garaňky halkalarynyň) radiusy:

$$r_m = \sqrt{(m - \frac{1}{2}) \lambda_0 R}, \quad (m = 1, 2, \dots),$$

bu ýerde m – halkanyň tertip belgisi; R – linzanyň egrilik radiusy.

Serpigen ýagtylykda Nýutonyň garaňky halkalarynyň (ýa-da geçýän ýagtylykda ýagty halkalarynyň) radiusy:

$$r_m = \sqrt{m \lambda_0 R}, \quad (m = 1, 2, \dots).$$

Ýagtylygyň difraksiýasy

Sferik tolkun üçin Freneliň m – nji zolagynyň radiusy:

$$r_m = \sqrt{\frac{ab}{a+b}} m \lambda,$$

bu ýerde m – Freneliň zolagynyň tertip belgisi; λ – ýagtylygyň tolkun uzynlygy; a we b degişlilikde ortasy tegelek deşikli diafragmanyň çeşmeden we difraksiýa alynýan ekrandan aradaşlygy.

Bir yşa ýagtylyk normal düşende alynýan difraksiýada ýagtylygyň depgininiň iň uly güýçlenme we iň uly gowşama şerti:

$$a \sin \varphi = (2m+1) \frac{\lambda}{2}; \quad a \sin \varphi = \pm m\lambda, \quad (m = 0, 1, 2, \dots),$$

bu ýerde; a - yşyň giňligi, φ – difraksiýa burçy; m – spektriň tertibi; λ – ýagtylygyň tolkun uzynlygy.

Difraksiýa gözenegine ýagtylyk normal düşende, difraksiýa sebäpli ýüze çykýan ýagtylygyň depgininiň baş iň uly güýçlenmeleriniň we goşmaça iň uly gowşamalarynyň şertleri:

$$d \sin \varphi = \pm m\lambda; \quad (m = 0, 1, 2, \dots)$$

$$d \sin \varphi = \pm m' \frac{\lambda}{N}; \quad (m' = 1, 2, \dots, N, 2N),$$

bu ýerde d – difraksiýa gözeneginiň periody; N – gözenegiň ýşlarynyň sany.

Difraksiýa gözeneginiň periody:

$$d = \frac{1}{N_0},$$

bu ýerde N_0 – gözenegiň uzynlyk birligindäki ýşlaryň sany.

Giňişlik difraksiýa gözeneginde ýüze çykýan, elektromagnit tolkunlarynyň depgininiň iň uly güýçlenme şerti (Wulf-Breggiň aňlatmasy):

$$2d \sin \theta = m\lambda; \quad (m = 0, 1, 2, \dots),$$

bu ýerde d – giňişlik difraksiýa gözenegini emele getirýän kristalyň atomlarynyň ýerleşen tekizlikleriniň aralygy; θ – typma burçy.

Difraksiýa gözeneginiň burç dispersiýasy:

$$D_{\varphi} = \frac{\delta \varphi}{\delta \lambda} = \frac{m}{d \cos \varphi}.$$

Difraksiýa gözeneginiň saýgaryjylyk ukyby:

$$R = \frac{\lambda}{\delta\lambda} = mN,$$

bu ýerde λ we $(\lambda + \delta\lambda)$ gözenegiň saýgaryp bilýän iki goňşy spektral çyzygynyň tolkun uzynlyklary; m – spektriň tertibi; N – gözenegiň ýşlarynyň umumy sany.

Ýagtylygyň madda bilen özara täsiri

Döwme burçy A bolan prizmadan geçen şöhläniň gyşarma burçy:

$$\varphi = A(n - 1),$$

bu ýerde n – prizmanyň döwme görkezijisi.

Maddanyň döwme görkezijisi bilen dielektrik syzyjylygynyň özara baglanyşygy:

$$n = \sqrt{\varepsilon}.$$

Maddadan geçen ýagtylygyň depgininiň gowşama kanuny (**Bu-geriň kanuny**):

$$I = I_0 \exp(-\alpha x)$$

I_0 we I degişlilikde madda düşen we onuň içinden geçen ýagtylygyň depgini (intensiwligi); x – ýagtylygy siňdirýän maddanyň galyňlygy; α – siňdirme koeffisiýenti.

Wakuumda ýaýraýan elektromagnit tolkunlary üçin Dopleriň hadysasy:

$$\nu = \nu_0 \frac{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{1 + \frac{v}{c} \cos \theta},$$

bu ýerde ν_0 we ν – degişlilikde çeşmäniň goýberýän we kabul-edijä gelýän elektromagnit şöhlelenmäniň ýygtylygy; v – çeşmäniň kabuledijä göräli tizligi; c – ýagtylygyň wakuumda ýaýrama tizligi; θ – \vec{v} tizlik wektory bilen gözegçiniň hereket ugrunyň arasyndaky burç.

Wawilowyň-Çerenkowyň hadysasy:

$$\cos \theta = \frac{c}{nv},$$

bu ýerde θ – şöhlelenmäniň ýaýraýan ugry bilen bölejigiň tizlik wektorynyň arasyndaky burçy; n – maddanyň döwme görkezijisi.

Ýagtylygyň polýarizasiýasy

Ýagtylygyň polýarizasiýa derejesi:

$$P = \frac{I_{\text{in uly}} - I_{\text{in kiçi}}}{I_{\text{in kiçi}} + I_{\text{in uly}}}, \quad I - \text{intensiwligi}$$

bu ýerde $I_{\text{in uly}}$ we $I_{\text{in kiçi}}$ degişlilikde seljerijiniň geçirýän bölek-
leýin polýarlanan ýagtylygynyň intensiwliginiň in uly we in kiçi ba-
halary.

Malýusyň kanuny:

$$I = I_0 \cos^2 \alpha,$$

bu ýerde I_0 we I – degişlilikde seljerijä düşýän we ondan geçen
tekiz polýarlanan ýagtylygyň intensiwligi; α – polýarlaýjynyň we
seljerijiniň tekizlikleriniň arasyndaky burç.

Brýusteriň kanuny:

$$\tan i_B = n_{21}$$

bu ýerde i_B – dielektrikden serpigen şöhläniň tekiz polýarlanan
bolmagy üçin zerur bolan düşme burçy; n_{21} – göräli döwürleme gör-
keziji.

Polýarizasiýa tekizliginiň öwrülme burçy (optiki aktiw kristallar
we arassa suwuklyklar üçin):

$$\varphi = \alpha d.$$

Optiki aktiw garyndylar üçin:

$$\varphi = [\alpha]Cd,$$

bu ýerde α – optiki aktiw maddanyň galyňlygy; $[\alpha]$ - udel öwrülme burçy; C - optiki aktiw garyndyda maddanyň massa konsentrasiýasy.

Şöhlemenmäniň kwant tebigaty

Stefanyň-Bolsmanyň kanuny:

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

bu ýerde E_e - gara jisimiň energetik şöhlemenmesi; σ - Stefanyň-Bolsmanyň hemişeligi, T - termodinamiki temperatura.

Gara jisimiň energetik şöhlemenmesi bilen spektr boýunça şöhlemenmäniň dykzlygynyň baglanyşygy:

$$E_e = \int_0^{\infty} r_{\nu, T} d\nu = \int_0^{\infty} r_{\lambda, T} d\lambda.$$

Çal jisimiň energetik şöhlemenmesi:

$$E_T = A_T \sigma T^4,$$

bu ýerde A_T - çal jisimiň şöhle siňdirme ukyby.

Winiň süýşme kanuny:

$$\lambda_{in\ uly} = \frac{b}{T}$$

bu ýerde $\lambda_{in\ uly}$ - gara jisimiň energetik şöhlemenmesiniň spektr boýunça dykzlygynyň in uly bahasyna degişli tolkun uzynlyk; b – Winiň hemişeligi.

Gara jisimiň spektr boýunça in uly şöhlemenme energiýasynyň dykzlygynyň temperatura baglylygy:

$$(r_{\lambda, T})_{in\ uly} = C T^5, C = 1,3 \cdot 10^{-5} \frac{Bm}{m^3 K^5}, \text{ hemişelik ululyk.}$$

Gara jisimiň spektr boýunça şöhlemenme energiýasynyň dykzlygy üçin Releyiň-Jinsiň kanuny:

$$r_{\lambda,T} = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} kT, \quad k = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{J}{K} = \text{Bolsmanyň hemişeligi.}$$

Ýagtylyk kwantynyň (fotonynyň) energiýasy üçin Plankyň formulasy.

$$\varepsilon = h\nu; h = 6,625 \cdot 10^{-34} J \cdot - \text{Plankyň hemişeligi.}$$

Gara jisimiň spektr boýunça şöhlelenme energiýasynyň dykzlygy üçin Plankyň formulasy:

$$r_{\nu,T} = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} \frac{h\nu}{\exp(\frac{h\nu}{kT}) - 1};$$

$$r_{\lambda,T} = \frac{2\pi c^2 h}{\lambda^5} \frac{1}{\exp(\frac{hc}{kT\lambda}) - 1}.$$

Daşky fotoeffekt üçin Eýnşteýniň deňlemesi:

$$\varepsilon = h\nu = A + T_{iň uly}$$

bu ýerde A – elektronyň metaldan çykyş işi; $T_{iň uly}$ - fotoelektronlaryň iň uly kinetik energiýasy.

