Fizikos olimpiados laimėtojo atmintinė

12 klasė · pasirengimas savivaldybių etapui

Atrinktos 9–12 klasių formulės. Įtrauktos ankstesnių klasių įprasto kurso temos, reikalingos dvyliktokui, ir keli būtini ankstesnio kurso pagrindai. Neįtrauktos papildomos žvaigždute pažymėtos temos bei naujos 12 klasės šalies etapo temos. Skirta mokytis: olimpiadoje atsineštu formulynu naudotis negalima.

Žymėjimai aiškinami prie kiekvieno bloko. Ta pati raidė skirtinguose skyriuose gali reikšti kitą dydį. Formulėse naudoti SI vienetus; vektorių projekcijas ir darbus skaičiuoti su ženklais.

1. Kinematika

$$v_{\text{vid}}=\frac{s}{\Delta t},\quad \vec{v}_{\text{vid}}=\frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t},\quad \vec{v}_{A/B}=\vec{v}_A-\vec{v}_B.$$

Vidutinis greitis ir santykinis judėjimas

s – visas kelias; Δt – laiko tarpas; $\Delta\vec{r}$ – poslinkis; $\vec{v}_{A/B}$ – kūno A greitis kūno B atžvilgiu. Kelio vidutinis greitis nėra vidutinio greičio vektoriaus modulis bendruoju atveju.

$$a_x=\frac{v_x-v_{0x}}{t},\quad v_x=v_{0x}+a_x t,$$

Tiesiaeigis tolygiai kintamas judėjimas

$$x=x_0+v_{0x}t+\frac{a_x t^2}{2},\quad v_x^2-v_{0x}^2=2a_x\left(x-x_0\right).$$

x_0, x – pradinė ir galutinė koordinatės; v_{0x}, v_x – greičio projekcijos; a_x – pastovaus pagreičio projekcija; t – laikas nuo stebėjimo pradžios.

$$\omega=\frac{2\pi}{T}=2\pi f,\quad v=\omega r,\quad a_{\text{ic}}=\frac{v^2}{r}=\omega^2 r.$$

Judėjimas apskritimu

ω – kampinis greitis; T – periodas; f – dažnis; r – apskritimo spindulys; a_{ic} – įcentrinis pagreitis. Tolygiai judant apskritimu jis nukreiptas į centrą.

2. Jėgos, pusiausvyra ir gravitacija

$$\sum\vec{F}=m\vec{a},\quad \vec{F}_{12}=-\vec{F}_{21},\quad F_g=mg,$$

Niutono dėsniai ir dažniausios jėgos

$$F_{\text{t},x}=-kx,\quad F_{\text{sl}}=\mu N,\quad F_{\text{rim}}\le\mu_s N.$$

m – masė; $\vec{a}$ – pagreitis; $\vec{F}$ – jėga; F_g – sunkio jėga; k – spyruoklės standumas; x – deformacija su ženklu; N – atramos reakcija; μ, μ_s – slydimo ir rimties trinties koeficientai. Veiksmo ir atoveiksmio jėgos veikia skirtingus kūnus. Rimties trintis nebūtinai lygi savo didžiausiai vertei.

$$M = F\ell, \quad \sum \vec{F} = 0, \quad \sum M = 0, \quad x_c = \frac{\sum m_i x_i}{\sum m_i}.$$

Jėgos momentas ir masės centras

M – jėgos momentas; ℓ – statmenas atstumas nuo ašies iki jėgos veikimo tiesės; x_c – masės centro koordinatė; m_i, x_i – dalių masės ir koordinatės. Momentai sumuojami su ženklais; abi pusiausvyros sąlygos turi galioti kartu.

$$F = G\frac{Mm}{r^2}, \quad g = \frac{GM}{r^2}, \quad E_p = -\frac{GMm}{r},$$

Visuotinė trauka ir orbitos

$$v_{\text{orb}} = \sqrt{\frac{GM}{r}}, \quad \frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM}.$$

G – gravitacijos konstanta; M, m – kūnų masės; r – atstumas tarp centrų; E_p – potencinė energija, jos nulį pasirinkus begalybėje; v_{orb} – apskritiminės orbitos greitis; a – elipsės didysis pusašis; T – orbitos periodas. Orbitų formulėse $M \gg m$. Traukos formulės tinka taškiniams ar nesusikertantiems sferiškai simetriškiems kūnams. Keplerio plotų dėsnis: per vienodus laiko tarpus spindulys vektorius nušluoja vienodus plotus.

