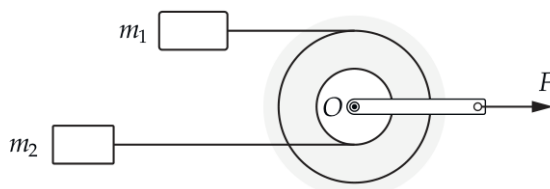


МОШ, 2021/22, отборочный этап, 11 класс

Условия

1 Ускорение оси

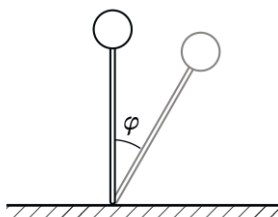
Двухступенчатый блок (см. рис.) состоит из лёгких, жёстко соединённых дисков, которые могут вращаться без трения вокруг оси O пренебрежимо малой массы. Диаметры дисков отличаются в два раза. К концам лёгких нерастяжимых нитей, намотанных на диски блока, присоединены грузы массами: $m_1 = 0,5$ кг и $m_2 = 0,4$ кг. Система находится на гладком горизонтальном столе. К оси блока приложена сила, равная $F = 1,8$ Н. Найдите ускорение оси блока a_O . Ответ дайте в м/с^2 .



2 Предельный коэффициент

На конце невесомого достаточно длинного стержня закреплён небольшой, но тяжёлый шарик. Сначала стержень располагается вертикально на шероховатой горизонтальной поверхности стола в состоянии неустойчивого равновесия. От незначительного толчка стержень с шариком приходят в движение. Чему равно минимальное значение коэффициента трения μ между стержнем и горизонтальной поверхностью, если в процессе движения стержень по столу не проскальзывает по крайней мере до тех пор, пока не повернётся на угол, равный $\varphi = \pi/6$? В ответе к задаче следует указать номер столбца таблицы, в котором стоит значение, наиболее близкое к найденному вами.

№	1	2	3	4	5	6
μ	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0



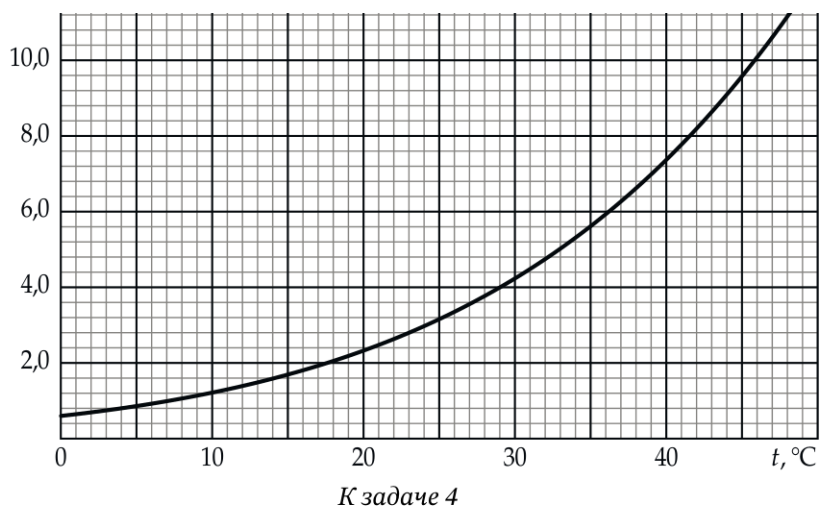
3 Расширение ограничено

В газонепроницаемой оболочке, которая может свободно растягиваться (так что давление снаружи оболочки всегда равно давлению внутри) содержится моль гелия при температуре $T_0 = 100$ К. Оболочка располагается внутри жёсткой сферы объёмом $2V$, в которой сделаны многочисленные маленькие сквозные отверстия. В начальный момент объём гелия равен V , оболочка находится в равновесии. Систему медленно нагревают, увеличивая её температуру в три раза. Какое количество теплоты Q сообщается гелию при этом? Универсальная газовая постоянная равна $R = 8,3$ Дж/(моль·К). Ответ дайте в кДж, округлите до десятых.

4 Давление в сосуде

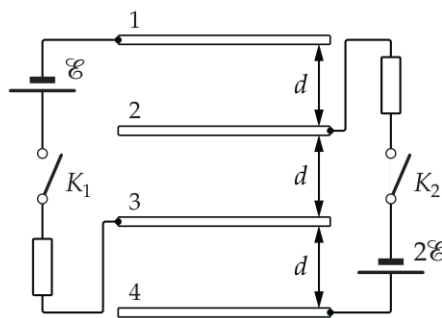
В герметичном сосуде при температуре $t_1 = 47^\circ\text{C}$ и давлении $p_1 = 16$ кПа находится одинаковое число молей воздуха и водяного пара. Сосуд медленно охлаждают до температуры $t_2 = 7^\circ\text{C}$. Чему равно давление p_2 в сосуде при температуре t_2 ? Зависимость давления насыщенных паров воды от температуры показана на графике ниже. В ответе к задаче следует указать номер столбца таблицы, в котором стоит значение, наиболее близкое к найденному вами.