Berlen madda üçin fotoeffektiň gyzyly araçäginiň ýygylgy:

$$\nu_0 = \frac{A}{h}; \quad \lambda_0 = \frac{hc}{A},$$

Madda düşýän ýagtylygyň ýygylgy $\nu > \nu_0$ uly bolanda ν_0 (fotoeffekt ýüze çykýar)

Fotonyň massasy we impulsy:

$$m_\gamma = \frac{\varepsilon}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2}; \quad P_\gamma = \frac{h\nu}{c}.$$

Üste normal düşýän ýagtylygyň basyşy:

$$P = \frac{E_\epsilon}{c} (1 + \rho) = W (1 + \rho).$$

$E_e = N h \nu$ – üst birligine wagt birliginde düşýän ähli fotonlaryň energiýasy. ρ – üstüň serpikdirme koeffisiýenti; W - şöhlenme energiýasynyň göwrüm dykzlygy.

Rentgen şöhleleriniň elektronda θ burça pytramasy netijesinde tolkun uzynlygynyň üýtgemesi:

$$\Delta \lambda = \lambda' - \lambda = \frac{h(1 - \cos \theta)}{m_0 c} = \frac{2h}{m_0 c} \sin^2 \frac{\theta}{2},$$

bu ýerde λ we λ' deňşililikde rentgen şöhlesiniň pytramadan öňki we pytramadan soňky tolkun uzynlygy; m_0 - elektronyň dynçlyk massasy; θ - pytrama burçy.

Elektronyň Kompton tolkun uzynlygy:

$$\lambda_k = \frac{h}{m_0 c}.$$

Wodorod atomy üçin boruň elementar teoriýasy

Wodorodyň spektriniň seriýalary üçin Balmeriň umumylaşdyrylan aňlatmasy:

$$\nu = R \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right),$$

bu ýerde ν - wodorod atomynyň spektr çyzyklarynyň ýygylgy; R - Ridbergiň hemişeligi $m=1, 2, 3, \dots$ - seriýany kesgitleýän san; n seriýa deňişli aýry-aýry çyzyklary kesgitleýän san ($n=m+1, m+2, \dots$); $m=1$ (Laýmanyň seriýasy); $m=2$ (Balmeriň seriýasy); $m=3$ (Paşeniň seriýasy); $m=4$ (Breketiň seriýasy); $m=5$ (Pfundyň seriýasy); $m=6$ (Hemfriniň seriýasy).

Boruň birinji postulaty (durnukly hallar hakyndaky postulat):

$$m_e \psi r_n = n \hbar; \quad (n=1, 2, 3, \dots),$$

bu ýerde m_e - elektronyň massasy; ψ - elektronyň r_n radiusly n -nji orbitadaky tizligi.

Boruň ikinji postulaty (ýygýlyklar düzgüni):

$$\hbar\nu = E_n - E_m,$$

bu ýerde E_n we E_m deňişlilikde atomyň şöhlelenmezden (şöhle siňdirmezden) öňki we soňky durnukly hallarynyň energiýasy.

n – n -ji durnukly orbitadaky elektronyň energiýasy:

$$E = -\frac{1}{n^2} \frac{z^2 m_e e^4}{3\hbar^2 \varepsilon_0^2}; \quad (n = 1, 2, 3, \dots),$$

bu ýerde z - elementiň Mendeleyewiň periodiki ulgamyndaky tertip belgisi; ε_0 - elektrik hemişelik.

Kwant mehanikasynyň elementleri

Bölejigiň de Broýl tolkun uzynlygy bilen impulsynyň baglanyşygy:

$$\lambda = \frac{h}{P} = \frac{h}{m\nu},$$

bu ýerde ν - tizlik bilen hereket edýän m -massaly bölejigiň faza tizligi

$$\nu_{\text{faza}} = \frac{\omega}{k} = \frac{E}{P} = \frac{c^2}{\nu}$$

$E = \hbar\omega$ bölejigiň energiýasy (ω - aýlaw ýygýlygy); $P = \hbar k$ - bölejigiň

impulsy ($k = 2\pi / \lambda$ - tolkun sany).

Erkin hereket edýän bölejikleriň topar tizligi:

$$U = \frac{d\omega}{dk} = \frac{dE}{dp}.$$

Kesgitsizlikler gatnaşygy; bölejigiň koordinaty we impulsy üçin:

$$\Delta x \Delta P_x \geq \hbar, \quad \Delta y \Delta P_y \geq \hbar, \quad \Delta z \Delta P_z \geq \hbar,$$

bu ýerde $\Delta x, \Delta y, \Delta z$ - koordinatalaryň kesgitsizligi; $\Delta P_x, \Delta P_y, \Delta P_z$ - impulsyň deňişli koordinata oklara proyeksiýalarynyň kesgitsizligi.

Energiýa we wagt üçin:

$$\Delta E \Delta t \geq \hbar,$$

ΔE - berlen kwant halyň energiýasynyň kesgitsizligi; Δt - ulgamyň berlen kwant halda bolýan wagtyň kesgitsizligi.

Şrýodingeriň birölçegli giňişlik üçin wagta bagly deňlemesi:

$$i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2},$$

$i = \sqrt{-1}$ - hyýaly birlik; m - bölejigiň massasy; $\psi(x, t)$ - bölejigiň ýagdaýyny aňladýan tolkun funksiýasy.

Erkin bölejigiň hereketini aňladýan birölçegli we wagta bagly tolkun funksiýasy:

$$\psi(x, t) = A \exp \frac{i}{\hbar} (px - Et),$$

bu ýerde A - de Broýl tolkunynyň amplitudasy; p - bölejigiň impulsy; E - bölejigiň doly energiýasy.

Durnukly hal üçin Şrýodingeriň birölçegli deňlemesi

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{2m}{\hbar^2} (E - U) \psi = 0,$$

bu ýerde E - bölejigiň doly energiýasy; $U(x)$ - bölejigiň potensial energiýasy; $\psi(x)$ - tolkun funksiýasynyň koordinata bagly bölegi.

Durnukly hal üçin Şrýodingeriň üç ölçegli deňlemesi:

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} + \frac{2m}{\hbar^2} (E - U) \psi = 0.$$

Şrýodingeriň üç ölçegli deňlemesiniň operatoryň kömegi bilen aňladylyşy:

$$\Delta \psi + \frac{2m}{\hbar^2} (E - U) \psi = 0.$$

$$\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} - \text{Laplasyň operatory.}$$

Bölejigiň x we $x+dx$ çäkke (interwalda) bolmaklygynyň ähtimallygy:

$$dW = |\psi(x)|^2 dx,$$

bu ýerde $|\psi(x)|^2$ - ähtimallygyň dykzlygy.

Bölejigiň x_1 -den x_2 -ä çenli çäkke (interwalda) bolmaklygynyň ähtimallygy integrirlemek bilen kesgitlenilýär:

$$W = \int_{x_1}^{x_2} |\psi(x)|^2 dx.$$

Bölejigiň dV göwrümde bolmaklygynyň ähtimallygy:

$$dW = \psi\psi^* dV = |\psi|^2 dV,$$

$\psi = \psi(x, y, z)$ - bölejigiň halyny aňladýan tolkun funksiýasy;
 $\psi^* - \psi$ - funksiýa bilen kompleks çatrymly (sopryäžen) funksiýa,
 $|\psi|^2 = \psi\psi^*$ - tolkun funksiýanyň modulynyň kwadraty.

Durnukly ýagdaý üçin:

$$dW = \psi\psi^* dV = |\psi|^2 dV,$$

$\psi = \psi(x, y, z)$ - tolkun funksiýasynyň koordinata bagly bölegi.

Ähtimallyklaryň normirlenme şerti:

$$\int_V |\psi|^2 dV = \int_{-\infty}^{\infty} |\psi|^2 dx dy dz = 1.$$

Tükeniksiz çukur birölçegli gönüburçly potensial päsgelçilikde n -nji energetik derejedäki bölejigiň energiýasynyň hususy bahasy:

$$E_n = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2m\ell^2} n^2; \quad (n = 1, 2, 3 \dots),$$

bu ýerde ℓ - potensial päsgelçiligiň ini.

