

Вказівки та розв'язки завдання II (районного) етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики 2018-2019 н.р.

11 клас

1. Тіло, рухаючись з постійним прискоренням зі стану спокою, пройшло певний шлях. Чому дорівнює відношення середньої швидкості тіла на другій половині шляху до середньої швидкості на першій половині шляху?

Розв'язання

$$S = \frac{at^2}{2} \quad S_1 = S_2 = \frac{S}{2}$$

$$S_1 = \frac{at_1^2}{2} \quad t_1 = \sqrt{\frac{2S_1}{a}} = \sqrt{\frac{S}{a}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2S}{a}}$$

$$t_2 = t - t_1 = \sqrt{\frac{2S}{a}} - \sqrt{\frac{S}{a}} = \sqrt{\frac{S}{a}} (\sqrt{2} - 1)$$

$$v_{cp-1} = \frac{S_1}{t_1} = \frac{\frac{S}{2}}{\sqrt{\frac{S}{a}}} = \frac{\sqrt{Sa}}{2} \quad v_{cp-2} = \frac{S_2}{t_2} = \frac{\frac{S}{2}}{\sqrt{\frac{S}{a}} (\sqrt{2} - 1)} = \frac{\sqrt{Sa}}{2(\sqrt{2} - 1)} = \frac{\sqrt{Sa} (\sqrt{2} + 1)}{2}$$

$$\frac{v_{cp-2}}{v_{cp-1}} = \sqrt{2} + 1 \approx 2,4$$

Відповідь: 2,4

2. Скільки ходів повинен зробити поршневий насос з об'ємом робочого циліндру V_0 , щоб відкачати повітря з балона місткістю V від тиску p_0 до тиску p . Зміною температури знехтувати.

Розв'язання

$$T = const$$

$$\text{Після першого ходу} \quad p_0 V = p_1 (V + V_0) \quad p_1 = p_0 \frac{V}{V + V_0}$$

Перед другим ходом тиск p_1 об'єм V , після другого ходу тиск p_2 об'єм $V + V_0$

$$p_1 V = p_2 (V + V_0) \quad p_2 = p_1 \frac{V}{V + V_0} = p_0 \left(\frac{V}{V + V_0} \right)^2$$

$$p_n = p_0 \left(\frac{V}{V + V_0} \right)^n \quad p = p_0 \left(\frac{V}{V + V_0} \right)^n \quad n = \frac{\lg \left(\frac{p}{p_0} \right)}{\lg \left(\frac{V}{V + V_0} \right)}$$

Відповідь: $\frac{\lg \left(\frac{p}{p_0} \right)}{\lg \left(\frac{V}{V + V_0} \right)}$

3. Амперметр з опором $R_1 = 2 \text{ Ом}$, підключений до джерела ЕРС, показує струм $I = 5 \text{ А}$. Вольтметр з опором $R_2 = 150 \text{ Ом}$, підключений до того ж джерела ЕРС, показує напругу $U = 12 \text{ В}$. Визначте величину струму короткого замикання джерела.

Розв'язання

$$I = \frac{E}{R_1 + r} \quad r = \frac{E}{I} - R_1$$

$$U = \frac{ER_2}{r + R_2} \quad r = \frac{ER_2}{U} - R_2$$

$$\frac{E}{I} - R_1 = \frac{ER_2}{U} - R_2 \quad R_2 - R_1 = E \left(\frac{R_2}{U} - \frac{1}{I} \right) \quad E = \frac{IU(R_2 - R_1)}{IR_2 - U}$$

$$r = \frac{U(R_2 - R_1)}{IR_2 - U} \quad R_1 = \frac{UR_2 - IR_2R_1}{IR_2 - U} = \frac{R_2(U - IR_1)}{IR_2 - U}$$

$$I_{к.з} = \frac{E}{r} = \frac{IU(R_2 - R_1)}{R_2(U - IR_1)} \quad I_{к.з} = \frac{5 \cdot 12 \cdot 148}{150 \cdot 12 - 5 \cdot 2} = 29,6 \text{ А}$$

Відповідь: $I_{к.з} = \frac{IU(R_2 - R_1)}{R_2(U - IR_1)}$; $I_{к.з} = 29,6 \text{ А}$

4. Переміщуючи тонку збиральну лінзу між джерелом і екраном, знайдено два положення, при яких лінза дає на екрані чітке зображення предмета. Знайти висоту предмета h , якщо висота першого зображення дорівнює h_1 , а другого - h_2 .

Розв'язання

$$\Gamma_1 = \frac{h_1}{h} = \frac{f_1}{d_1} \quad h = \frac{h_1 d_1}{f_1} \quad \Gamma_2 = \frac{h_2}{h} = \frac{f_2}{d_2} \quad h = \frac{h_2 d_2}{f_2} \quad \frac{h_1 d_1}{f_1} = \frac{h_2 d_2}{f_2}$$

$$f_1 + d_1 = f_2 + d_2 \quad d_1 = f_2 + d_2 - f_1$$

$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{f_2} + \frac{1}{d_1} = \frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_2 + d_2 - f_1} \quad \frac{f_1 + d_1}{f_1 d_1} = \frac{f_2 + d_2}{f_2 d_2} \quad f_1 d_1 = f_2 d_2 \quad f_1(f_2 + d_2 - f_1) = f_2 d_2$$

$$f_1 f_2 - f_1^2 + f_1 d_2 = f_2 d_2 \quad f_1 f_2 - f_1^2 - d_2 f_2 + f_1 d_2 = 0 \quad f_1 - d_2 - f_2 + f_1 = 0$$

1) $f_1 = f_2$ тоді $d_1 = d_2$ $h_1 = h_2$ Протиріччя

2) $f_1 = d_2$ тоді $d_1 = f_2$ $h = \frac{h_1 f_2}{f_1}$ та $h = \frac{h_2 f_1}{f_2}$ $h^2 = h_1 h_2$ $h = \sqrt{h_1 h_2}$

Відповідь: $h = \sqrt{h_1 h_2}$

5. Однорідний циліндричний поплавок масою m і площею перетину S плаває вертикально в склянці з водою. Поплавок злегка втопили, а потім відпустили, в результаті чого він почав коливатися. Знайдіть період цих коливань. Густина води ρ , прискорення вільного падіння g .

Розв'язання

y - координата центру мас. У нулі – рівновага. V_0 - об'єм частини поплавка, яка у воді при рівновазі.

$V = V_0 - Sy$ - об'єм частини поплавка, яка у воді

$$m a_y = -mg + \rho g V$$

$$m a_y = -mg + \rho g V_0 - S y$$

$$m a_y = \rho g V_0 - mg - \rho g S y$$

$$m a_y + \rho g S y = 0$$

$$a_y + \frac{\rho g S}{m} y = 0$$

$$\omega = \sqrt{\frac{\rho g S}{m}} \quad T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{\rho g S}}$$

Відповідь: $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{\rho g S}}$