

Использовать только эту сторону листа,
обратная сторона не проверяется!

ШИФР

4 4 2 2 2

Класс 11 Вариант 4 Дата Олимпиады 30.02.2019

Площадка написания ТЦУ

Задача	1	2	3	4	5	6	Цифрой	Σ		Подпись
								Прописью		
Оценка	5	5	5	2	1	5	23	двадцать три	Э/м	



ШИФР 4 4 2 2 2

Задача 3.

Дано:
 \mathcal{E}
 r
 C
 R

Решение:

Скорость изменения энергии:

$$\dot{W}_E = \frac{d \cdot W_0}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{U^2}{2C} \right) = \frac{d}{C} \cdot I_C = U_C I_C \quad (1)$$

$Q = ?$

Ток через конденсатор:

$$I_C = I_E - I_R = \frac{\mathcal{E} - U_C}{r} - \frac{U_C}{R} \quad (2)$$

Подставим из (1) - (2)

$$\dot{W}_E = U_C \left(\frac{\mathcal{E} - U_C}{r} - \frac{U_C}{R} \right) = \frac{\mathcal{E}}{r} \cdot U_C - \frac{(R+r)}{R \cdot C} \cdot U_C^2$$

при $\dot{W}_E = 0$ при $U_C = \frac{\mathcal{E}R}{2(R+r)}$

тогда $Q = \frac{C U_C^2}{2} = \frac{C \mathcal{E}^2 R^2}{8(R+r)^2}$

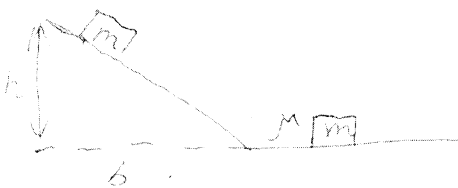
Ответ $Q = \frac{C \mathcal{E}^2 R^2}{8(R+r)^2}$

(5)

Задача 4.

Дано:
 m
 h
 b
 M
 $\frac{S_r}{2}$

Решение:



по закону сохранения энергии скорость в начале участка:

$$mgh = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v^2 = 2gh \quad (1)$$

на гор участке вся E_k перейдет в работу против $F_{тр}$

$$\frac{mv^2}{2} = F_{тр} \cdot S_r \quad (2)$$



ШИФР 4 4 2 2 2

Задача 1

Дано:

$$V = 1 \text{ моль}$$

$$T_1 = 524 \text{ К}$$

$$T_2 = 786 \text{ К}$$

$$T_4 = 300 \text{ К}$$

1-2, 3-4 - изохоры

2-3, 4-1 - адиабаты

$\eta = ?$

Решение:

По уравнению состояния 2-3 и 4-1:

$$P_2 V_2 = P_3 V_3, P_4 V_4 = P_1 V_1 \text{ по условию}$$

$$\frac{P_2}{P_3} = \frac{V_3}{V_2}$$

$$\frac{P_4}{P_1} = \frac{V_1}{V_4} \quad (1)$$

Составляем уравнение Клапейрона для изохоры 1-2 и адиабаты 2-3 и 4-1

$$\frac{P_2}{T_2} = \frac{P_1}{T_1} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad (2)$$

$$\frac{P_3}{T_3} = \frac{P_4}{T_4} \Rightarrow \frac{P_3}{P_4} = \frac{T_3}{T_4} \quad (3)$$

Подставим (2) и (3) в (1)

$$T_2 - T_4 \cdot \frac{T_2}{T_1} = 300 \cdot \frac{786}{524} = 450 \text{ К}$$

Чтобы найти η нужно найти работу

$$A = A_{23} + A_{41} = -(\Delta U_{23} + \Delta U_{41}) = -\frac{3}{2} \nu R ((T_3 - T_2) + (T_1 - T_4))$$

Газ нагревается, получая энергию от нагревателя на участке 1-2

$$Q_1 = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)$$

$$\eta = \frac{\frac{3}{2} \nu R ((T_2 - T_3) + (T_4 - T_1))}{\frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)} = \frac{(T_2 - T_1) - (T_3 - T_4)}{(T_2 - T_1)}$$

$$= 1 - \frac{T_3 - T_4}{T_2 - T_1} = 1 - \frac{450 - 300}{786 - 524} \approx 0,43 \Rightarrow \eta = 43\%$$