Bölejigiň energiýasynyň hususy bahasyna degişli bolan tolkun funksiýasy:

$$\psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{\ell}} \sin \frac{\pi n}{\ell} x.$$

ℓ - gutarnykly giňlige eýe bolan gönüburçly potensial päsgelçiligiň durulyk koeffisiýenti:

$$D = D_0 \exp \left[-\frac{2}{\hbar} \sqrt{2m(U-E)} \ell \right],$$

bu ýerde D_0 - birlige deňlemek mümkin bolan köpeldiji; U – potensial päsgelçiligiň beýikligi; E – bölejigiň energiýasy.

Atom we molekulýar fizikasynyň elementleri

Wodoroda menzeş atamlarda elektron bilen ýadronyň özara täsir potensial energiýasy:

$$U(r) = -\frac{ze^2}{4\pi\epsilon_0 r},$$

bu ýerde r - elektron bilen ýadronyň aradaşlygy; z - elementiň tertip belgisi; ϵ_0 - elektrik hemişeligi.

Wodoroda menzeş atamlarda elektronyň energiýasynyň erkin ululygy:

$$E_n = -\frac{1}{n^2} \frac{z^2 m e^4}{8 h^2 \epsilon_0^2}; \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

Wodorod atomynyň ionlaşma energiýasy:

$$E_i = -E_1 = \frac{m e^4}{8 h^2 \epsilon_0^2}.$$

Elektronyň impulsynyň momenti (mekanik orbital moment):

$$L = \hbar \sqrt{l(l+1)},$$

bu ýerde l - orbital kwant san $l = 0, 1, \dots, n-1$.

Impulsyň momentiniň daşky magnit meýdanynyň ugruna proyeksiýasy:

$$L_z = \hbar m_l,$$

bu ýerde m_l - magnit kwant sany $m_l = 0, \pm 1, \dots, \pm l$.

Orbital we magnit kwant sanlary üçin saýlaýjylyk düzgüni:

$$\Delta l = \pm 1 \text{ we } \Delta m_l = 0, \pm 1.$$

Wodorod atomyndaky elektronyň 1s halyna degişli normirlenen tolkun funksiýasy:

$$\psi_{100}(r) = \frac{1}{\sqrt{\pi a^3}} \exp\left(-\frac{r}{a}\right),$$

$$a = 4\pi\epsilon_0 \frac{\hbar^2}{me^2} \text{ Boruň birinji orbitasynyň radiusyna gabat gel-}$$

ýän ululyk.

Wodorod atomyndaky elektronyň 1s halda r we $r+dr$ çäkde (interwalda) tapylmagynyň ähtimallygy:

$$dw = |\psi_{100}|^2 dV = |\psi_{100}|^2 4\pi r^2 dr.$$

Elektronyň spini (hususy magnit momentiniň impulsy):

$$L_s = \hbar \sqrt{S(S+1)},$$

bu ýerde S - spin kwant sany ($S = \frac{1}{2}$).

Spiniň daşky magnit meýdanynyň ugruna proyeksiýasy:

$$L_{zs} = \hbar m_s,$$

bu ýerde m_s - magnit spin kwant sany $\left(m_s = \pm \frac{1}{2}\right)$.

Pauliniň düzgüni (prinsipi)

$$Z(n, l, m_l, m_s) = 0 \text{ ýa-da } 1.$$

Berlen baş kwant san bilen kesgitlenýän haldaky bolup biljek elektronlaryň aňrybaş sany:

$$Z(n) = \sum_{l=0}^{n-1} 2(2l+1) = 2n^2.$$

Tutuş spektrli rentgen şöhlelenmesiniň gysga tolkunlarynyň çägi

$$\lambda_{in \text{ uly}} = \frac{ch}{(eU)},$$

bu ýerde e - elektronyň zarýady; U - rentgen turbajygyna goýlan potentsiallaryň tapawudy.

Häsiýetlendiriji rentgen şöhlenenmesiniň spektral çyzyklarynyň ýygylgy üçin **Mozliniň kanuny**:

$$\nu = R(z - \sigma)^2 \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right),$$

R - Ridbergiň hemişeligi; z - elementiň periodiki ulgamyndaky tertip belgisi; σ - ýapyjy hemişelik; m - rentgen seriýalaryny kesgitleýän san ($m=1, 2, \dots$); n - seriýa degişli aýry-aýry çyzyklary kesgitleýän san.

Atom ýadrosynyň gurluşy. Radioaktiwlik

Ýadronyň belgilenişi:

$A_ZX,$

bu ýerde X - himiki elementiň belgisi (simwoly); z – Mendeleýewiň periodik ulgamynda atomyň tertip belgisi (ýadroday protonlaryň sany); A - massalar sany (ýadroday nuklonlaryň sany); $N = (A - z)$ ýadroday neýtronlaryň sany.

Radioaktiw dargamanyň esasy kanuny:

$$N = N_0 \exp(-\lambda t),$$

bu ýerde $N-t$ wagt pursatynda dargamadyk ýadrolaryň sany; $N_0 - t_0$ ($t_0 = 0$) wagt pursatyndaky dargamadyk ýadrolaryň sany; λ - radioaktiw dargama hemişeligi.

Ýarym dargama periody:

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda}.$$

Radioaktiw ýadronyň ýaşayşynyň orta wagty:

$$\tau = \frac{1}{\lambda}$$

Radioaktiw izotopday atomlaryň sany:

$$N = \frac{m}{\mu} N_A,$$

bu ýerde m - izotopyň massasy; μ - izotopyň molýar massasy;
 N_A - Awogadronyň sany.

Radioaktiw çişmedäki nuklidiň işjeňligi (aktiwligi):

$$A = A_0 \exp(-\lambda t),$$

$A_0 = \lambda N_0$ - başlangyç wagt pursatyndaky işjeňlik (aktiwlik).

Atom ýadrosynyň massa defekti we baglanyşyk energiýasy

Massa defekti (ýetmezçiligi):

$$\Delta m = (m_1 + m_2 + \dots + m_n) - m,$$

bu ýerde m - özara baglanyşykly bölejikleriň durnukly ulgamy-nyň dynçlyk massasy (ýadronyň massasy); $m_1 + m_2 + \dots + m_n$ - durnukly özara baglanyşykly ulgamy emele getirip bilýän bölejikleriň erkin ýagdaýdaky dynçlyk massalary (erkin nuklonlaryň ýa-da erkin ýadrolaryň dynçlyk massalary).

Ýadronyň baglanyşyk energiýasy:

$$E_{bag} = c^2 \Delta m,$$

c^2 - proporsionallyk koeffisiýenti; $c^2 = 8,987 \cdot 10^{16} \frac{J}{kg}$ ýa-da
 $c^2 = 931,4 \frac{MeV}{m.a.b.}$;

$m.a.b$ - massanyň atom birligi; $1 m.a.b = 1,66 \cdot 10^{-27} kg$.

Atom ýadrosynyň massa (ýetmezçiligi) defekti:

$$\Delta m = (zm_p + Nm_n) - m_{ya},$$

bu ýerde z - ýadronyň zaryýad sany; m_p we m_n degişlilikde protonyň we neýtronyň massalary; m_{ya} - ýadronyň massasy ýa-da:

$$\Delta m = zm_{1H} + (A - z)m_n - m_a,$$

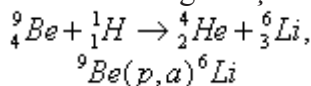
bu ýerde m_{1H} - wodorod atomynyň massasy; m_a - atomyň massasy.

Ýadronyň udel baglanyşyk energiýasy (her nuklona düşýän energiýa):

$$E_{u.b} = \frac{E_{bag}}{A}.$$

Ýadro öwrülmeleri

Ýadro öwrülmeleriniň aňlatma görnüşinde ýazylyşy:



bu ýerde p - proton; α - alfa bölejik.

