

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 φ ($\operatorname{tg} \varphi = 2/3$) 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 φ к горизонту.

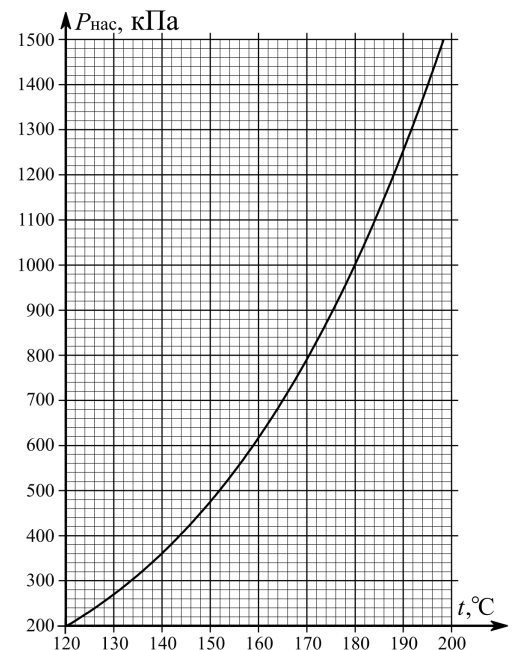
1. Найти дальность полета S_2 снаряда при втором выстреле.

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.

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

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 .

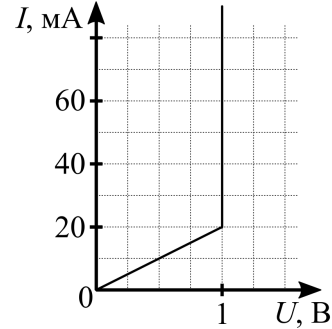
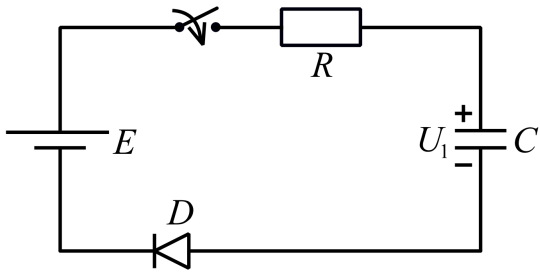
3. Найти отношение температуры T_2 после установления термодинамического равновесия к начальной температуре T_1 . Температуры T_2 и T_1 по шкале Кельвина. Ответ дать в виде обыкновенной дроби.

4. Найти относительную влажность воздуха φ_2 в сосуде после установления термодинамического равновесия.

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

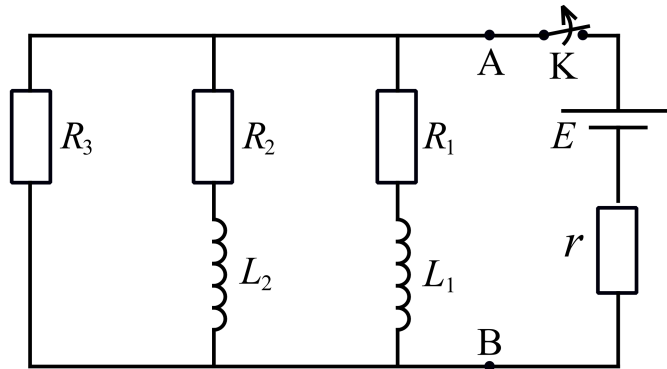
3. В цепи (см. рис.) ЭДС идеального источника $E = 9 \text{ В}$, $R = 100 \text{ Ом}$, $C = 60 \text{ мкФ}$, конденсатор заряжен до напряжения $U_1 = 3 \text{ В}$. Вольтамперная характеристика диода D приведена на рисунке. Ключ разомкнут, затем ключ замыкают.

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.

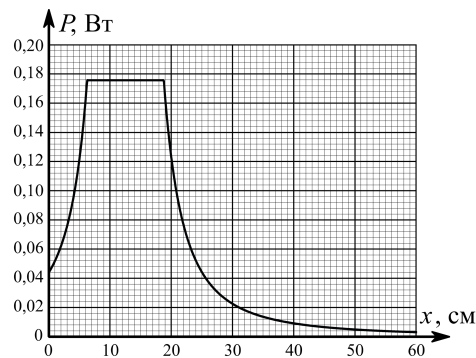


1. Найти ток I_0 через катушку L_1 при замкнутом ключе.
2. Найти скорость изменения (по модулю) тока в катушке L_1 сразу после размыкания ключа.
3. Найти заряд q_3 , протекший через резистор R_3 после размыкания ключа.

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

$$I_0 = \frac{2E}{3R}; \left| \frac{dI}{dt} \right| = \frac{7E}{10L}; q_3 = \frac{2EL}{3R}$$

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) $175 \text{ Вт} \leq P_0 \leq 185 \text{ Вт}$