3. Impulsas, darbas ir energija

$$\vec{p} = m\vec{v}, \quad \Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta t, \quad \sum \vec{p}_{\text{pr}} = \sum \vec{p}_{\text{gal}},$$

Judesio kiekis ir susidūrimai

$$\vec{v} = \frac{m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2}{m_1 + m_2}.$$

$\vec{p}$ – judesio kiekis; $\vec{F}\Delta t$ – pastovios atstojamosios jėgos impulsas; „pr“ ir „gal“ – pradinė ir galutinė būsenos. Judesio kiekis išlieka, kai išorinių jėgų bendras impulsas lygus nuliui. Paskutinė formulė – susijungusių kūnų greitis po visiškai netampraus susidūrimo. Tampriojo susidūrimo metu išlieka ir bendra kinetinė energija.

Darbas, galia, energija

$$E_k = \frac{mv^2}{2}, \quad E_p = mgh, \quad E_{\text{t}} = \frac{kx^2}{2},$$

$$A = Fs\cos\alpha, \quad P_{\text{vid}} = \frac{A}{\Delta t}, \quad P = Fv\cos\alpha,$$

$$A_{\text{atst}} = \Delta E_k, \quad E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}, \quad \eta = \frac{A_{\text{naud}}}{A_{\text{id}}}.$$

A – darbas; P – galia; s – poslinkio modulis tiesiaeigiame judėjime; α – kampas tarp jėgos ir poslinkio arba greičio; h – aukštis nuo pasirinkto nulinio lygio; η – naudingumo koeficientas; „naud“ – naudingasis, „id“ – įdėtasis darbas. Pirmoji darbo formulė taikoma pastoviai jėgai. Mechaninė energija išlieka, kai nėra jos nuostolių ar išorinio papildymo; į E_p įtraukiamos visos reikalingos potencinės energijos.

4. Slėgis ir skysčiai

$$p=\frac{F}{S},\ \ p=p_0+\rho g h,\ \ F_A=\rho_{\mathrm{sk}} g V_{\mathrm{pan}},$$

$$\frac{F_1}{S_1}=\frac{F_2}{S_2},\ \ S_1 s_1=S_2 s_2,\ \ \frac{V_{\mathrm{pan}}}{V}=\frac{\rho_{\mathrm{k}}}{\rho_{\mathrm{sk}}},\ \ \rho_1 h_1=\rho_2 h_2.$$

p – slėgis; $F_{¿}$ – paviršiui statmena jėga; S – plotas; p_0 – slėgis skysčio paviršiuje; ρ – tankis; h – gylis; F_A – Archimedo jėga; V_{pan} – panirusios dalies tūris; V – visas kūno tūris; $\rho_{\mathrm{k}}, \rho_{\mathrm{sk}}$ – kūno ir skysčio tankiai.

Hidraulinės sistemos formulės taikomos idealiai sistemai su nesuspaudžiamu skysčiu; s_1, s_2 – stūmoklių poslinkiai, aukščių skirtumo nepaisoma. Tūrių santykio formulė – laisvai plūduriuojančiam vienalyčiam kūnui. Paskutinė lygybė – susisiekiantiems indams su nesimaišančiais skysčiais ir vienodu slėgiu virš jų; aukščiai matuojami nuo bendro sandūros lygio.

5. Šiluma ir termodinamika

Šilumos kiekis ir balansas

$$Q=c m \Delta T, Q_{ht¿}=\lambda m, Q_{gar}=L m,\ \ Q=q_{\mathrm{deg}} m,\ \ \sum Q_i=0.$$

Q – šilumos kiekis; c – savitoji šiluma; ΔT – temperatūros pokytis; λ – savitoji lydymosi šiluma; L – savitoji garavimo šiluma; q_{deg} – kuro savitoji degimo šiluma. Balanso lygybėje gauta šiluma teigiama, atiduota neigiama; sistema izoliuota ir neatlieka išorinio darbo. Fazinio virsmo formulės taikomos virsmui esant atitinkamai virsmo temperatūrai.

