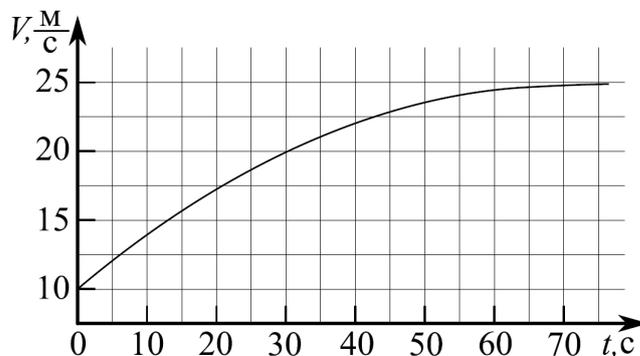


Олимпиада «Физтех» по физике

11 класс, 2023 год, вариант 1

1. Автомобиль массой $m = 1800$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна $F_k = 500$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости. Колёса считать лёгкими.



- Используя график, найти ускорение автомобиля при скорости $V_1 = 20$ м/с.
- Найти силу тяги F_1 при скорости V_1 .
- Какая мощность P_1 передается от двигателя на ведущие колеса при скорости V_1 ?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

$$a_1 = 0,25 \text{ м/с}^2; \quad (2) \quad F_1 = ma_1 + mV_1 = 500 \text{ Н}; \quad (3) \quad P_1 = F_1 V_1 = 17 \text{ кВт}$$

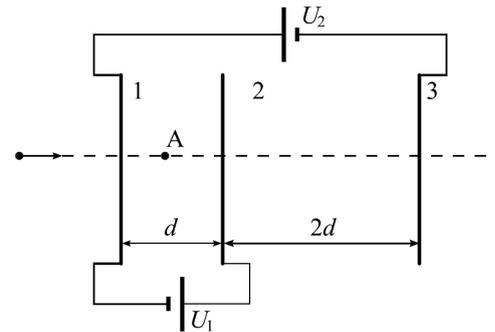
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней — вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 5T_0/4 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/5$.

По закону Генри, при заданной температуре количество $\Delta\nu$ растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta\nu = kpw$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$ моль/(м³ · Па). При конечной температуре T углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что $RT \approx 3 \cdot 10^3$ Дж/моль, где R — универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

- Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- Определите начальное давление в сосуде P_0 . Ответ выразить через $P_{\text{АТМ}}$ (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

$$v_2/v_1 = 2; \quad (2) \quad P_0 = \frac{88P_{\text{АТМ}}(45-88RT)}{188P_{\text{АТМ}}}$$

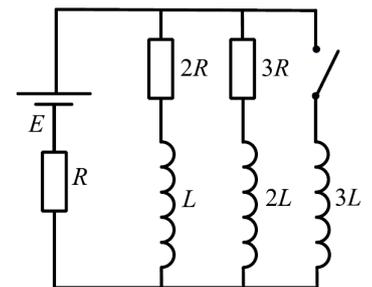
3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $2d$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = U$ и $U_2 = 4U$. Частица массой m и зарядом $q > 0$ движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость V_0 на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд q намного меньше модуля зарядов сеток.



1. Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 1 и 2.
2. Найти разность $K_1 - K_2$, где K_1 и K_2 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.
3. Найти скорость частицы в точке А на расстоянии $d/3$ от сетки 1.

$$\frac{u}{\Omega b} \frac{\varepsilon}{\sqrt{1-\beta^2}} - \frac{q\Lambda}{z\Lambda} \Lambda = v\Lambda (\varepsilon : \Omega b = \tau\mathcal{M} - \tau\mathcal{M} (z : \frac{p\mathcal{M}}{b\Omega} = \frac{u}{b(p/\tau\Omega)} = v (\Gamma$$

4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

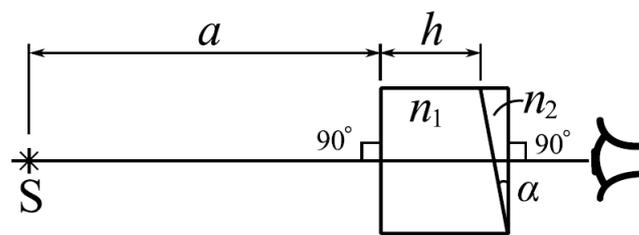


1. Найти ток I_{10} через резистор с сопротивлением $2R$ при разомкнутом ключе.
2. Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $3L$ сразу после замыкания ключа.
3. Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $2R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.

$$\frac{z\mathcal{M}}{\mathcal{M}} \frac{\Gamma}{\Gamma} = b (\varepsilon : \frac{\Gamma}{\mathcal{M}} \frac{\Gamma}{\Gamma} = ,I (z : \frac{\mathcal{M}}{\mathcal{M}} \frac{\Gamma}{\Gamma} = \frac{\mathcal{M}\varepsilon+\mathcal{M}\tau}{\mathcal{M}} 0\Gamma = 0\Gamma (\Gamma$$

5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления n_1 и n_2 и находится в воздухе с показателем преломления $n_b = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 194$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник-глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.



1. Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
2. Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
3. Считая $n_1 = 1,5$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

$$1) \varphi = 1,07^\circ; 2) L_1 = (a + h) \cdot n_1 = 1,421 \approx 1,4 \text{ см}; 3) L_2 = \sqrt{a^2 + h^2} = 1,94 \text{ см}$$