Ýadro öwrülmeleriniň saklanma kanunlary:

Nuklonlaryň sanynyň saklanmasy:

$$A_1 + A_2 = A_3 + A_4;$$

Zarýadlaryň sanynyň saklanmasy:

$$z_1 + z_2 = z_3 + z_4;$$

Relýatiwistik doly energiýanyň saklanmasy:

$$E_1 + E_2 = E_3 + E_4;$$

Impulsyň saklanmasy:

$$\vec{P}_1 + \vec{P}_2 = \vec{P}_3 + \vec{P}_4.$$

Käbir matematiki maglumatlar

Algebranyň we trigonometriýanyň käbir aňlatmalary

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$z = a + ib$$

$$x_{1,2} = -\frac{P}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{P}{2}\right)^2 - q}$$

$$z^* = a - ib$$

$$z = \rho (\cos \varphi + i \sin \varphi)$$

$$z^* = \rho (\cos \varphi - i \sin \varphi)$$

$$z = \rho \exp(i\varphi)$$

$$z^* = \rho \exp(-i\varphi)$$

$$|z| = \rho = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$zz^* = |z|^2$$

$$\sin(x+y) = \sin x \cos y + \sin y \cos x$$

$$\cos(x+y) = \cos x \cos y - \sin x \sin y$$

$$\sin(x-y) = \sin x \cos y - \sin y \cos x$$

$$\cos(x-y) = \cos x \cos y + \sin x \sin y$$

$$\sin 2x = 2 \sin x \cos x$$

$$\cos 2x = \cos^2 x - \sin^2 x$$

$$\sin^2 x = \frac{1}{2}(1 - \cos 2x)$$

$$\cos^2 x = \frac{1}{2}(1 + \cos 2x)$$

$$\sin ax \sin bx = \frac{1}{2} \cos(a-b)x - \frac{1}{2} \cos(a+b)x$$

$$\sin ax \cos bx = \frac{1}{2} \sin(a+b)x + \frac{1}{2} \sin(a-b)x$$

Differensial we integral hasaplama formulary

$$\frac{d(UV)}{dx} = U \frac{dV}{dx} + V \frac{dU}{dx}$$

$$\frac{d\left(\frac{U}{V}\right)}{dx} = \frac{U \frac{dV}{dx} - V \frac{dU}{dx}}{V^2}$$

$$\frac{d(x^m)}{dx} = mx^{m-1}$$

$$\frac{d(\exp(x))}{dx} = \exp(x)$$

$$\frac{d(\ln x)}{dx} = \frac{1}{x}$$

$$\frac{d(a^x)}{dx} = a^x \ln a$$

$$\frac{d(\cos x)}{dx} = -\sin x$$

$$\frac{d(\sin x)}{dx} = \cos x$$

$$\frac{d(\operatorname{ctgx})}{dx} = -\frac{1}{\sin^2 x}$$

$$\frac{d(\operatorname{tgx})}{dx} = \frac{1}{\cos^2 x}$$

$$\int x^m dx = \frac{1}{m+1} x^{m+1} + c \quad (m \neq -1)$$

Takmynan hasaplamak üçin formulalar

Eger $a \ll 1$ onda hasaplamalarda aşakdaky formulalardan peýdalanmaly

$$\frac{1}{1 \pm a} \approx 1 \mp a;$$

$$\frac{1}{\sqrt{1 \pm a}} \approx 1 \mp \frac{1}{2}a$$

$$(1 \pm a)^2 \approx 1 \pm 2a;$$

$$\exp(a) \approx 1 + a$$

$$\sqrt{1 \pm a} \approx 1 \pm \frac{1}{2}a;$$

$$\ln(1 + a) = a$$

Eger α burç kiçi ($\alpha < 5^\circ$ ýa-da $\alpha < 0,1 \text{ rad}$) we radianlarda aňladylan bolsa
onda

$$\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha \approx \alpha;$$

$$\cos \alpha \approx 1$$

Trigonometrik funksiýalar

Burçlar	Radianlar	sin	cos		
1	2	3	4	5	6
0°	0	0	1	1,5708	900
1	0,0175	0,0175	0,9998	1,5533	89
2	0349	0349	9994	1,5359	88
3	0524	0523	9986	1,5184	87
4	0698	0698	9976	1,5010	86
5	0,0873	0,0875	0,9962	1,4835	85
6	1047	1051	9945	1,4661	84
7	1222	1228	9925	1,4486	83
8	1396	1405	9903	1,4312	82
9	1571	1584	9877	1,4137	81
10	0,1745	0,1763	0,9848	1,3963	80
11	1920	1944	9816	1,3788	79
12	2094	2126	9781	1,3614	78

1	2	3	4	5	6
13	2269	2309	9744	1,3439	77
14	2443	2493	9703	1,3265	76
15	0,2618	0,2679	0,9659	1,3090	75
16	2793	2867	9613	1,2915	74
17	2967	3057	9563	1,2741	73
18	3142	3249	9511	1,2566	72
19	3316	3443	9455	1,2392	71
20	0,3491	0,3640	0,9397	1,2217	70
21	3665	3839	9336	1,2043	69
22	3840	4040	9272	1,1868	68
23	4014	4245	9205	1,1694	67
24	4189	4452	9135	1,1519	66
25	0,4363	0,4663	0,9063	1,1345	65
26	4538	4877	8988	1,1170	64
27	4712	5095	8910	1,0996	63
28	4887	5317	8829	1,0821	62
29	5061	5543	8746	1,0647	61
30	0,5236	0,5774	0,8660	1,0427	60
31	5411	6009	8572	1,0297	59
32	5585	6249	8480	1,0123	58
33	5760	6494	8387	0,9948	57
34	5934	6745	8290	9774	56
35	0,6109	0,7002	0,8192	0,9599	55
36	6283	7265	8090	9425	54
37	6458	7536	7986	9250	53
38	6632	7813	7880	9076	52
39	6807	8098	7771	8901	51
40	0,6981	0,8391	0,7660	0,8727	50
41	7156	8693	7547	8552	49

1	2	3	4	5	6
42	7330	9004	7431	8377	48
43	7505	9325	7314	8203	47
44	7679	9656	7193	8029	46
45	7854	1,0000	7071	7854	45
		sin	cos	Radianlar	Burçlar

Sanlaryň kwadraty (n^2); kwadrat kökler (\sqrt{n}); ters ululyklar ($\frac{1}{n}$); $\frac{\pi n}{180}$ burçlary gradus ölçeginde radianlara geçirmek üçin

n	(n^2)	(\sqrt{n})	($\frac{1}{n}$)	$\frac{\pi n}{180}$
1	2	3	4	5
1	1	1,000	1,0000	0,0175
2	4	1,414	0,5000	0,0349
3	9	1,732	0,3333	0,0524
4	16	2,000	0,2500	0,0698
5	25	2,236	0,2000	0,0873
6	36	2,449	0,1667	0,1047
7	49	2,646	0,1429	0,1222
8	64	2,828	0,1250	0,1396
9	81	3,000	0,1111	0,1571
10	100	3,162	0,1000	0,1745
11	121	3,317	0,0909	0,1920
12	144	3,464	0,0833	0,2094
13	169	3,606	0,0769	0,2269
14	196	3,742	0,0714	0,2443
15	225	3,837	0,0667	0,2618
16	256	4,000	0,0625	0,2793
17	289	4,123	0,0588	0,2967
18	324	4,243	0,0556	0,3142
19	361	4,359	0,0526	0,3316

1	2	3	4	5
20	400	4,472	0,0500	0,3491
21	441	4,583	0,0476	0,3665
22	484	4,690	0,0455	0,3840
23	529	4,796	0,0435	0,4014
24	576	4,899	0,0417	0,4189

25	625	5,000	0,0400	0,4363
26	676	5,099	0,0385	0,4538
27	729	5,196	0,0370	0,4712
28	784	5,292	0,0357	0,4887
29	841	5,385	0,0345	0,5061
30	900	5,477	0,0333	0,5236
31	961	5,568	0,0323	0,5411
32	1024	5,657	0,0313	0,5585
33	1089	5,745	0,0303	0,5760
34	1156	5,831	0,0294	0,5934
35	1225	5,916	0,0286	0,6109
36	1296	6,000	0,0278	0,6283
37	1369	6,083	0,0270	0,6458
38	1444	6,164	0,0263	0,6632
39	1521	6,245	0,0256	0,6807
40	1600	6,325	0,0250	0,6981
41	1681	6,403	0,0244	0,7156
42	1764	6,481	0,0238	0,7330
43	1849	6,557	0,0233	0,7505
44	1936	6,633	0,0227	0,7679
45	2025	6,708	0,0222	0,7854
46	2116	6,782	0,0217	0,8029
47	2209	6,856	0,0213	0,8203
48	2304	6,928	0,0208	0,8378

1	2	3	4	5
49	2401	7,000	0,0204	0,8552
50	2500	7,071	0,0200	0,8727
51	2601	7,141	0,0196	0,8901
52	2704	7,211	0,0192	0,9076
53	2809	7,280	0,0189	0,9250