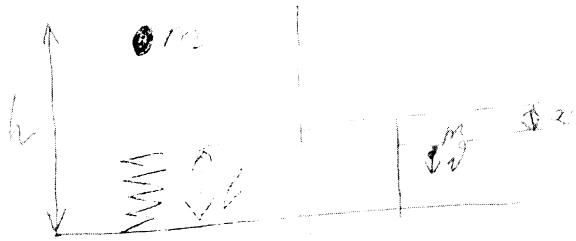
Ответ: $\eta = 43\%$

5

ШИФР 4 4 2 2 2

$h = 2 \text{ м}$
 $n = 2 \text{ кг}$
 $v = 0,1 \text{ м/с}$

$$v = \frac{1}{2H} \cdot \sqrt{\frac{K}{m}}$$



$$m g (h - l + x) = \frac{K x^2}{2} + \frac{m v^2}{2} \quad (1)$$

$$x = \frac{m g}{K} - \text{при максим } x \quad v = \text{MAX}$$

$$m g (h - l + \frac{m g}{K}) = \frac{K}{2} \cdot \frac{m^2 g^2}{K^2} + \frac{m v^2}{2}$$

$$4h - 4l + \frac{m}{K} g = \frac{m}{K} \cdot \frac{g^2}{2} + \frac{v^2}{2}$$

$$\frac{m}{K} \cdot \frac{g^2}{2} = \frac{v^2}{2} - 4l + 4h$$

$$\frac{m}{K} = \frac{2}{g^2} \left(\frac{v^2}{2} g - 4l + 4h \right)$$

$$\frac{m}{K} = \frac{v^2 \cdot 2g(h-l)}{g^2}$$

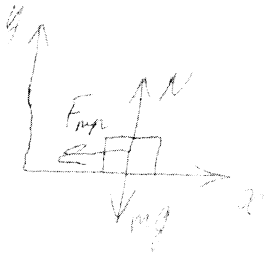
$$\frac{m}{K} = \frac{36 - 20 \cdot 1,7^2}{10^2} = 0,02 \Rightarrow \frac{K}{m} = 50$$

$$v = \frac{1}{2H} \cdot \sqrt{50} = 1,126 \text{ Гц}$$

Ответ: $v = 1,126 \text{ Гц}$!

1

Предложить задание 4



по II закону Ньютона

$$ma = -F$$

$$N = mg$$

$$F_{\text{тр}} = \mu mg \quad (3)$$

$$a = -\mu g \quad (4)$$

Тогда по формулам в (2) (1) и (3)

$$\frac{m}{2} \cdot 2gh = \mu mg S_r$$

$$S_r = \frac{h}{\mu} \quad (5)$$

Для определения мощности нужно знать v_k в этот момент времени

$$\frac{S_r}{2} = \frac{v_k^2 - v^2}{2a}$$

С учётом (4) и (5), (1)

(2)

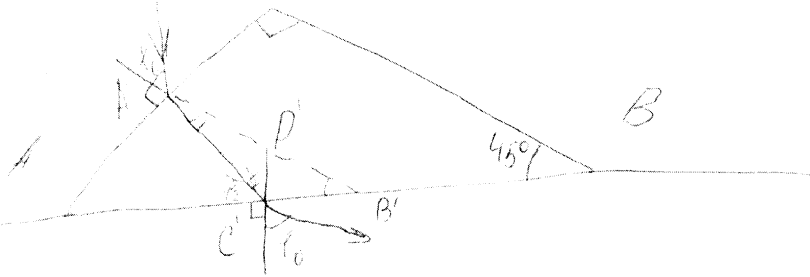
$$\frac{h}{2\mu} = \frac{v_k^2 - v^2}{-2\mu g}$$

$$v_k = \sqrt{v^2 - gh}$$

тогда $P_{\text{мр}} = F_{\text{тр}} \cdot v_k = \mu mg \sqrt{v^2 - gh}$

Ответ: $P_{\text{мр}} = \mu mg \sqrt{v^2 - gh}$

Задача 2



Решение:

$$CB \parallel A'B' \Rightarrow \text{между } \angle C'B'D' = 45^\circ \Rightarrow \angle A'D'C' = 135^\circ$$

$$\text{между } \angle A'C'D' = 180 - 135 - 19 = 26^\circ$$

по закону преломления

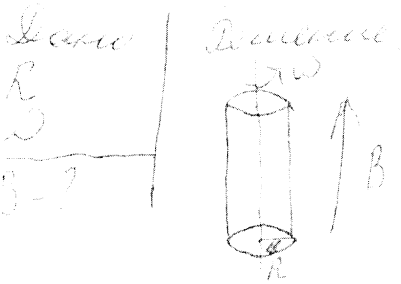
$$\sin \theta_0 = n_{\text{пр}} \sin 19^\circ$$

$$n_0 \sin \theta_0 = n_{\text{пр}} \sin 26^\circ$$

$$n_0 = \frac{\sin(45-19)}{\sin(19)} = \frac{\sin(26)}{\sin 19} \approx 1,35$$

Ответ: $n_0 = 1,35$

Задача 6



Сила Лоренца направлена по радиусу

$$F_L = ma \text{ (действует на электроны)}$$

В этом случае ЭД поля не возникает:

$$F_L = e v B$$

$$v = \omega R$$

$$a = \omega^2 R$$

Считаем вправо:

$$e \omega R B = m \omega^2 R$$

$$B = \frac{m \omega}{e}$$

Ответ: $B = \frac{m \omega}{e}$