Idealiosios dujos

$$\nu=\frac{m}{M},\ \ N=\nu N_A,\ \ T=t_{\mathrm{C}}+273{,}15,$$

$$p V=\nu R T=N k_B T,\ \ \frac{p_1 V_1}{T_1}=\frac{p_2 V_2}{T_2},$$

$$p=\frac{1}{3} n m_0 v_{\mathrm{kv}}^2,\ \ \bar{E}_k=\frac{3}{2} k_B T,\ \ v_{\mathrm{kv}}=\sqrt{\frac{3RT}{M}}.$$

ν – medžiagos kiekis; M – molinė masė; N – molekulių skaičius; N_A – Avogadro konstanta; T – absoliutinė temperatūra kelvinais; t_{C} – temperatūros skaitinė vertė Celsijaus laipsniais; V – tūris; R – universalioji dujų konstanta; k_B – Bolcmano konstanta; $n=N/V$ – molekulių koncentracija; m_0 – vienos molekulės masė; v_{kv} – vidutinis kvadratinis greitis; $\bar{E}_k$ – vidutinė molekulės slenkamojo judėjimo kinetinė energija.

Būsenų santykis galioja pastoviam dujų kiekiui. Izoterminis procesas: $pV=\mathrm{const}$; izobarinis: $V/T=\mathrm{const}$; izochorinis: $p/T=\mathrm{const}$.

$$U=\frac{3}{2}\nu R T,\ \ Q=\Delta U+A_{\text{duju}},\ \ A_{\text{duju}}=p\Delta V,$$

Vidinė energija, darbas ir šiluminis variklis

$$\eta=\frac{A}{Q_1}=\frac{Q_1-Q_2}{Q_1}.$$

U – vienatomių idealiųjų dujų vidinė energija; A_{duju} – dujų darbas (plečiantis teigiamas); Q – dujoms suteikta šiluma. Darbo formulė $p\Delta V$ tinka pastoviam slėgiui. Adiabatiniame procese $Q=0$. Variklio formulėje Q_1, Q_2 – gautos ir atiduotos šilumos moduliai, A – ciklo darbas.

6. Elektrostatika ir kondensatoriai

$$F=\frac{q_1 q_2}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r r^2},\ \ \vec{E}=\frac{\vec{F}}{q},\ \ \vec{E}=\sum\vec{E}_i,$$

Krūviai ir elektrinis laukas

$$E=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r r^2},\ \ \varphi=\frac{q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r r},$$

$$U_{12}=\varphi_1-\varphi_2,\ \ A_{1\to 2}=qU_{12},\ \ E_p=q\varphi,\ \ E=\frac{U}{d}.$$

q, q_1, q_2 – elektriniai krūviai; r – atstumas; ε_0 – elektrinė konstanta; ε_r – santykinė dielektrinė skvarba; $\vec{E}$ – elektrinio lauko stipris; φ – potencialas; U – įtampa; $A_{1\to 2}$ – lauko darbas perkeliant krūvį; E_p – krūvio potencinė energija išoriniame lauke. Taškinio krūvio formulės taikomos vienalytei terpei, potencialo nulis – begalybėje. Formulėje $\vec{E}=\vec{F}/q$ krūvis yra bandomasis. Formulė $E=¿U¿¿/d¿$ – vienalyčiam laukui; d matuojamas išilgai lauko.

$$C=\frac{q}{U},\ \ C=\frac{\varepsilon_0\varepsilon_r S}{d},\ \ C_{¿}=\sum C_i,\ \ \frac{1}{C_{\text{nuos}}}=\sum\frac{1}{C_i},$$

Talpa ir energija

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

C – talpa; q – teigiamojo elektrodo krūvis; S – elektrodų persidengimo plotas; d – atstumas tarp elektrodų; W_e – elektrinio lauko energija. Plokščiojo kondensatoriaus formulėje nepaisoma kraštų efektų. Indeksai nurodo lygiagretųjį arba nuoseklųjį jungimą.

$$I=\frac{\Delta q}{\Delta t},\ \ R=\rho_{\text{el}}\frac{\ell}{S},\ \ U=IR,$$

7. Nuolatinė elektros srovė

$$R_{\text{nuos}}=\sum R_i,\ \ \frac{1}{R_{¿}}=\sum \frac{1}{R_i},\ \ I=\frac{\mathscr{E}}{R+r},\ \ U=\mathscr{E}-I\,r,$$

$$A=U\,I\,t,\ \ P=U\,I=I^2R=\frac{U^2}{R},\ \ Q=I^2Rt.$$

I – srovės stipris; Δq – perneštas krūvis; R – varža; ρ_{el} – savitoji varža; ℓ – laidininko ilgis; S – skerspjūvio plotas; $\mathscr{E}$ – šaltinio elektrovara; r – vidinė varža; U – įtampa; A – elektros srovės darbas; P – galia; Q – išsiskyrusi šiluma.

