

ВИСОКА ЖЕЛЕЗНИЧКА ШКОЛА СТРУКОВНИХ СТУДИЈА У БЕОГРАДУ

29. јуни 2010.

ФИЗИКА

РЕШЕЊА ЗАДАТАКА СА ПРИЈЕМНОГ ИСПИТА

1. Воз вози од Београда до Ниша (200 km) тако што је првих 150 km прешао за 2 сата. Преосталих 50 km је прешао брзином 100 km/h.

а. Написати дефиниције и формуле за пређени пут и средњу брзину код кретања.

б. Колика је средња брзина воза на датој релацији?

$$1. S_1 = 150 \text{ km}, S_2 = 50 \text{ km}, t_1 = 2 \text{ h}, v_2 = 100 \text{ km/h}; v_{\text{средње}} = ?$$

а) пређени пут за средњу брзину v_{sr} и укупно време: $S = v_{sr} \cdot t$. Средња брзина: $v_{\text{средње}} = \frac{S_{\text{укупно}}}{t_{\text{укупно}}}$.

б) $S_{\text{укупно}} = S_1 + S_2 = 200 \text{ km}$

$$t_1 = 2 \text{ h}; t_2 = \frac{S_2}{v_2} = \frac{50 \text{ km}}{100 \text{ km/h}} = 0.5 \text{ h}; t_{\text{укупно}} = t_1 + t_2 = 2 \text{ h} + 0.5 \text{ h} = 2.5 \text{ h}$$

$$v_{\text{средње}} = \frac{S_{\text{укупно}}}{t_{\text{укупно}}} = \frac{200 \text{ km}}{2.5 \text{ h}} = 80 \text{ km/h}$$

2. Индустриски воз састављен од једног вагона и једне локомотиве убрзава из станице и достиже брзину од 36 km/h за 100 секунди. Маса локомотиве је 60 тона а маса вагона је 40 тона.

а. Написати дефиниције и формуле за пређени пут и брзину код убрзаног кретања као и Њутнов закон динамике који повезује силу, масу и убрзање.

б. Колика је убрзање воза и колика је вучна сила локомотиве?

$$2. m_l = 60 \text{ t} = 60000 \text{ kg}, m_v = 40 \text{ t} = 40000 \text{ kg}; t = 100 \text{ s}, v_0 = 0; v = 36 \text{ km/h} = 36 \cdot 1000 \text{ m} / 3600 \text{ s} = 10 \text{ m/s}$$
$$a = ?; F = ?$$

а) тренутна брзина и пређени пут код убрзаног кретања се рачунају према:

$$v = v_0 + a \cdot t; S = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$$

б) $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t} = \frac{10 - 0}{100} = 0.1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

$$F = ma = (m_l + m_v) \cdot a = 100000 \cdot 0.1 = 10000 \text{ N} = 10 \text{ kN}$$

3. Теретни лифт подиже терет масе 10000 kg на висину од 10 m за време 10 s. Убрзање земљине теже је 10 m/s^2

а. Написати дефиниције и формуле за рад силе на путу.

б. Колики рад изврши лифт?

$$3. m = 10000 \text{ kg}; H = 10 \text{ m}; t = 10 \text{ s}$$

$$A = ?$$

а) рад силе на путу се рачуна према: $A = F \cdot S$

$$б) F = mg; S = H$$

$$A = F \cdot S = mg \cdot H = 10000 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 10 \text{ m} = 1000000 \text{ J} = 1 \text{ MJ}$$

4. Тело масе 100 g има брзину 10 m/s. Удара у зид и заустави се у зиду у току 0,2 секунде (трајања судара).

а. Написати дефиниције и формуле за кинетичку енергију и импулс тела, везу силе и промене импулса у времену.

б. Колика је сила удара тела у зид?

$$4. m = 100 \text{ g}; v = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}; t = 0.2 \text{ s}$$

а) кинетичка енергија тела је $E_k = \frac{1}{2}mv^2$; импулс тела је $p = mv$;

сила на тело због промене импулса у времену је $F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{p_2 - p_1}{t}$

$$б) p_1 = mv_1 = 0,100 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s} = 1 \text{ kgm/s}, p_2 = 0; F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{p_2 - p_1}{t} = \frac{0 - 1}{0.2} = -5 \text{ N} \text{ (сила је кочиона)}$$

5. Две сферне оловне кугле маса $M=10000 \text{ kg}$ и $m=10 \text{ kg}$ се гравитационо привлаче. Гравитациона

константа је $\gamma = 6.672 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}$.

а. Написати дефиниције и формуле за гравитационо поље и гравитациону силу.