54	2916	7,348	0,0185	0,9425
55	3025	7,416	0,0182	0,9599
56	3136	7,483	0,0179	0,9774
57	3249	7,550	0,0175	0,9948
58	3364	7,616	0,0172	1,0123
59	3481	7,681	0,0169	1,0297
60	3600	7,746	0,0167	1,0472
61	3721	7,810	0,0164	1,0650
62	3844	7,874	0,0161	1,0820
63	3969	7,937	0,0159	1,1000
64	4096	8,000	0,0156	1,1170
65	4225	8,062	0,0154	1,1340
66	4356	8,124	0,0152	1,1520
67	4489	8,185	0,0149	1,1690
68	4624	8,246	0,0147	1,1870
69	4761	8,307	0,0145	1,2040
70	4900	8,367	0,0143	1,2220
71	5041	8,426	0,0141	1,2390
72	5184	8,485	0,0139	1,2570
73	5329	8,544	0,0137	1,2740
74	5476	8,602	0,0135	1,2920
75	5625	8,660	0,0133	1,3090
76	5776	8,718	0,0132	1,3260
77	5929	8,775	0,0130	1,3440
78	6084	8,832	0,0128	1,3610

1	2	3	4	5
79	6241	8,888	0,0127	1,3790
80	6400	8,944	0,0125	1,3960
81	6561	9,000	0,123	1,4140
82	6724	9,055	0,0122	1,4310
83	6889	9,110	0,0120	1,4490
84	7056	9,165	0,0119	1,4660
85	7225	9,220	0,0118	1,4840
86	7396	9,274	0,0116	1,501
87	7569	9,327	0,0115	1,518
88	7744	9,381	0,0114	1,536
89	7921	9,434	0,0112	1,5530
90	8100	9,487	0,0111	1,5710
91	8281	9,539	0,0110	1,5880
92	8464	9,592	0,0109	1,6060
93	8649	9,644	0,0108	1,6230
94	8836	9,695	0,0106	1,6410
95	9025	9,747	0,0105	1,6580
96	9216	9,798	0,0104	1,6760
97	9409	9,849	0,0103	1,6930
98	9604	9,899	0,0102	1,7110
99	9801	9,950	0,0101	1,7280
100	10000	10,000	0,0100	1,7450

Fiziki ululyklaryň ölçeg birlikleri barada maglumatlar

Halkara birlikler ulgamynda hususy atlary bolan fiziki ululyklar

Ululyk	Ölçeg birligi		
	ady	belgisi	
		türkmençe	halkara
1	2	3	4
Uzynlyk	metr	m	m

1	2	3	4
Massa	kilogram	kg	kg
Wagt	sekunt	s	s
Tekiz burç	radian	rad	rad
Jisim burç	steradian	sr	sr
Güýç, agram	nýuton	N	N
Basyş	paskal	Pa	Pa
Zor (mehaniki)	paskal	Pa	Pa
Maýyşgaklyk moduly	paskal	Pa	Pa
Maddanyň mukdary	mol	mol	mol
Iş, energiýa	joul	J	J
Kuwwat	watt	Wt	W
Ýygylyk	gers	Gs	Hz
Temperatura	kelwin	K	K
Ýylylyk mukdary	joul	J	J
Elektrik zarýady	kulon	Kl	C
Tok güýji	amper	A	A
Elektrik meýdanynyň potensiýaly:			
Napryženiýesi	wolt	W	V
Elektrik sygymy	farad	F	F
Elektrik garşylygy	om	Om	Ω
Elektrik geçirijiligi	simens	Sm	S
Magnit induksiýasy	tesla	Tl	T
Magnit akymy	weber	Wb	Wb
Induktivlik	genri	Gn	H
Ýagtylyk güýji	kandela	kd	cd
Ýagtylyk akymy	lýumen	lm	lm
Ýagtylandyryş	lýuks	lk	lk
Şöhlemenme akymy	watt	Wt	W

1	2	3	4
Şöhledenmäniň mukdary (dozasy)	greý	Gr	Gy
Izotopyň işjeňligi (aktiwligi)	bekkerll	Bk	Bq

Fiziki ululyklaryň birlikleriniň onluga kratnyý hem-de onlugyň ülüşlerine köpeldilip alynmalarynyň atlandyrylyşy

Ýazylyşy	ady	belgisi	mysal	belgisi
1	2	3	4	5
10^{18}	eksa	E	eksametr	Em
10^{15}	peta	P	petagers	PGs
10^{12}	tera	T	terajoul	TJ
10^9	giga	G	giganýuton	GN
10^6	mega	M	megaom	MOm
10^3	kilo	k	kilometr	km
10^2	gekto	g	gektowatt	gWt
10^1	deka	da	dekalitr	dal
10^{-1}	desi	d	desimetr	dm
10^{-2}	santi	s	santimetr	sm
10^{-3}	milli	m	milliamper	mA
10^{-6}	mikro	mk	mikrowolt	mkW
10^{-9}	nano	n	nanosekunt	ns
10^{-12}	piko	p	pikofarada	pF
10^{-15}	femto	f	femtogramm	fg
10^{-18}	atto	a	attokulon	aKl

Latyn elipbiýi

1	2	3	4
A a	a	N n	en
B b	be	O o	o
C c	se	P p	pe

1	2	3	4
D d	de	Q q	ku
E e	e	R r	er
F f	ef	S s	es
G g	ge (že)	T t	te
H h	ha (aş)	U u	u
I i	i	V v	we
J j	ýot (ži)	W w	duble-we
K k	ka	X x	iks
L l	el	Y y	igrek
M m	em	Z z	zet

Grek elipbiýi

1	2	3
A, α alfa	I, ι ýota	P, ρ ro
B, β beta	K, κ kappa	Σ , σ sigma
Γ , γ gamma	Λ , λ lýambda	T, τ tau
Δ , δ delta	M, μ mýu	Y, υ ipsilon
E, ϵ epsilon	N, ν nýu	Φ , ϕ fi
Z, ξ dzeta	Ξ , ζ ksi	X, χ hi
H, η eta	O, \omicron omikron	Ψ , ψ psi
Θ , θ , ϑ teta	Π , π pi	Ω , ω omega

Halkara birlikler ulgamy bilen bir hatarda ulanmaga hukukly ölçeg birlikleri

1	2	3	4
Ululyk	ady	belgisi	HU bilen gatnaşygy
massa	tonna	t	10^3 kg

1	2	3	4
	massanyň atom	m.a.b.	$1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
	birliги		
göwrüm	litr	1	10^{-3} m^3
tekiz burç	gradus	\dots^0	$1,74 \cdot 10^{-2} \text{ rad}$
	minut	\dots'	$2,91 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$
	sekunt	\dots''	$4,85 \cdot 10^{-6} \text{ rad}$
iş, energiýa	elektron-wolt	eW	$1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
temperatura	gradus selsiýa	^0C	10C 10K

**Halkara birlikler ulgamy bilen halkara birlikler ulgamyna girmeyän
ölçeg birlikleriniň özara gatnaşygy**

1	2
Uzynlyk	langstrem (Å^0) = 10^{-10} m 1 gije-gündiz = 86400 s
Wagt	1 ýyl = 365,25 gije-gündiz = $3,16 \cdot 10^7 \text{ s}$
Tekiz burç	$1^0 = \pi / 180 \text{ rad} = 1,75 \cdot 10^{-2} \text{ rad}$ $1' = \pi / 180 \cdot 10^{-2} \text{ rad} = 2,91 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$ $1'' = \pi / 648 \cdot 10^{-3} \text{ rad} = 4,85 \cdot 10^{-6} \text{ rad}$
Göwrüm	$1\text{l} = 10^{-3} \text{ m}^3$
Massa	$1\text{t} = 10^3 \text{ kg}$ 1 m.a.b. = $1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Güýç	1 kG = 9,81 H
Iş, energiýa	1 kG \cdot m = 9,81 J 1 Wt . sag = $3,6 \cdot 10^3$ J 1 eW = $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

