Fizikos olimpiados laimėtojo atmintinė

11 klasė · savivaldybių etapas

Iš naujo parengtas 9–11 klasių formulių rinkinys pagal mūsų pasirinktą apimtį. Įtraukti reikalingi ankstesnių klasių pagrindai. Neįtrauktos papildomos žvaigždute pažymėtos temos, naujos 11 klasės šalies etapo temos ir 12 klasės temos. Atmintinė skirta pasirengimui: olimpiadoje atsineštu formulynu naudotis negalima.

1. Kinematika

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

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

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

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

x_0, x – koordinatės; v_{0x}, v_x – greičio projekcijos; a_x – pastovaus pagreičio projekcija; t – laikas nuo stebėjimo pradžios. Projekcijas skaičiuokite su ženklais.

$$x=v_0\cos\alpha\, t,\quad y=y_0+v_0\sin\alpha\, t-\frac{g t^2}{2}.$$

Metimas kampu α į horizontą: v_0 – pradinis greitis; y_0 – pradinis aukštis; g – laisvojo kritimo pagreitis. Pasirinkta $x_0=0$, vertikalioji ašis aukštyn; oro pasipriešinimo nepaisoma.

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

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

2. Jėgos, pusiausvyra ir gravitacija

$$\sum\vec{F}=m\vec{a},\quad \vec{F}_{12}=-\vec{F}_{21},\quad F_g=mg,$$
$$F_{\text{t},x}=-kx,\quad F_{\text{sl}}=\mu N,\quad F_{\text{rim}}\le\mu_s N.$$

m – masė; $\vec{a}$ – pagreitis; 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 nėra visada didžiausia.

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

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.

$$F = G\frac{Mm}{r^2},\ g = \frac{GM}{r^2},\ E_p = -\frac{GMm}{r},$$
$$v_{orb} = \sqrt{\frac{GM}{r}},\ \frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM}.$$

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

3. Impulsas, darbas ir energija

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

$\vec{p}$ – judesio kiekis; $\vec{F}_{vid}$ – vidutinė atstojamoji jėga; Δt – poveikio laikas. Tvermė taikoma, kai išorinių jėgų bendras impulsas lygus nuliui. Tampriame susidūrime išlieka ir bendra kinetinė energija. Visiškai netampriame susidūrime kūnai susijungia:

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

m_1, m_2 – masės; $\vec{v}_1, \vec{v}_2$ – greičiai iki susidūrimo; $\vec{v}$ – bendras greitis po jo.

$$A = Fs\cos\alpha,\ P_{vid} = \frac{A}{\Delta t},\ P = Fv\cos\alpha,$$
$$E_k = \frac{mv^2}{2},\ E_p = mgh,\ E_t = \frac{kx^2}{2},$$
$$A_{atst} = \Delta E_k,\ E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2},\ \eta = \frac{A_{naud}}{A_{id}}.$$

A – darbas; P – galia; s – poslinkio modulis; α – kampas tarp jėgos ir poslinkio arba greičio; h – aukštis nuo pasirinkto nulio; η – naudingumo koeficientas. Darbo formulėje jėga pastovi. Mechaninė energija išlieka nesant nuostolių ar išorinio papildymo. Į E_p įtraukiamos reikalingos potencinės energijos.

4. Slėgis ir skysčiai

$$\rho = \frac{m}{V},\ p = \frac{F_{\perp}}{S},\ p = p_0 + \rho gh,\ F_A = \rho_{sk} g V_{pan},$$
$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2},\ S_1 s_1 = S_2 s_2,\ \frac{V_{pan}}{V} = \frac{\rho_k}{\rho_{sk}},\ \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2.$$

ρ – tankis; V – tūris; p – slėgis; $F_{\perp}$ – paviršiui statmena jėga; S – plotas; p_0 – slėgis skysčio paviršiuje; h – gylis; V_{pan} – panirusios dalies tūris; ρ_k, ρ_{sk} – kūno ir skysčio tankiai. Hidraulinės formulės – idealiai sistemai, nepaisant aukščių skirtumo; s_1, s_2 – stūmoklių eigos. Tūrių santykis – laisvai plūduriuojančiam vienalyčiam kūnui. Paskutinė formulė – nesimaišantiems skysčiams susisiekiančiuose induose su vienodu slėgiu virš jų; aukščiai nuo bendro sandūros lygio.

5. Šiluminiai reiškiniai

$$Q = cm\Delta T,\ |Q_{lyd}| = \lambda m,\ |Q_{gar}| = Lm,\ Q_{deg} = q_{deg}m.$$

c – savitoji šiluma; ΔT – temperatūros pokytis; λ – savitoji lydymosi šiluma; L – savitoji garavimo šiluma; q_{deg} – savitoji degimo šiluma; m – medžiagos arba kuro masė. Fazinio virsmo formulėse pateikiamas šilumos kiekio modulis.

$$\sum Q_i = 0,\ \ \eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}.$$

Balansas taikomas izoliuotai sistemai be išorinio darbo: gauta šiluma teigiama, atiduota neigiama. Šiluminio variklio formulėje Q_1, Q_2 – gautos ir atiduotos šilumos moduliai; A – naudingasis ciklo darbas. Dujų būsenos lygties, molekulinės kinetinės teorijos ir Karno ciklo čia nėra.

