ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ГАЗПРОМ

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 28819

Класс 11 Вариант 4 Дата Олимпиады 03.03.2018

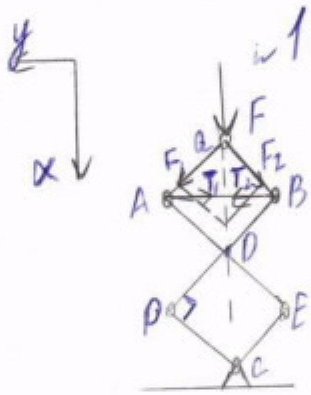
Площадка написания ТИУ

Задача	1	2	3	4	5	6	Σ 22 Цифрой	Прописью	Подпись
Оценка	3	2	5	5	4	3	22	Двадцать два	

№1

Дано:
$\angle DPC = 90^\circ$
F

T - ?



• Известно, что система неподвижна, следовательно, все действующие силы скомпенсированы. • Запишем векторную сумму сил:

$\bar{F}_1 + \bar{F}_2 = \bar{F}$

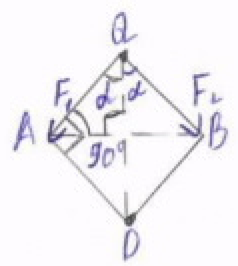
$|\bar{F}_1| = |\bar{F}_2|$, т.к стержни одинаковы

Запишем скалярную сумму сил в проекции на ось (x):

(x) $F_1 \cdot \cos\alpha + F_2 \cdot \cos\alpha = F$, т.к $F_1 = F_2$:

$2F_1 \cdot \cos\alpha = F$ $\quad F_1 = \frac{F}{2\cos\alpha}$

$F_1 = \frac{F}{2\cos 45^\circ} = \frac{F \cdot 2}{2\sqrt{2}} = \frac{F}{\sqrt{2}}$



Фигура AQBD является квадратом, так как все стороны равны и один из углов равен 90°

QB - диагональ, а также биссектриса $\angle Q$, так AQBD - квадрат. => $\alpha = 45^\circ$

• Запишем проекцию сил F_1 и F_2 на ось (y):

(y) $F_1 \cdot \sin\alpha - T_1 = 0$ $\quad T_1 = F_1 \cdot \sin\alpha = \frac{F}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{F}{2}$

(y) $T_2 - F_2 \cdot \sin\alpha = 0$ => $T_2 = \frac{F}{2}$

$T_{общ} = T_1 + T_2 = \frac{F}{2} + \frac{F}{2} = F$

Ответ: $T_{общ} = F$ 2

3С7

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ГАЗПРОМ

$(ab)c=a(bc)$ $E=mc^2$

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 28819

№2

Дано:
S_0
S
t
$h - ?$

Запишем закон сохранения масс воды:

$m_{вып} = m_{вода}$, где $m_{вода} = V_1 \rho = S_0 \cdot h \cdot \rho$, а

$m_{вып} = V_2 \cdot \rho = \upsilon \cdot t \cdot S \cdot \rho$

$S_0 \cdot h \cdot \rho = \upsilon \cdot t \cdot S \cdot \rho \Rightarrow h = \frac{\upsilon \cdot t \cdot S}{S_0}$

Запишем закон Бойля-Мариотта:

$p = \frac{\rho \upsilon^2}{2}$ $\upsilon = \sqrt{\frac{2p}{\rho}} \Rightarrow h = \frac{t \cdot S}{S_0} \cdot \sqrt{\frac{2p}{\rho}}$

Ответ: $h = \frac{t \cdot S}{S_0} \cdot \sqrt{\frac{2p}{\rho}}$

№3

Дано:
$T_0 = 100K$
$\upsilon = 5м/с$
$\mu = 131 г/моль$
$T_к - ?$

Запишем ~~первый~~ второй закон термодинамики:

$Q = A + \Delta U$, т.к данный сосуд является закрытым, то $A = 0$ (V-const)

$Q = \Delta U$ (1)

Запишем закон сохранения энергии:

$\Delta E = Q$ (2) $\cancel{\Delta E = \frac{m(\upsilon)^2}{2}}$ $\Delta E = \frac{m_2 \upsilon_0^2}{2} - \frac{m_2 \upsilon_к^2}{2}$, т.к сказано, что сосуд остановился $\upsilon_к = 0$: $\Delta E = \frac{m_2 \upsilon_0^2}{2}$

Из (1) и (2) уравнения можно сказать:

$\Delta E = \Delta U$ $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R (T_к - T_0)$ (Xe) является одноатомным газом.