1	2
Kuwwat	1 at g. = 736 Wt
Basyş	1 mm.sim.süt. = 133 Pa 1 bar = 10^5 Pa 1 atm = $1,01 \cdot 10^5$ Pa
Mehaniki güýjenme (zor)	1 kG/mm ² = 9,81.106 Pa
Aýlaw ýygylygy	1 aýl/min = 1/60 c-1
Tolkun sany	1 sm ⁻¹ = 100 m ⁻¹
Bölejikleriň göwrüm birligindäki sany	1 sm ⁻³ = 106 m ⁻³
Ýylylyk (ýylylyk mukdary)	1 kal = 4.19 J 1 kkal = $4.19 \cdot 10^3$ J
Dipolyň elektrik momenti	1 D = $3.34 \cdot 10^{30}$ Kl.m
Udel elektrik garşylygy	1 Om mm ² /m = 10^{-6} Om m
Magnit induksiýasy	1 Gauss = 10^{-4} Tl
Magnit akymy	1 Mks = 10^{-8} Wb
Magnit meýdanynyň güýjenmesi	1 \mathcal{E} = 79,6 A/m
Ýagtylandyrylyş	1 fot = 104 lk
Rentgen we gamma şöhlelenmäniň ekspozisiýalaýyn mukdary (dozasy)	1 R = $2,58 \cdot 10^{-4}$ Kl/kg
Rentgen we gamma şöhlelenmäniň ekspozisiýalaýyn mukdarynyň (dozasynyň) kuwwaty	1 R/s = $2,58 \cdot 10^{-4}$ A/Kg
Radioaktiw çeşmedäki nuklidiň işjeňligi (aktiwligi)	1 dargama/s = 1 Bk 1Ki = $3,7 \cdot 10^{10}$ Bk

Fiziki ululyklaryň tablislary

Astronomik ululyklar

1-nji tablisa

Kosmiki jisim	Orta radiusy m	Massasy kg	Orta dykzlygy 103 kg/m3	Öz okunyň daşynda aýlanma peridy gije-gündiz
1	2	3	4	5
Gün	6,95	$1,97 \cdot 10^{30}$	1,41	25,4
Ýer.	6,37	$5,96 \cdot 10^{24}$	5,52	1,00
Aý..	$1,74 \cdot 10^6$	$7,3 \cdot 10^{22}$	3,30	27,3

Gün ulgamynyň planetalary	Günden orta uzaklygy 10^6 km	Günüň daşyndan aýlanma peridy ýyllarda
Merkuriý	57,87	0,241
Wenera	108,50	0,615
Ýer	149,5	1,00
Mars	227,79	1,881
Ýupiter	777,8	11,862
Saturn	1426,1	29,458
Uran	2867,7	84,013
Neptun	4494	164,79
Pluton	9508	248,43

Maddalaryň dykzlygy (15-20^oS temperaturada)

2-nji tablisa

Gaty jisimler	$10^3 \frac{kg}{m^3}$	Suwuklyklar	$10^3 \frac{kg}{m^3}$
Almaz	3,1	Benzol	
Alýuminiý	2,7	Benzin	
Beton	2,2	Gliserin	
Wolfram	19,1	Kastor ýagy	
Gury agaç	0,7	Kerosin	
Galaýy	7,4	Spirt	
Demir (polat çöýun)	7,8	Skipidar	
Grafit	1,6	Efir	
Altyn	19,3	Simap	
Kadmiý	8,65		
Kobalt	8,9	Gazlar (kadaly şertde)	$\frac{kg}{m^3}$
Buz	0,916		
Mis	8,9	Azot	1,25
Molibden	10,2	Argon	1,78
Nikel	8,9	Ammiak	0,77
Platina	21,5	Wodorod	0,09
Probka	0,2	Kislorod	1,43
Gurşun	11,3	Kömürturşy gazy	1,98
Kümüş	10,5	Geliý	0,18
Titan	4,5	Metan	0,72
Uran	19,0	Howa	1,29
Farfor	2,3	Hlor	3,21
Sink	7,0		
Aýna	2,7		

Gaty jisimleriň maýyşgaklyk hemişelikleri
(15-20⁰S temperaturada)

3-nji tablica

Maddalar	Ýunguň moduly 10⁹ Pa	Süýşme moduly 10⁹ Pa	Puassonyň koef-ti	Berklik çägi 10⁹ Pa	Gysylma koef-ti 10⁹ Pa
Alýuminiý	70	26	0,34	0,1	0,014
Mis	130	40	0,34	0,3	0,007
Gurşun	16	5,6	0,44	0,015	0,022
Demir (polat)	200	81	0,29	0,6	0,006
Aýna	60	30	0,25	0,05	0,025
Kümüş	74	27	-	-	-
Wolfram	380	140	-	-	-

Jisimleriň ýylylykda (termiki) giňelme koeffisiýenti

4-nji tablica

Gaty jisim	Uzynlygyna giňelme koef-ti 10⁻⁶ K⁻¹	Suwuklyk	Göwrümine giňelme koef-ti 10⁻⁴ K⁻¹
Alýuminiý	22,9	Gliserin	5,0
Latun	18,9	Kerosin	10,0
Mis	16,7	Suw	1,5
Demir (polat)	11	Simap	1,8
Galaýy	21	Spirt	11,0
Gurşun	29	Efir	17,0
Kümüş	19	Nebit	10,0
Sink	26		
Aýna	8,50		

Gazlaryň hemişelikleri (kadaly şertde)

5-nji tablisa

Gaz	Ýylylyk geçirijilik $\frac{mWt}{m \cdot K}$	Dinamiki şepbeşiklik $mkPa \cdot s$	Effektiv Diametr nm	Wan-der-Waalsyň hemişelikleri	
				a $\frac{N \cdot m^4}{mol}$	b $\frac{m^3}{mol} 10^{-5}$
Azot	24,3	16,6	0,38	0,135	3,86
Argon	16,2	21,5	0,35	0,134	3,22
Wodorod	168,4	8,66	0,28	0,024	2,7
Geliý	142	18,9	0,22	-	-
Kislorod	24,4	19,8	0,36	0,136	3,17
Suw bugy	15,8	8,32	0,30	0,545	3,04
Howa	24,1	17,2	0,35	-	-

Suwuklyklaryň hemişelikleri (kadaly şertde)

6-njy tablisa

Suwuklyk	Udel ýylylyk sygymy $\frac{kJ}{kg \cdot K}$	Dinamiki şepbeşiklik koef-fisiýenti $mPa \cdot s$	Üst dartuw koef-fisiýenti mN/m
Aseton	2,16	0,322	23,3
Benzin	2,09	-	
Benzol	-	0,648	28,9
Gliserin	2,39	1480	62
Kerosin	2,1	-	30
Simap	0,138	1,554	5
Suw	4,19	1,002	73
Kastor ýagy	1,8	987	-
Maşyn ýagy	1,67	100	-
Spirit	2,39	1,2	22
Sabyňly suw ergini(1)	-	-	40

Sesiň ýaýrama tizligi

7-nji tablisa

Madda	m/s	Madda	m/s
Agaç	4000	Aýna	5000
Probka	500	Gurşun	1300
Rezin	54	Suw (0°S)	1485
Demir (polat)	5100	Wodorod (0°S)	1286
Howa (0°S)	331.8	Uglerodyň ikili okisi (0°S)	258

Maddalaryň dielektrik syzyjylygy (ϵ)

8-nji tablisa

Dielektrik		Dielektrik	
Suw	81	Slýuda	7,5
Howa	1,006	Spirt	26
Kerosin	2	Aýna	6
Parafin	2	Farfor	5
Polietilen	2,3	Ebonit	3

Geçirijileriň udel garşylygy we termiki koeffisiýenti

9-njy tablisa

Madda	p $nOm \cdot m$	α $10^{-3} \cdot K^{-1}$	Madda	p $nOm \cdot m$	α $10^{-3} \cdot k^{-1}$
Alýuminý	26	3,6	Wolfram	50	4,8
Mis	17	4,2	Grafit	3900	80
Nikel	420	0,1	Altyn	20	4,0
Kümüş	16	4,0	Demir	98	4,2
Nihrom	110	0,1	Gurşun	2100	4,0

Spektriň görüňän böleginiň tolkun uzynlyklary

10-njy tablisa

Reňki	Tolkun uzynlygy A°	Reňki	Tolkun uzynlygy A°
Melewşe	3800 - 4500	Sary-ýaşyl	5500 - 5750
Gök	4500 - 4800	Sary	5750 - 5850
Mawy	4800 - 5100	Mämişi	5850 - 6200
Ýaşyl	5100 - 5500	Gyzyl	6200 - 7600

Maddalaryň döwülme görkezijisi

11-nji tablisa

Almaz	2,42	Buz	1,31
Suw.	1,33	Skipidar (200°S)	1,47
Giliserin	1,47	Etil spirti	1,36
Daş duzy.	1,54	Aýna	1,5
Kwars.	1,54	Kükürtturşyuglerod	1,63

Metallardan elektronlaryň çykyş işi (eW)

12-nji tablisa

Wolfram	4,5	Nikel	5,0
Demir.	4,74	Platina	5,29
Altyn	4,68	Simap	4,52
Kaliý	2,0	Rubidiý	2,13
Litiý	2,4	Kümüş	4,74
Magniý	3,46	Tantal	4,07
Mis	4,47	Seziý	1,97
Molibden	4,2	Sink	4,0
Natriý	2,3		