Visos grandinės Omo dėsnio formulėje R yra išorinė varža. $U=\mathscr{E}-I\,r$ – srovę tiekiančio šaltinio gnybtų įtampa. Darbo ir šilumos formulės parašytos pastoviai srovei. Galios išraiškos su R taikomos rezistoriui. Nuosekliai sujungtuose elementuose srovė vienoda, lygiagrečiai – įtampa vienoda.

8. Magnetinis laukas ir indukcija

$$F_A=B\,I\,\ell\sin\alpha,\ \ F_L=q\,v\,B\sin\alpha,\ \ r=\frac{m\,v}{q\,B},\ \ T=\frac{2\,\pi\,m}{q\,B}.$$

Magnetinės jėgos

F_A – Ampero jėga; F_L – magnetinė Lorenco jėga; B – magnetinė indukcija; ℓ – tiesaus laidininko ilgis lauke; α – kampas tarp srovės (ar greičio) ir lauko; q, m, v – dalelės krūvis, masė, greitis; r, T – judėjimo spindulys ir periodas. Paskutinės dvi formulės – judėjimui statmenai vienalyčiam laukui, kai greitis nereliatyvistinis. Magnetinė jėga darbo neatlieka.

$$\Phi=B\,S\cos\alpha,\ \ \mathscr{E}_i=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t},\ \ \mathscr{E}_i=-N\frac{d\,\Phi}{d\,t},\mathscr{E}_i=B\,\ell\,v,$$

Srautas, indukcija ir energija

$$N\,\Phi=L\,I,\ \ \mathscr{E}_s=-L\frac{\Delta I}{\Delta t},\ \ W_m=\frac{L\,I^2}{2},\ \ \mu_r=\frac{B}{B_0}.$$

Φ – magnetinis srautas per vieną viją; S – paviršiaus plotas; čia α – kampas tarp lauko ir paviršiaus NORMALĖS; N – vijų skaičius; $\mathscr{E}_i$ – indukuotoji elektrovara; L – induktyvumas; $\mathscr{E}_s$ – saviindukcijos elektrovara; W_m – magnetinio lauko energija; μ_r – santykinė magnetinė skvarba.

Formulės su baigtiniais pokyčiais duoda vidutinę elektrovarą; momentinei saviindukcijos elektrovarai naudojama $-L\,d\,I/d\,t$. Minusas išreiškia Lenco taisyklę. Formulėje $B\,\ell\,v$ strypas, greitis ir laukas tarpusavyje statmeni. Induktyvumas laikomas pastoviu; $N\,\Phi$ – savosios srovės srauto sąsaja. Skvarbos santykis taikomas tiesinei terpei, esant tam pačiam įmagnetinančiam laukui; B_0 – indukcija vakuume.

9. Harmoniniai svyravimai ir virpesių kontūras

Mechaniniai svyravimai

$$x=A\,\mathrm{c}\left(\omega\,t+\varphi_0\right),\ \ v=-A\,\omega\,\mathrm{s}\left(\omega\,t+\varphi_0\right),\ \ a=-\omega^2x,$$

$$v_{\text{m}}=A\,\omega,\ \ a_{\text{m}}=A\,\omega^2,\ \ \omega=\frac{2\,\pi}{T},$$

$$T_{\mathrm{sp}}=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}},\ \ T_{\mathrm{sv}}=2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}},\ \ E=\frac{kA^2}{2}=\frac{mv^2}{2}+\frac{kx^2}{2}.$$

x – nuokrypis nuo pusiausvyros; A – amplitudė; ω – kampinis dažnis; φ_0 – pradinė fazė; v, a – greičio ir pagreičio projekcijos; T_{sp} – spyruoklinio svyruoklio periodas; T_{sv} – matematinės švytuoklės periodas; ℓ – jos ilgis. Švytuoklės formulė tinka mažiems kampams. Energijos lygybė – neslopinamam spyruokliniam svyruokliui, x matuojamas nuo pusiausvyros.