$\nu = \frac{m_2}{\mu}$ $\frac{m_2 \upsilon_0^2}{2} = \frac{3}{2} \cdot \frac{m_2}{\mu} \cdot R (T_к - T_0)$ +

$T_к = \frac{\upsilon_0^2 \cdot \mu}{3 \cdot R} + T_0 = \frac{5^2 \cdot 131 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 8{,}31} + 100 = 0{,}131 + 100 = 100{,}131 K$

Ответ: $T_к = 100{,}131 K$ +

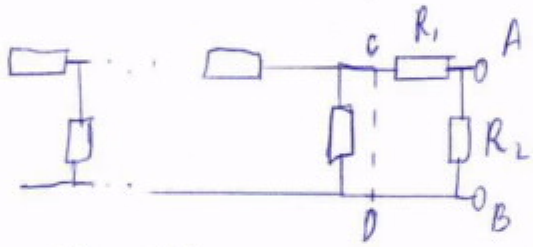
ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 28819

№4

Дано:
$R_1 = 4$ Ом
$R_2 = 8$ Ом
$R_{экв} - ?$



Пусть сопротивление участка $CD = r$, тогда:

$$R_{экв} = \frac{(r+R_1)\cdot R_2}{r+R_1+R_2} = \frac{8r+32}{r+12}$$

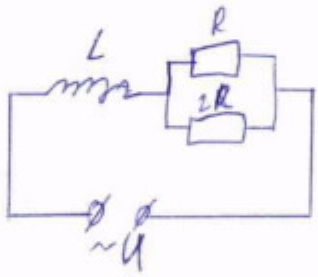
$$r = \frac{2R_2}{R_1} = \frac{2\cdot 8}{4} = 4 \text{ Ом} \qquad R_{экв} = \frac{8\cdot 4+32}{4+12} = \frac{64}{16} = 4 \text{ Ом}$$

Ответ: $R_{экв} = 4$ Ом

+

№5

Дано:
$L = 1$ мГн | СИ: 10^{-3} Гн
$U_A = 10$ В
$\omega = 400$ рад/с
P_{max}
$R - ?$



Запишем формулу мощности:

$$P = \frac{U_{эф}^2}{R_{общ}} = \frac{U_{эф}^2}{Z} \quad +$$

$$U_{эф} = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$$

$Z = \sqrt{X_L^2 + R_0^2}$ +, где X_L - сопротивление катушки, а R_0 - сопротивление параллельно соединённых резисторов.

$$X_L = \sqrt{\omega L} = \sqrt{400\cdot 10^{-3}} = \sqrt{0{,}4} \approx 0{,}6$$

$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R} + \frac{1}{2R} = \frac{3R}{2R^2} \Rightarrow R_0 = \frac{2R^2}{3R} = \frac{2}{3}R \qquad Z = \sqrt{0{,}36 + \frac{4R^2}{9}}$$

$$P = \frac{100}{2\sqrt{0{,}36+\frac{4R^2}{9}}} = 50\cdot\left(0{,}36+\frac{4R^2}{9}\right)^{-\frac{1}{2}}$$

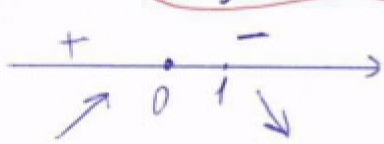
+

Найдём экстремумы функции:

$$P' = 50\cdot\left(-\frac{1}{2}\right)\cdot\frac{8R}{9}\left(0{,}36+\frac{4R^2}{9}\right)^{-1{,}5} = 0$$

$R = 0$ $\qquad 0{,}36 + \frac{4R^2}{9} \neq 0$

$\frac{4R^2}{9} \neq -0{,}36$



Пусть $R = 1$, тогда P' принимает отрицательное значение

R не имеет корней

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

$(ab)c=a(bc)$ $E=mc^2$

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 28819

точка максимума $R=0$

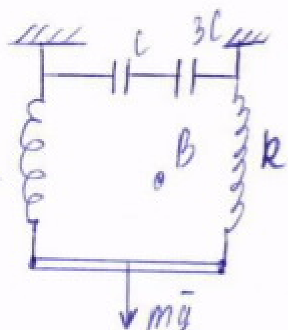
Ответ: максимальная тепловая мощность будет выделяться при $R=0$.