Käbir elementar bölejikleriň massasy we energiýasy

13-nji tablisa

Bölejik	Massasy		Energiýasy	
	Kg	m.a.b	J	MeW
Elektron	$9,11 \cdot 10^{-31}$	0,00055	$8,18 \cdot 10^{-14}$	0,511
Proton	$1,672 \cdot 10^{-27}$	1,00728	$1,5 \cdot 10^{-10}$	938
Neýtron	$1,675 \cdot 10^{-27}$	1,00867	$1,5 \cdot 10^{-10}$	939
Deýton	$3,35 \cdot 10^{-27}$	2,01355	$3,0 \cdot 10^{-10}$	1876
- bölejik	$6,64 \cdot 10^{-27}$	4,00149	$1,5 \cdot 10^{-10}$	3733

Käbir radioaktiw maddalaryň ýarymdargama periody

14-nji tablisa

Aktiniý ${}_{89}^{225}Ac$	10-gije-gündiz	Radon ${}_{86}^{222}Rn$	3,5-gije-gündiz
Ýod ${}_{58}^{131}I$	8 -gije-gündiz	Stronsiý ${}_{38}^{90}Sr$	28 ýyl
Iridiý ${}_{77}^{192}Ir$	75-gije-gündiz	Toriý ${}_{90}^{229}Th$	$7 \cdot 10^3$ ýyl
Kobalt ${}_{27}^{60}Co$	3,5 ýyl	Toriý ${}_{90}^{232}Th$	$1,39 \cdot 10^{11}$ ýyl
Magniý ${}_{13}^{27}Mg$	10 min	Uran ${}_{92}^{238}U$	$4,5 \cdot 10^8$ ýyl
Radiý ${}_{88}^{219}Ra$	10^{-3} s	Uran ${}_{92}^{235}U$	$7,1 \cdot 10^8$ yl
Radiý ${}_{88}^{226}Ra$	$1,62 \cdot 10^3$ ýyl	Fosfor ${}_{15}^{32}P$	14,3 gije-gündiz
Poloniý ${}_{84}^{210}Po$	138/-gije-gündiz	Natriý ${}_{11}^{22}Na$	2,6 ýyl

Käbir izotoplaryň massalary (massanyň atom birligi)

15-nji tablisa

Element	Izotop	Massa	Element	Izotop	Massa
Neýtron	n	1,000367	Berilliý	7Be	7,01693
Wodorod	1H	1,00783		9Be	9,01219
	2H	2,01410		${}^{10}Be$	10,01354

15-nji tablisanyň dowamy

	3H	3,01605	Bor	9B	9,01333
Geliý	3He	3,01603		^{10}B	10,01294
	4He	4,00260		^{11}B	11,00931
Litiý	2Li	6,01513	Natriý	^{22}Na	21,99444
	7Li	7,01601		^{23}Na	22,98977
Uglerod	^{10}C	10,00168	Magniý	^{23}Mg	22,99414
	^{12}C	12,00000	Alýuminiý	^{10}Be	10,01354
	^{13}C	13,00335	Kremniý	^{31}Si	30,97535
	^{14}C	14,00324	Fosfor	^{31}P	30,97376
Azot	^{13}N	13,00574	Kaliý	^{41}K	40,696184
	^{14}N	14,00307	Kalsiý	^{44}Ca	43,95549
	^{15}N	15,00011	Gurşun	^{206}Pb	205,97446
Kislorod	^{16}O	15,99491	Poloniý	^{210}Po	209,98297
	^{17}O	16,99913	Ftor	^{19}F	18,99840
	^{18}O	17,9916	Elektron		0,00055

Elementar bölejikleriň tablisasy

		Bölejik	Anti bölejik	Massa MeW	Elektrik zaryady	Ýaşayş wagty, s
1		2	3	4	5	6
Foton		γ	γ	0	0	Durnukly
leptonlar	Neýtrinino (elektronyňky)	ν_e	$\bar{\nu}_e$	0	0	durnukly
	Neýtrinino (mýuonyňky)	ν_μ	$\bar{\nu}_\mu$	0	0	durnukly
	Neýtrinino (tauleptonyňky)	ν_τ	$\bar{\nu}_\tau$	0	0	durnukly
	Elektron	e^-	e^+	0,51	-1	durnukly
	Mýuon	μ^-	μ^+	105,66	-1	$2,2 \cdot 10^6$
	Taulepton	τ^-	τ^+	1782	0	$3,4 \cdot 10^{-13}$

1			2	3	4	5	6
Mezonlar	Pi-mezonlar (pi-onlar)		π^0 π^+	\sim^0 π^-	134,96 139,57	0 1	$8,3 \cdot 10^{-7}$ $2,6 \cdot 10^{-8}$
	Ka-mezonlar (ka-onlar)		K^+ K^0	\tilde{K}^0	493,67 497,7	1 0	$2,6 \cdot 10^{-8}$ $K_S^0 - 8,9 \cdot 10^{11}$ $K_L^0 - 5,18 \cdot 10^{-8}$
	Eta-nul mezon		η^0	η^0	548,8	0	$7 \cdot 10^{-19}$
	Nuklonlar	Proton Neýtron	P n	\tilde{P} \tilde{n}	939,28 939,58	1 0	durnukly 10^3
Barionlar	Giperonlar	Lambdanyň giperony	Λ^0	\sim^0 $\tilde{\Lambda}$	111,5	0	$2,63 \cdot 10^{-10}$
		Sigmanyň giperonlary	Σ^+	$\tilde{\Sigma}^+$	1189,37	1	$8 \cdot 10^{-11}$
			Σ^0	$\tilde{\Sigma}^0$	1192,48	0	$5,8 \cdot 10^{-20}$
			Σ^-	$\tilde{\Sigma}^-$	1197,35	-1	$1,48 \cdot 10^{-10}$
		Ksiniň giperonlary	Ξ^0 Ξ^-	$\tilde{\Xi}^0$ $\tilde{\Xi}^-$	1314,9 1321,3	0 -1	$290 \cdot 10^{-10}$ $1,64 \cdot 10^{-10}$
Omegami-nus giperon	Ω^-	$\tilde{\Omega}^-$	167,2	-1	$8,2 \cdot 10^{-11}$		

Periodlar	D.I.Mendeleyevning himiki elementlerin periodik sistemasy										VII (H)	VIII		Terip sany
	I	II	III	IV	V	VI	9 18,998	2 4,0026	He					
1	H 1,00794 Wodorod													
2	Li 6,941 Litiy	Be 9,01218 Berilliy	B 10,81 Bor	C 12,011 Uglerod	N 14,0067 Azot	O 15,999 Kislorod								
3	Na 22,989 Natriy	Mg 24,305 Magniy	Al 26,981 Al'uminiy	Si 28,085 Kremniy	P 30,974 Fosfor	S 32,064 Kükürt								
4	K 39,098 Kaliy	Ca 40,078 Kalsiy	Sc 44,956 Skandiy	Ti 47,90 Titan	V 50,94 Wandiy	Cr 51,996 Hrom								
5	Rb 85,468 Rubidiy	Sr 87,62 Stronsiy	Y 88,906 Ittriy	Zr 91,22 Sirkoniy	Nb 92,906 Niobiy	Mo 95,94 Molibden								
6	Cs 132,905 Seziy	Ba 137,33 Bariy	La* 138,905 Lantaniy	In 114,82 Indiy	Sb 121,76 Surma	Te 127,60 Tellur								
7	Au 196,966 Altyn	Hg 200,59 Simap	Tl 204,38 Taliy	Pb 207,2 Guryun	Bi 208,980 Vismut	Po 209 Poloniy								
	Fr 223 Fransiy	Ra 226,025 Radiy	Ac** 227 Aktiniy	Rf 261 Rezerfordiy	Db 262 Dubniy	Sg 266 Siborgiy								
	Rg 261 Rentgeniy	Uub 289 Ununbiy	Uut 284 Ununtri	Uug 294 Ununkvadiy	Uup 295 Ununpentiy	Uuh 293 Unungeksiy								
* Lantanoidler														
Ce 140,12 Seri	Pr 140,908 Prazmiodim	Nd 144,24 Neodim	Pm (145) Prometi	Sm 150,4 Samariy	Eu 151,96 Yevropiy	Gd 157,25 Gadoliy	Th 232 Terbiy	Dy 162,50 Disproz	Ho 164,93 Goliniy	Er 167,26 Erbiy	Tm 168,934 Tuliy	Yb 173,04 Itterbiy	Lu 174,967 Lyutetsiy	
** Aktinoidler														
Th 232,038 Toriy	Pa 231,036 Protaktiniy	U 238,029 Uran	Np 237,048 Neptuniy	Pu 244 Plutoni	Am 243 Ameritsiy	Cm 247 Kuriy	Bk 247 Berkli	Cf 251 Kaliforniy	Es 254 Eynsteiniy	Fm 257 Fermiy	Md 258 Mendeleviy	No 259 Nobeliy	(Lr) 262 Lorensiy	

