

## Олимпиада «Физтех» по физике

## 11 класс, 2024 год, вариант 2

1. Из игрушечной пушки стреляют три раза одним и тем же снарядом. Масса пушки без снаряда в 4 раза больше массы снаряда. Первый раз пушку закрепляют, а ствол направляют вертикально вверх. В результате выстрела снаряд поднялся на высоту  $H = 13/3$  м. Во второй раз пушку закрепляют на горизонтальном полу, ствол направляют под углом  $\varphi$  ( $\operatorname{tg} \varphi = 2/3$ ) к горизонту и стреляют. Третий раз пушка может скользить по горизонтальной поверхности пола без трения, поступательно, не отрываясь от пола. Ствол при третьем выстреле направлен под углом  $\varphi$  к горизонту.

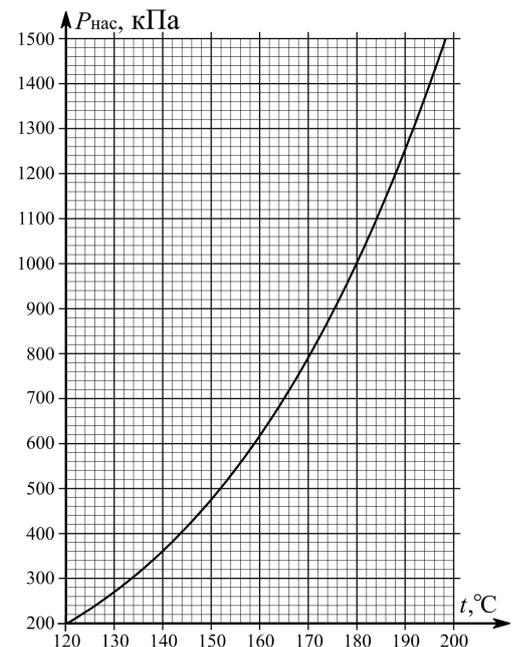
1. Найти дальность полета  $S_2$  снаряда при втором выстреле.

2. На каком расстоянии  $S_3$  от места выстрела снаряд упадет на пол при третьем выстреле?

Размеры пушки и сопротивление воздуха не учитывать. Снаряд вылетает под действием сжатой легкой пружины. Ответы дать в метрах в виде обыкновенной дроби или целого числа.

$$m \frac{19}{91^2} = \frac{\varphi}{z} \frac{z^2 \varphi_1 + 9}{z^2 \varphi_1 H^2} = z S_3 \quad ; \quad m \cdot 8 = \frac{\varphi}{z} \frac{z^2 \varphi_1 + 1}{z^2 \varphi_1 H^2} = z S_3 \quad (1)$$

2. В цилиндрическом теплоизолированном сосуде с площадью основания  $S = 10 \text{ см}^2$  под лёгким, теплоизолированным, способным свободно перемещаться поршнем находится в равновесии влажный воздух с относительной влажностью  $\varphi_1 = 100\%$  при температуре  $t_1 = 100^\circ\text{C}$ . Над поршнем вакуум. Поршень удерживается в равновесии силой  $F = 150 \text{ Н}$ , направленной вдоль оси сосуда внутрь. В некоторый момент времени сила становится равной  $1,5F$ , и затем остаётся постоянной. Считайте, что нормальное атмосферное давление  $P_0 \approx 100 \text{ кПа}$ . Воздух и водяной пар считать идеальными газами с молярными теплоемкостями при постоянном объеме  $C_{V1} = 5R/2$  (сухой воздух),  $C_{V2} = 3R$  (пар). На рисунке представлена зависимость давления насыщенного пара воды от температуры  $P_{\text{нас}}(t)$ .



1. Найти отношение начального равновесного давления  $P_1$  к  $P_0$ .

2. Найти в сосуде отношение числа молекул воды  $N_2$  к числу молекул сухого воздуха  $N_1$ .

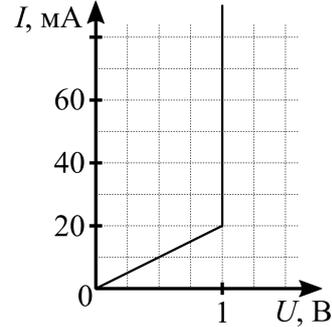
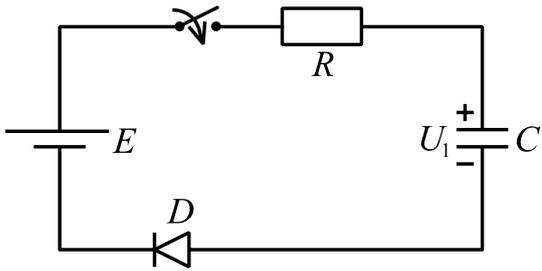
3. Найти отношение температуры  $T_2$  после установления термодинамического равновесия к начальной температуре  $T_1$ . Температуры  $T_2$  и  $T_1$  по шкале Кельвина. Ответ дать в виде обыкновенной дроби.

