

116051

Шифр

(заполняется ответственным
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету Физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника Федоров Денис Андреевич

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Волжский
МОУ СШ №30 11 кл

Регистрационный номер 959

Вариант задания 9,5

Дата проведения «3» марта 2019 г.

Подпись участника

Фед

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
12	12	12	16	22	10					84

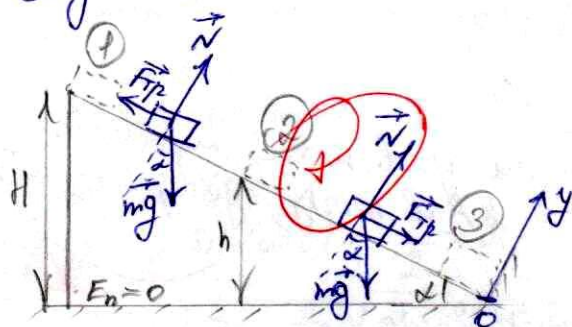
116051

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 9

Задача 1



По II 3-му закону для найдем:

$$Oy: 0 = N - mg \cos \alpha, \quad N = mg \cos \alpha$$

$$F_{тр} = \mu N = \mu mg \cos \alpha.$$

ЗСЭ для ссст. ① и ③:

$$mgH + A_{тр1} = E_3$$

$$mgH - \mu mg \cos \alpha \cdot \frac{H}{\sin \alpha} = E_3.$$

ЗСЭ для ссст. ③ и ②: $E_3 + A_{тр2} = mgh$

$$E_3 - \mu mg \cos \alpha \cdot \frac{h}{\sin \alpha} = mgh$$

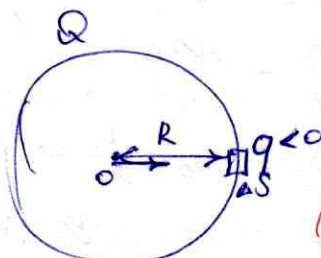
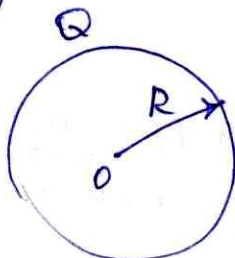
$$mgH - \mu mg \cos \alpha \cdot \frac{H}{\sin \alpha} - \mu mg \cos \alpha \cdot \frac{h}{\sin \alpha} = mgh$$

$$H - \mu \operatorname{ctg} \alpha (H+h) = h$$

$$H - h = \mu \operatorname{ctg} \alpha (H+h)$$

$$\mu = \frac{H-h}{(H+h) \operatorname{ctg} \alpha} = \frac{H-h}{H+h} \operatorname{tg} \alpha \approx 0,144. \quad \text{Ответ: } \mu = 0,144$$

Задача 2.



Удалить участок сферы — то же, что наместить туда отриц. заряд q такой, чтобы в сумме заряд на ΔS оказался $= 0$.

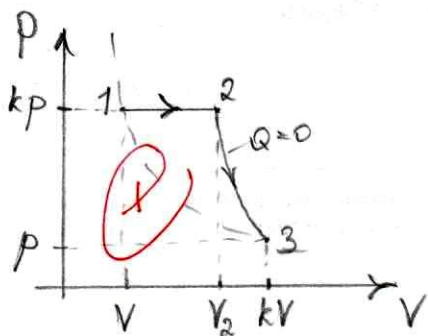
$$\sigma = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{4\pi R^2}$$

$$q = \sigma \Delta S = -\frac{Q}{4\pi R^2} \Delta S$$

Тогда поле в центре сферы $E_0 = 0$, а поле q $|E_q| = \frac{k|q|}{R^2} = \frac{k \cdot Q}{R^2} \frac{\Delta S}{4\pi R^2}$, отсюда ответ:

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{4\pi R^4} \Delta S = \frac{Q \Delta S}{16\pi^2 R^4 \epsilon_0}.$$

Задача 3.