Bellik: 112-118 elementlere degishli maglumatlar gotarmaykly dai

Esasy fiziki hemişelikler

1	2
Erkin gaçmanyň tizlenmesi	$g = 9,81 m / s^2$
Grawitasiýa hemişeligi	$G = 6,67 \cdot 10^{-11} m^3 / s^2$
Awogadro hemişeligi	$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} 1 / mol$
Uniwersal gaz hemişeligi	$R = 8,31 J / min K$
Bolsmanyň hemişeligi	$K = 1,38 \cdot 10^{-23} J / K$
Faradeýiň hemişeligi	$F = 9,65 \cdot 10^7 Kl / min$
Stefanyň-Bolsmanyň hemişeligi	$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} W / m^2 K^4$
Winiň süýşmek kanunynyň hemişeligi	$2 = 2,9 \cdot 10^{-3} m$
Plankyň hemişeligi	$h = 6,625 \cdot 10^{-34} J \cdot s$ $\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34} J \cdot s$
Ridbergiň hemişeligi	$R = 3,29 \cdot 10^{15} s^{-1}$
Ýagtylygyň wakuumda ýaýrama tizligi	$C = 3 \cdot 10^8 m / s$
Massanyň atom birligi	$1m.a.b.1,66 \cdot 10^{-27}$
Elektronyň massasy	$m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} kg$
Elementar zaryad	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} Kl$
Bor boýunça wodorod atomynyň esasy halyndaky elektronyň orbitasynyň radiusy	$a_0 = 5,29 \cdot 10^{-11} m$
Elektronyň Kompton boýunça tolkun uzynlygy	$\lambda_k = 2,43 \cdot 10^{-12} pm$
Elektrik hemişeligi	$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \Phi / m$

Esasy fiziki hemişelikler

1	2
Erkin gaçmanyň tizlenmesi	$g = 9,81 m / s^2$
Grawitasiýa hemişeligi	$G = 6,67 \cdot 10^{-11} m^3 / s^2$
Awogadro hemişeligi	$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} 1 / mol$
Uniwersal gaz hemişeligi	$R = 8,31 J / min K$
Bolsmanyň hemişeligi	$K = 1,38 \cdot 10^{-23} J / K$
Faradeýiň hemişeligi	$F = 9,65 \cdot 10^7 Kl / min$
Stefanyň-Bolsmanyň hemişeligi	$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} W / m^2 K^4$
Winiň süýşmek kanunynyň hemişeligi	$2 = 2,9 \cdot 10^{-3} m$
Plankyň hemişeligi	$h = 6,625 \cdot 10^{-34} J \cdot s$ $\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34} J \cdot s$
Ridbergiň hemişeligi	$R = 3,29 \cdot 10^{15} s^{-1}$
Ýagtylygyň wakuumda ýaýrama tizligi	$C = 3 \cdot 10^8 m / s$
Massanyň atom birligi	$1 m.a.b. 1,66 \cdot 10^{-27}$
Elektronyň massasy	$m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} kg$
Elementar zarýad	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} Kl$
Bor boýunça wodorod atomynyň esasy halyndaky elektronyň orbitasynyň radiusy	$a_0 = 5,29 \cdot 10^{-11} m$
Elektronyň Kompton boýunça tolkun uzynlygy	$\lambda_k = 2,43 \cdot 10^{-12} pm$
Elektrik hemişeligi	$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \Phi / m$
Magnit hemişeligi	$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \Gamma H / m$

EDEBIÝATLAR

1. *Berdimuhamedow Gurbanguly* Türkmenistanda saglygy goraýşy ösdürmegiň ylmy esaslary. A.: TDNG, 2007.
2. *Berdimuhamedow Gurbanguly* Türkmenistan – sagdynlygyň we ruhbelentligiň ýurdy. A. TDNG, 2007.
3. *Berdimuhamedow Gurbanguly* Döwlet adam üçindir. A.: TDNG, 2008.
4. *Berdimuhamedow Gurbanguly* Türkmenistanyň Beýik Galkynyş eý-ýamynyň Kosititusiýasy hakynda. A.: TDNG, 2008.
5. *Савельев И.В.* Курс общей физики. Т.1.2.3. М; 1989.
6. *Сивухин Д.В.* Общей курс физики. Т.1.2.3.4.5. М; 2002.
7. *Гершензон Е.М.* и др. Курс общей физики. М; 1992.
8. *Яворский Б.М.* и др. Курс физики. Т.1.2.3. М.: ВШ-1977.
9. *Кухлинг Х.* Справочник по физике М.: Мир.1982.
10. *Цедрик М.С.* и др. Сборник задач по курсу общей физики. М.: “Просвещение”-1989.
11. *Трофимова Т.И.* Курс физики. М.: ВШ-1985.
12. *Çaryýew A.* Fizikanyň esasy kanunlary. A.: TDNG. 2004.
13. *Allakow Ö., Gurbangeldiyew Ç.* Mehanika. A.: TDNG. 2006.
14. *Nurgeldiyew A., Bekmyradow Ö., Akmyradow B.* Molekulýar fizika we termodinamika. A.: TDNG. 2006.
15. *Gurbanmuhammedow A.* Elektrik we magnit hadysalary. A.: TDNG. 2006.
16. *Ataýew A.* Atom we ýadro fizikasy A.: TDNG. 2006.
17. *Awliýakuliyew J., Ataýew G.* Kwant fizikasy. A.: TDNG. 2008.

MAZMUNY

Sözbaşy	7
Mehanikanyň esasy kanunlary. Kinematika.	8
Material nokadyň we gaty jisimiň öňe hereketiniň dinamikasy	9
Iş we energiýa.	10
Gaty jisimiň mehanikasy.	11
Dartylma meýdanynyň nazaryýetiniň elementleri.	13
Suwuklyklaryň mehanikasynyň elementleri.	14
Görälilik nazaryýetiniň esaslary.	15
Molekulýar fizikanyň esaslary we termodinamika.	
Hyýaly gazlaryň molekulýar-kinetik nazaryýeti.	17
Termodinamikanyň esaslary	21
Real gazlar. Suwuklyklar we gaty jisimler.	23
Elektrik we magnit hadysalary. Elektrostatika.	25
Hemişelik elektrik togy.	29
Magnit meýdany.	31
Elektromagnit induksiýa	34
Maddalaryň magnit häsiýetleri.	35
Elektromagnit meýdany üçin Makswelliň nazaryýeti	36
Yrgyldylar we tolkunlar. Mehaniki we elektromagnit ýrgyldylar	37
Maýşşgak gurşawdaky tolkunlar.	40
Elektromagnit tolkunlary	41
Optika. Geometrik optikanyň kanunlary.	42
Ýagtylygyň interferensiýasy	44
Ýagtylygyň difraksiýasy	45
Ýagtylygyň madda bilen özara täsiri.	47
Ýagtylygyň polýarlanmagy	48
Şöhlemenmäniň kwant tebigaty	49
Wodorod atomy barada Boruň nazaryýeti	51

Kwant mehanikasynyň elementleri	52
Atomlaryň we molekulalaryň fizikasynyň elementleri	55
Atom ýadrosynyň gurluşy. Radioaktiwlik.	57
Atom ýadrosynyň massa ýetmezi (defekti) we baglanyşyk energiýasy	58
Ýadro öwrülmeleri	59
Matematikadan käbir maglumatlar	59
Fiziki ululyklaryň ölçeg birlikleri barada maglumatlar	66
Fiziki ölçeg birlikleriň tablisalary	72
D.I.Mendeleyewiň himiki elementleriniň periodiki sistemasy	81
Esasy fiziki hemişelikler	82
Edebiýatlar	85

Jora Awliyakuliyew

UMUMY FIZIKADAN MAGLUMATLYK

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw gollanmasy

Redactory
Teh. redactory
Operator

A.Kakajanow
T.Aslanowa
S.Durdyýewa

Ýygnamaga berildi 13.09.2010. Çäp etmäğe rugsat edildi 05.11.2010.

Möçberi 60x84 $\frac{1}{16}$. Ofset kagyzy. Edebi garnitura.

Ofset çap ediliş usuly. Çap listi 5,8. Hasap-neşir listi 4,8

Türkmenistanyň Ylymlar akademiýasynyň “Ylym” neşirýaty.

744000. Aşgabat, Türkmenbaşy şaýoly, 18.