4. Найти относительную влажность воздуха  $\varphi_2$  в сосуде после установления термодинамического равновесия.

$$I_1 = 20 \text{ mA}; U_2 = 6 \text{ V}; Q = 0,63 \text{ mJ}$$

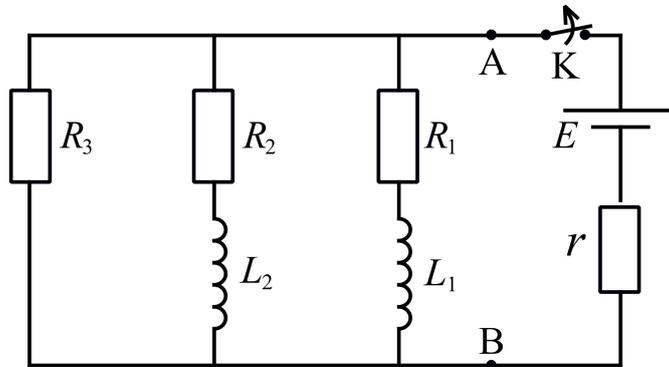
3. В цепи (см. рис.) ЭДС идеального источника  $E = 9 \text{ В}$ ,  $R = 100 \text{ Ом}$ ,  $C = 60 \text{ мкФ}$ , конденсатор заряжен до напряжения  $U_1 = 3 \text{ В}$ . Вольтамперная характеристика диода  $D$  приведена на рисунке. Ключ разомкнут, затем ключ замыкают.

1. Найти ток  $I_1$  в цепи сразу после замыкания ключа.
2. Найти напряжение  $U_2$  на конденсаторе в момент, когда ток в цепи станет  $I_2 = 20 \text{ мА}$ .
3. Какое количество теплоты  $Q$  выделится на резисторе после замыкания ключа?



$$I_1 = 50 \text{ mA}; U_2 = 6 \text{ V}; Q = 0,63 \text{ mJ}$$

4. В цепи (см. рис.) ЭДС идеального источника  $E$ ,  $R_1 = R_2 = R$ ,  $R_3 = 2R$ ,  $r = R/5$ ,  $L_1 = L$ ,  $L_2 = 2L$ . Ключ  $K$  замкнут, режим в цепи установился.

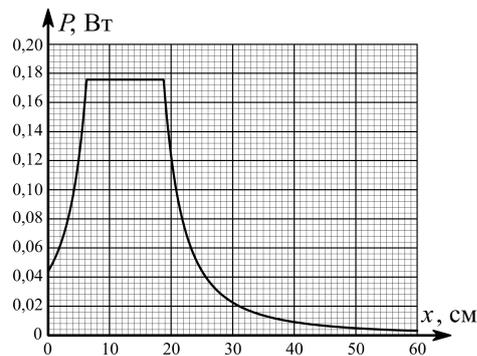


1. Найти ток  $I_0$  через катушку  $L_1$  при замкнутом ключе.
2. Найти скорость изменения (по модулю) тока в катушке  $L_1$  сразу после размыкания ключа.
3. Найти заряд  $q_3$ , протекший через резистор  $R_3$  после размыкания ключа.

Каждый ответ выразить через  $E$ ,  $R$ ,  $L$  с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

$$I_0 = \frac{2E}{3R}; \frac{dI_1}{dt} = \frac{7E}{10L}; q_3 = \frac{2EL}{3R}$$

5. Точечный источник излучает свет одинаково по всем направлениям. На некотором расстоянии от него расположили датчик в форме диска, регистрирующий мощность  $P$  падающего света. Ось симметрии датчика проходит через источник. Между источником и датчиком на фиксированном расстоянии  $a = 32$  см от источника расположили тонкую линзу радиусом  $R = 2$  см так, что главная оптическая ось линзы совпала с осью симметрии датчика. На рисунке представлен график зависимости показаний датчика от расстояния  $x$  между линзой и датчиком.



1. Найти радиус датчика  $r$ , считая его меньше радиуса линзы.
2. Найти фокусное расстояние  $F$  линзы.
3. Найти мощность источника  $P_0$ , считая  $R \ll a$ .

(1)  $0,90 \leq r \leq 1,06$ ; (2)  $8,50 \leq F \leq 9,50$ ; (3)  $175 \text{ Вт} \leq P_0 \leq 185 \text{ Вт}$