6. Nuolatinė elektros srovė

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

$$R_{\text{nuos}} = \sum R_i,\ \ \frac{1}{R_{\text{ių}}} = \sum \frac{1}{R_i},$$

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

I – srovės stipris; q – krūvis; R – varža; ρ_{el} – savitoji varža; ℓ – laido ilgis; S – skerspjūvio plotas; U – įtampa; t – laikas; Q – išsiskyrusi šiluma. Darbo ir šilumos formulėse dydžiai pastovūs. Galios išraiškos su R taikomos rezistoriui. Nuosekliai srovė vienoda, įtampos sudedamos; lygiagrečiai įtampa vienoda, srovės sudedamos. Šaltinio vidinės varžos nenagrinėjame.

7. Magnetizmas ir kintamosios srovės pagrindai

$$F_A = B I \ell \sin\alpha,\ \ U_{\text{ef}} = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}},\ \ I_{\text{ef}} = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}},$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1},\ \ \bar{P} = I_{\text{ef}}^2 R = \frac{U_{\text{ef}}^2}{R},\ \ Q = \bar{P} t.$$

F_A – Ampero jėga; B – magnetinė indukcija; ℓ – tiesaus laidininko ilgis lauke; α – kampas tarp srovės ir lauko krypčių. Efektinių ir amplitudinių verčių ryšiai – sinusiniams signalams. N_1, N_2 – idealaus transformatoriaus vijų skaičiai; jo įtampos ir srovės – efektinės. $\bar{P}$ – rezistoriaus vidutinė galia; šilumos formulė taikoma sveikam periodų skaičiui arba ilgam laikui.

Elektromagnetinė indukcija nagrinėjama kokybiškai. Faradėjaus, Lorenco jėgos ir saviindukcijos formulių, reaktyviųjų varžų bei fazių poslinkių šiame rinkinyje nėra.

8. Svyravimai ir bangos

$$T = \frac{t}{N},\ \ f = \frac{N}{t} = \frac{1}{T},\ \ T_{\text{sv}} = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}},\ \ T_{LC} = 2\pi\sqrt{LC},$$

$$v = \lambda f = \frac{\lambda}{T},\ \ \Delta r = m\lambda,\ \ \Delta r = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda.$$

N – pilnų svyravimų skaičius per laiką t; T – periodas; f – dažnis; ℓ – matematinės švytuoklės ilgis (maži kampai); L, C – idealaus kontūro induktyvumas ir talpa. v – bangos greitis; λ – bangos ilgis; vakuume elektromagnetinei bangai $v = c$.

Paskutinės dvi formulės – interferencijos maksimumas ir minimumas vienodos pradinės fazės koherentinėms bangoms, nesant papildomų fazės šuolių; Δr – kelių skirtumas; m – sveikasis skaičius. Visiškas panaikinimas – tik vienodoms amplitudėms. Rezonansas: priverstinių svyravimų amplitudė padidėja, kai išorinio poveikio dažnis artimas savajam. Spyruoklinio svyruoklio periodo ir harmoninių svyravimų lygčių čia nėra.

9. Optika

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

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

n – lūžio rodiklis; c – šviesos greitis vakuume; α,β – kritimo ir lūžio kampai su normale; α_{rib} – visiškojo vidaus atspindžio ribinis kampas. Lęšio formulėse f – židinio nuotolis, a,b – daikto ir atvaizdo atstumai, Γ – didinimas, D – laužiamoji geba (kai f metrais, D dioptrijomis). Realiam daiktui $a>0$; tikram atvaizdui $b>0$, menamam $b<0$; glaudžiamajam lęšiui $f>0$, sklaidomajam $f<0$. Neigiamas didinimas – apverstas atvaizdas.

10. Matavimai ir vienetai

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

$\bar{x}$ – matavimų vidurkis; n – jų skaičius; Δx – absoliučioji paklaida (tie patys vienetai kaip x); δ_x – santykinė paklaida. Paklaidą vertinkite pagal prietaisą ar sąlygoje nurodytą metodą.

$g\approx 9,81\,\text{m/s}^2$; $G\approx 6,67\cdot 10^{-11}\,\text{N m}^2/\text{kg}^2$; $c\approx 3,00\cdot 10^8\,\text{m/s}$. Jei sąlygoje pateikta kita apytikslė vertė, naudokite ją.

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

Sprendimo eiga: schema → tarpiniai dydžiai → bendroji išraiška → skaičiavimai → vienetų ir rezultato prasmės patikra. Sąlygoje duotų žymėjimų nekeiskite.

Šaltinis: LiNeŠA „Fizikos olimpiadų programa“, patvirtinta 2025-09-24, 2025–2026 m. redakcija. 11 klasės savivaldybių etapui įtrauktas ankstesnių klasių įprastas kursas. https://www.linesa.lt/uploads/images/pages/Fizikos%20Olimpiadu%20Programa%202025_2026.pdf