I

6

Дано:
m
L
k
C
$3C$
B

T-?



Запишем общую ёмкость системы и коэффициент жёсткости системы.

$$C_{об} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = \frac{3C^2}{4C} = \frac{3}{4}C$$

$$k_{об} = k_1 + k_2 = 2k$$

При колебаниях проводника будет возникать магнитный поток, а в следствии $\mathcal{E}$:

$$\Delta\Phi = B\cdot\Delta S \qquad \mathcal{E} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{B\cdot\Delta S}{\Delta t}$$

На конденсаторах появляется заряд: $q = \mathcal{E}\cdot C_{об} = \frac{B\cdot\Delta S\, 3\cdot C}{4\cdot\Delta t}$

Определим силу Ампера используя правило левой руку, в итоге F_A направлена вниз:

$$F_A = B\cdot I\cdot L, \text{ где } I = \frac{q}{\Delta t} = \frac{3B\cdot\Delta S\cdot C}{4\Delta t^2} \qquad \Delta S = L\cdot\Delta x$$

$$F_A = \frac{3B^2\cdot L^2\cdot\Delta x\cdot C}{4\Delta t^2}$$

$$\Delta x = \frac{at^2}{2} \qquad t^2 = \frac{2\Delta x}{a}$$

$$\cancel{a = \frac{m}{2k}} \qquad a = \frac{2k\Delta x}{m}$$

$$mg\Delta x = 2k\cdot\Delta x^2 \qquad t^2 = \frac{2\Delta x m}{2k\cdot\Delta x} = \frac{m}{k}$$

Запишем закон сохранения энергии:

$$F_A\Delta x + mg\Delta x = \frac{k\Delta x^2}{2}$$

$$k_1 = \frac{2F_A\Delta x + 2mg\cdot\Delta x}{\Delta x^2} = \frac{3B^2\cdot L^2\cdot C\cdot k^2}{2m^2} + 4k$$

$$\cancel{T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_1}} = 2\pi\sqrt{3B^2\cdot L^2\cdot C k^2}}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{\frac{3B^2\cdot L^2\cdot C\cdot k^2}{2m^2} + 4k}}$$

Ответ: $T = 2\pi\sqrt{\frac{2m^3}{3B^2L^2\cdot C\cdot k^2 + 8km^2}}$

$$\tau = \frac{S_0}{S}\sqrt{\frac{2H_0}{g}} \Rightarrow H_0 = \frac{g\tau^2 S^2}{2S_0^2}$$

Ответ: $H_0 = \dfrac{g\tau^2 S^2}{2(S_0)^2}$

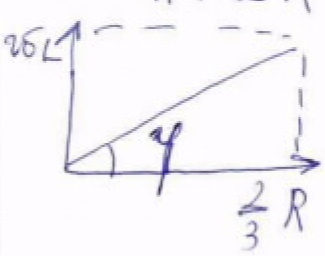
№ 5

$P = uI\cos\varphi \Rightarrow$

$$P = \frac{u^2\cdot\cos\varphi}{Z}$$

$$Z = \sqrt{(\omega L)^2 + R_0^2}$$

$$R_0 = \frac{R\cdot 2R}{R + 2R} = \frac{2}{3}R$$



$$\cos\varphi = \frac{\frac{2}{3}R}{\sqrt{(\omega L)^2 + (\frac{2}{3}R)^2}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P = \frac{u_0^2\cdot\frac{2}{3}R}{(\omega L)^2 + (\frac{2}{3}R)^2}$$

$P_{max} \Rightarrow P' = 0$

$P' = 0$, когда $\omega L = \frac{2}{3}R$

$R = \frac{3}{2}\omega L = \frac{3}{2}\cdot 400\cdot 10^{-3} = 0{,}6$ (Ом). Ответ: $R = 0{,}6$ (Ом).

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

ГАЗПРОМ

$(ab)c = a(bc)$ $E = mc^2$

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 23468

№1.

При уменьшении длины троса на l точка Q переместится ~~на~~ на $2l$ => центр масс опускается на l и тогда работа

$$Tl = F \cdot 2l \Rightarrow$$

$$T = 2F$$

№6

$$C_0 = \frac{c \cdot 3c}{c + 3c} = \frac{3}{4}c$$

$$k_b = 2k$$

$$ma = -BIL - kx$$