$$T=2\pi\sqrt{LC},\ \ \omega_0=\frac{1}{\sqrt{LC}},\ \ q=q_{\mathrm{m}}\mathrm{c}\left(\omega_0 t+\varphi_0\right),$$

Elektriniai virpesiai

$$I=\frac{dq}{dt},\ \ I_{\mathrm{m}}=\omega_0 q_{\mathrm{m}},\ \ W=\frac{q^2}{2C}+\frac{LI^2}{2}=\frac{q_{\mathrm{m}}^2}{2C}=\frac{LI_{\mathrm{m}}^2}{2}.$$

L – induktyvumas; C – talpa; ω_0 – savasis kampinis dažnis; q – pasirinkto elektrodo krūvis; I – srovės stipris; W – bendra energija. Taikoma idealiam LC kontūrui. Lygybėje $I=dq/dt$ teigiama srovės kryptis nukreipta į pasirinktą elektrodą. Rezonansas: silpnai slopinamą sistemą stipriausiai sužadina jėga, kurios dažnis artimas savajam.

10. Kintamoji srovė

$$u=U_{\mathrm{m}}\mathrm{c}\left(\omega t+\varphi_u\right),\ \ i=I_{\mathrm{m}}\mathrm{c}\left(\omega t+\varphi_i\right),$$

$$U_{\mathrm{ef}}=\frac{U_{\mathrm{m}}}{\sqrt{2}},\ \ I_{\mathrm{ef}}=\frac{I_{\mathrm{m}}}{\sqrt{2}},\ \ X_L=\omega L,\ \ X_C=\frac{1}{\omega C}.$$

u, i – momentinės įtampos ir srovės vertės; U_{m}, I_{m} – amplitudės; U_{ef}, I_{ef} – efektinės vertės; φ_u, φ_i – pradinės fazės; X_L, X_C – induktyvioji ir talpinė varžos. Efektinių verčių santykiai su amplitudėmis tinka sinusiniams signalams.

$$I_{\mathrm{ef}}=\frac{U_{\mathrm{ef}}}{R},\ \ I_{\mathrm{ef}}=\frac{U_{\mathrm{ef}}}{X_L},\ \ I_{\mathrm{ef}}=\frac{U_{\mathrm{ef}}}{X_C}.$$

Atskiram rezistoriui, idealiai ritei ar kondensatoriui atitinkamai:

Rezistoriuje įtampos ir srovės fazės sutampa; ritėje srovė atsilieka nuo įtampos $\pi/2$, kondensatoriuje – ją

$$\bar{P}=U_{\mathrm{ef}}I_{\mathrm{ef}}=I_{\mathrm{ef}}^2R=\frac{U_{\mathrm{ef}}^2}{R},\ \ Q=\bar{P}t,\ \ p(t)=u(t)i(t).$$

pralenkia $\pi/2$.

$\bar{P}$ – vidutinė galia grandinėje, turinčioje tik aktyviąją varžą; Q – per laiką t išsiskyrusi šiluma (vidutinė galia imama visiems periodams arba pakankamai ilgam laikui); $p(t)$ – momentinė galia.

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

Idealus transformatorius

N_1, N_2 – pirminės ir antrinės apvijų vijų skaičiai; U_1, U_2, I_1, I_2 – efektinės įtampų ir srovių vertės; nuostolių nepaisoma.

$$v = \lambda f = \frac{\lambda}{T}, \quad \Delta\varphi = \frac{2\pi\Delta r}{\lambda},$$

11. Bangos ir optikos pagrindas

$$\Delta r = m\lambda \text{ (maksimumas)}, \quad \Delta r = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda \text{ (minimumas)}.$$

v – bangos sklidimo greitis; λ – bangos ilgis; f – dažnis; T – periodas; $\Delta\varphi$ – fazių skirtumas; Δr – kelių skirtumas; m – sveikasis skaičius. Interferencijos sąlygos pateiktos vienodos pradinės fazės koherentinėms bangoms vienalytėje terpėje, kai nėra papildomų fazės šuolių. Visiškai panaikinama tik esant vienodoms

$$n = \frac{c}{v}, \quad n_1 \sin\alpha = n_2 \sin\beta, \quad \sin\alpha_{\text{rib}} = \frac{n_2}{n_1} \ (n_1 > n_2).$$

amplitudėms.

n – lūžio rodiklis; c – šviesos greitis vakuume; α, β – kritimo ir lūžio kampai su normale; α_{rib} – visiškojo vidaus

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}, \quad \Gamma = -\frac{b}{a}, \quad D = \frac{1}{f}.$$

atspindžio ribinis kampas.