б. Колика је сила између кугли ако су на растојању 1m од центра до центра?

$$5. M = 10000 \text{ kg}; m = 10 \text{ kg}; \gamma = 6.672 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}; r = 1 \text{ m}$$

$$G_M = ?; F_m = ?$$

а) гравитационо поље и гравитациона сила су: $G_M(r) = \gamma \frac{M}{r^2}$; $F = \gamma \frac{Mm}{r^2}$

$$б) F = \gamma \frac{Mm}{r^2} = 6.672 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2} \frac{10000 \text{ kg} \cdot 10 \text{ kg}}{1 \text{ m}^2} = 6.672 \cdot 10^{-6} \text{ N}$$

6. Топлотни мотор са унутрашњим сагоревањем током једног обрта сагоревањем бензина развија топлоту од 2000 J. У издувним гасовима и хлађењем одведе се топлоте 1500 J. Број обртаја мотора је 6000 обртаја у минути.

а) Написати дефиниције и формуле за механички рад и коефицијент корисног дејства топлотног мотора.

б) Колики је механички рад у једном обрту и коефицијент корисног дејства мотора?

$$6. Q_1 = 2000J; Q_2 = 1500J; n = 6000ob / min = 6000o / 60s = 100 \frac{ob}{s}$$

$$а) A_1 = Q_1 - Q_2 \text{ по једном обрту; } \mu = \frac{A}{Q_1}$$

$$б) \text{ рад у току једног обрта је } A_1 = Q_1 - Q_2 = 2000 - 1500 = 500J; \mu = \frac{A}{Q_1} = \frac{500J}{2000J} = 0,25 = 25\%$$

7. Кисеоник у челичним боцама укупне запремине 1 m^3 има температуру $27 \text{ }^\circ\text{C}$ и притисак 100 bara .

а) Написати универзалну гасну једначину и једначину изохорског процеса.

б) Ако се боце загреју на температуру $127 \text{ }^\circ\text{C}$, колики је притисак у боцама (запремина остаје иста)?

$$7. V_1 = 1\text{m}^3; T_1 = 273 + 27 = 300\text{K}; P_1 = 150\text{bar} = 150 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$P_2 = ?$$

а) универзална гасна једначина је $PV = nRT$ а за изохорски процес важи $\frac{P}{T} = const..$

$$б) V_1 = 1\text{m}^3; T_1 = 273 + 27 = 300\text{K}; P_1 = 150\text{bar} = 150 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$V_2 = 1\text{m}^3; T_2 = 273 + 127 = 400\text{K}; P_2 = ?$$

Изохорски процес, запремина је иста: из $P_1V_1 = nRT_1$ и $P_2V_2 = nRT_2$ sledi: $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$;

$$P_2 = \frac{P_1}{T_1} T_2 = \frac{150 \cdot 10^5 \text{ Pa}}{300} 400 = 200 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

8. Два сферна наелектрисања, $Q = 10 \text{ mC}$ и $q = 1 \text{ mC}$ се привлаче електростатичком силом. Позната је

$$\text{константа } k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}.$$

а. Написати основне појмове и формуле за Кулонову силу.

б. Колика је електростатичка сила између куглица ако се налазе на међусобном растојању од једног метра?

$$8. Q = 10\text{mC} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ C} = 10^{-2} \text{ C}; q = 1\text{mC} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ C}; k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}; r = 1\text{m}$$

$$E_Q = ?; F_q = ?;$$

а) Електрично поље од наелектрисања Q на растојању r је $E_Q(r) = k \frac{Q}{r^2}$; сила између два наелектрисања

$$\text{је } F_{Qq}(r) = k \frac{Q \cdot q}{r^2}$$

$$б) F_{Qq}(1\text{m}) = k \frac{Qq}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{10^{-2} 10^{-3}}{1^2} = 9 \cdot 10^4 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

9. Тело масе $m = 10 \text{ g}$ везано је за опругу крутости $k = 1 \text{ N/m}$ и осцилује на глаткој хоризонталној подлози амплитудом $x_0 = 1 \text{ cm}$.

а) Написати основне појмове и формуле везане за механичке осцилације.

б) Колика је фреквенција ω осциловања тела?

$$9. m = 10 \text{ g} = 0,01 \text{ kg}; k = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}}; x_0 = 1 \text{ cm} = 0.01 \text{ m}$$

$$\omega = f = ?;$$

а) фреквенција осциловања је $\omega = f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$. Период осциловања је $T = 1/\omega = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

$$\text{б) } \omega = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{0.01}} = \frac{10}{2\pi}$$

10. Светлост брзине $300\,000 \text{ km/s}$ има таласну дужину 500 nm .

а) Написати основне појмове и формуле које повезују брзину, таласну дужину, фреквенцију и период осциловања електромагнетног таласа.

б) Колика је фреквенција светлости и период осцилације светлости?

$$10. c = 300000 \text{ km/s} = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}; \lambda = 500 \text{ nm} = 500 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

$$v = ?; T = ?;$$

$$\text{а) } c = \lambda \cdot v \Rightarrow v = \frac{c}{\lambda}, T = 1/v$$

$$\text{б) } c = \lambda \cdot v \Rightarrow v = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{500 \cdot 10^{-9}} = \frac{3 \cdot 10^8}{5 \cdot 10^{-7}} = 0.6 \cdot 10^{15} \text{ Hz}; T = \frac{1}{v} = \frac{1}{0.6 \cdot 10^{15}} = 1.66 \cdot 10^{-15} \text{ s}$$