I-ый закон Термодинамики:

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$$

$$0 = \Delta U_{23} + A \Rightarrow -A = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T)$$

$$T_2 = \frac{2A}{3\nu R} + T$$

Из уравнения Менделеева-Клапейрона:

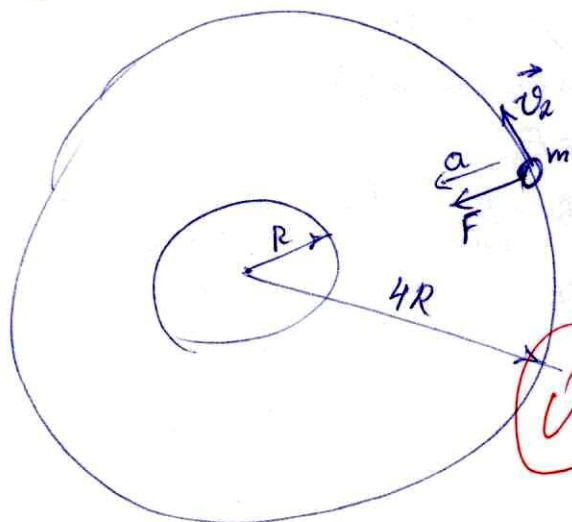
$$kP V_2 = \nu R T_2$$

$$kP V_2 = \frac{2A}{3} + \nu R T, \quad kP V = \nu R T \Rightarrow kP V_2 = \frac{2A}{3} + kP V$$

$$A_{12} = kP(V_2 - V) = kP V_2 - kP V = \frac{2A}{3}$$

Ответ: $A_{12} = \frac{2A}{3} = 500 \text{ Дж}$

Задача 6.



Потенциал гравитационного поля:

$$\varphi = -\frac{GM}{R}$$

Чтобы получить грав. поле, нужно переместить кА в точку, где $\varphi = \varphi_{\infty} = 0$

По ЗСЭ:

$$\frac{mv_2^2}{2} + m\varphi_1 = \frac{mv^2}{2} + m\varphi_{\infty}$$

$$v_2^2 + 2\varphi_1 = v^2$$

По 3-м Ньютона: $\frac{GMm}{R^2} = \frac{mv_1^2}{R} \Rightarrow v_1^2 = \frac{GM}{R}$

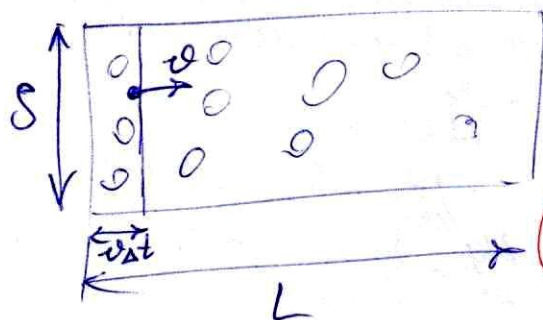
$$v_2^2 = \frac{GM}{4R} \Rightarrow v_2 = \frac{v_1}{2}, \quad \varphi_1 = \frac{GM}{4R} = v_2^2$$

$$v_2^2 + 2v_2^2 = v^2, \quad v = \sqrt{3}v_2$$

$$\Delta v = v - v_2 = \sqrt{3}v_2 - v_2 = v_2(\sqrt{3} - 1) = v_1 \cdot \frac{\sqrt{3} - 1}{2} \approx 2,89 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

Ответ: $2,89 \frac{\text{км}}{\text{с}}$

Задача 4.