Čia f – lęšio židinio nuotolis; a – daikto atstumas; b – atvaizdo atstumas; Γ – skersinis didinimas; D – laužiamoji geba. Kai f išreikštas metrais, D matuojamas dioptrijomis. Realiam daiktui $a > 0$; tikram atvaizdui $b > 0$, menamam $b < 0$; glaudžiamajam lęšiui $f > 0$, sklaidomajam $f < 0$. Neigiamas didinimas reiškia apverstą atvaizdą.

12. Paklaidos, grafikai ir konstantos

$$\bar{x} = \frac{x_1 + \cdots + x_n}{n}, \quad x = \bar{x} \pm \Delta x, \quad \delta_x = \frac{\Delta x}{|\bar{x}|} \cdot 100\,\%.$$

Matavimo rezultatas

$\bar{x}$ – matavimų vidurkis; n – matavimų skaičius; Δx – absoliučioji paklaida; δ_x – santykinė paklaida. Absoliučioji paklaida turi tuos pačius vienetus kaip matuojamas dydis.

Grafikų prasmė. $v_x(t)$ grafiko plotas su ženklu – poslinkis; $F_x(x)$ – darbas; $p(V)$ – dujų darbas; $I(t)$ – perneštas krūvis. $x(t)$ grafiko nuolydis – greičio projekcija, $v_x(t)$ – pagreičio projekcija. Tiesės $y = kx + b$ nuolydis $k = \Delta y / \Delta x$.

Dažniausios konstantos (apytikslės vertės)

Dydis	Žymėjimas ir vertė
Laisvojo kritimo pagreitis prie Žemės paviršiaus	$g \approx 9{,}81\ \text{m/s}^2$
Gravitacijos konstanta	$G \approx 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ \text{N m}^2/\text{kg}^2$
Šviesos greitis vakuume	$c \approx 3{,}00 \cdot 10^8\ \text{m/s}$
Elementarusis krūvis	$e \approx 1{,}60 \cdot 10^{-19}\ \text{C}$
Elektrinė konstanta	$\varepsilon_0 \approx 8{,}85 \cdot 10^{-12}\ \text{F/m}$

Dydis	**Žymėjimas ir vertė**
Magnetinė konstanta	$\mu_0 \approx 4\pi \cdot 10^{-7}\,\mathrm{H/m}$
Bolcmano konstanta	$k_B \approx 1{,}38 \cdot 10^{-23}\,\mathrm{J/K}$
Avogadro konstanta	$N_A \approx 6{,}02 \cdot 10^{23}\,\mathrm{mol^{-1}}$
Universalioji dujų konstanta	$R \approx 8{,}31\,\mathrm{J/(mol\,K)}$

Perskaičiavimai: $1\,\mathrm{kWh} = 3{,}6 \cdot 10^{6}\,\mathrm{J}$; $1\,\mathrm{L} = 10^{-3}\,\mathrm{m^3}$; $1\,\mathrm{cm^2} = 10^{-4}\,\mathrm{m^2}$; $1\,\mathrm{cm^3} = 10^{-6}\,\mathrm{m^3}$. Priešdėliai: G – 10^{9}, M – 10^{6}, k – 10^{3}, m – 10^{-3}, μ – 10^{-6}, n – 10^{-9}, p – 10^{-12}.

Sprendžiant: nubrėžti schemą, pasirinkti ašis ir ženklus, pirmiausia gauti bendrą išraišką, patikrinti vienetus ir ribinius atvejus, tik tada įstatyti skaičius. Sąlygoje duotų dydžių žymėjimų nekeisti. Jei sąlyga nurodo konstantos vertę, naudoti ją.

Programos šaltinis: LiNeŠA „Fizikos olimpiadų programa“, patvirtinta 2025-09-24, 2025–2026 m. redakcija. https://www.linesa.lt/uploads/images/pages/Fizikos%20Olimpiadu%20Programa%202025_2026.pdf