$$L = vt \quad t = ?$$

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{N \cdot e}{\Delta t}$$

$$h = \frac{p}{m_0}, \quad m_0 = \frac{\mu}{NA} \Rightarrow h = \frac{pNA}{\mu} \quad (\mu - \text{массовая масса})$$

$$h = \frac{N}{\Delta V} \Rightarrow N = \frac{pNA \Delta V}{\mu}$$

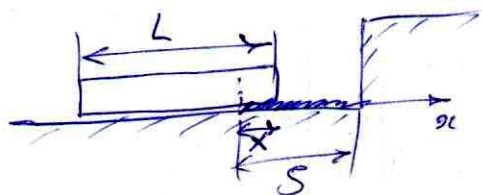
$$I = \frac{pNA \Delta V \cdot e}{\mu \Delta t}, \quad \Delta V = v \Delta t \cdot s$$

$$I = \frac{pNA \cdot e \cdot v \Delta t s}{\mu \Delta t} = \frac{pNA e s \cdot v}{\mu}, \quad v = \frac{I \mu}{pNA e s}$$

$$t = \frac{L}{v} = \frac{pNA e s L}{I \mu} = \frac{pNA e s L}{IA} \approx 800 \text{ нс}. \quad \text{Ответ: } t = \frac{pNA \cdot e \cdot s \cdot L}{IA} = 800 \text{ нс}.$$

Закон сохранения энергии

Задача 5.



Дано: v, L, μ, S, g
 $\tau = ?$

$$F_{\text{тр}}(x) = \mu \Delta m g$$

где Δm — захваченная на пов. стержнем часть

$$\Delta m = m \cdot \frac{x}{L}$$

$$F_{\text{тр}}(x) = \mu m \frac{x}{L} g$$

II з-н Ньютона:

$$Ox: m a_x = -\mu m \frac{x}{L} g$$

$$a_x + \frac{\mu g}{L} x = 0 \quad \text{— это дифференциальное ур-ние гармонических колебаний.}$$

$$\omega^2 = \frac{\mu g}{L}$$

$$x = A \sin(\omega t)$$

$$v_x = A \omega \cos(\omega t). \quad v = A \omega \Rightarrow A = \frac{v}{\omega} = v \cdot \sqrt{\frac{L}{\mu g}} = 0,5 \text{ м}$$

$$S = A \sin(\omega \tau)$$

$$\frac{1}{4} = \frac{1}{2} \sin(\omega \tau), \quad \frac{1}{2} = \sin(\omega \tau) \Rightarrow \omega \tau = \frac{\pi}{6}, \quad \tau = \frac{\pi}{6 \omega} = \frac{\pi}{6} \cdot \sqrt{\frac{L}{\mu g}} = 0,52 \text{ с}$$

$$\text{Ответ: } \tau = \frac{\pi}{6} \sqrt{\frac{L}{\mu g}} \approx 0,52 \text{ с.}$$

Всего придзати баллов ВУ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
						30				30

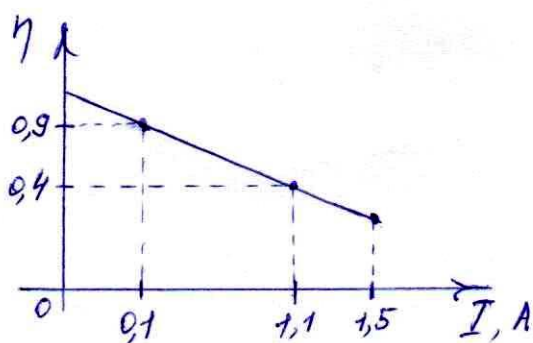
Шифр

M6051

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 5

Ситуационная задача.



Для ур-ния прямой $y(x)$, проходящей ч-з 2 точки справедливо след.:

$$\frac{x-x_1}{x_2-x_1} = \frac{y-y_1}{y_2-y_1}$$

$$\frac{I-0.1}{1.1-0.1} = \frac{\eta-0.9}{0.4-0.9}$$

$$I-0.1 = \frac{\eta-0.9}{-0.5}$$

$$I-0.1 = (0.9-\eta) \cdot 2$$

$$I-0.1 = 1.8 - 2\eta$$

$$2\eta = -I + 1.9$$

$$\eta = -\frac{1}{2}I + 0.95 \Rightarrow \text{при } I=0 \quad \eta=95\%, \quad \text{при } I=1.5 \text{ A} \quad \eta=20\%.$$

Искомая зависимость (всё в СИ) $\eta(I) = -0.5I + 0.95$.