№	1	2	3	4	5	6
p_2 , кПа	1,0	3,5	7,0	8,0	10,0	14,0



5 Ключи с пластинами

Одинаковые металлические пластины: 1, 2, 3 и 4 (рис. ниже) площадью $S = 100$ см² располагаются на расстоянии $d = 0,1$ мм друг от друга. На рисунке расстояния непропорционально увеличены. Значение ЭДС равно $\mathcal{E} = 4,0$ В. Электрическая постоянная равна $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м. В начальный момент ключи K_1 и K_2 разомкнуты и пластины не заряжены. Замыкают ключ K_1 и после того, как ток через батарею с ЭДС $\mathcal{E}$ станет равен нулю, замыкают ключ K_2 .



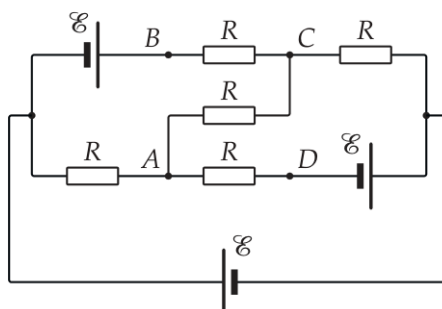
К задаче 5

1. Найдите количество теплоты Q_1 , выделяющееся в цепи до замыкания ключа K_2 . (2 балла)
2. Какое количество теплоты Q_2 выделяется в цепи после замыкания ключа K_2 ? (5 баллов)

Ответы дайте в нДж ($1 \text{ нДж} = 10^{-9} \text{ Дж}$). Округлите до десятых.

6 Показания вольтметра

Из одинаковых резисторов и батареек с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением и ЭДС $\mathcal{E} = 4,0 \text{ В}$ собрали цепь, схема которой изображена на рис.



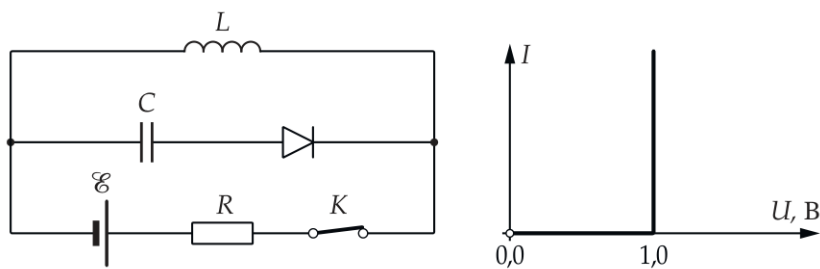
К задаче 6

1. Что покажет идеальный вольтметр, подключенный к узлам B и D цепи? (1 балл)
2. Найдите показания идеального вольтметра, подключенного к узлам A и C . (4 балла)

Ответы дайте в вольтах. Полярность подключения вольтметра не учитывайте.

7 Контур с диодом

В цепи, схема которой изображена на рисунке слева, ключ K изначально замкнут, а ток через источник ЭДС не меняется. Значения параметров цепи равны: $\mathcal{E} = 4,5 \text{ В}$, $L = 24 \text{ мГн}$, $C = 10 \text{ мкФ}$, $R = 45 \text{ Ом}$. Вольт-амперная характеристика диода показана на рисунке справа. Внутренним сопротивлением батареи можно пренебречь. Ключ размыкают, при этом искры в контакте не возникает (система находится в вакууме, размыкание производят очень быстро). Ответьте на следующие вопросы, выразите ответы в Вольтах, округлите до целых.



К задаче 1

1. Чему равна ЭДС индукции в катушке сразу после размыкания ключа? (1 балл)
2. Определите максимальное значение ЭДС индукции. (3 балла)
3. Чему равно напряжение на конденсаторе через большое время после размыкания ключа? (2 балла)

8 Расчёт цикла

С некоторой массой идеального газа совершают цикл, состоящий из изотермического расширения, изохорического охлаждения и адиабатического сжатия. Известно, что КПД цикла равен $\eta = 20\%$.

1. В какое количество раз n работа газа при расширении больше работы газа за цикл? (2 балла)

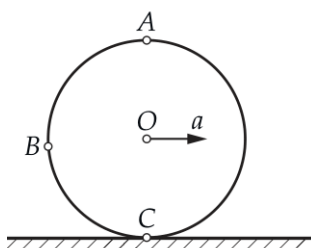
№	1	2	3	4	5	6
n	1,25	2,5	4,0	5,0	6,25	7,5

2. Найдите отношение $k = Q_x/A$, отведённого от газа количества теплоты Q_x , к работе A газа, совершённой им за цикл. (2 балла)

№	1	2	3	4	5	6
k	1,25	2,5	4,0	5,0	6,25	7,5

9 Ускорения точек колеса

Колесо катится без проскальзывания по горизонтальной плоскости, при этом ось колеса движется с ускорением $a = 1 \text{ м/с}^2$. В некоторый момент времени ускорение нижней точки колеса (т. C) оказывается равно a . В этот момент определите ускорение следующих точек колеса:

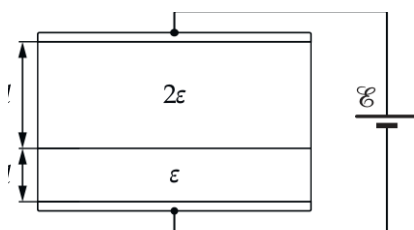


1. т. A , лежащей на вертикальном диаметре колеса (3 балла);
2. т. B , лежащей на горизонтальном диаметре (2 балла).

Ответы выразите в м/с^2 , округлите до десятых.

10 Диэлектрики внутри

Между обкладками плоского конденсатора (см. рисунок) находятся: пластина толщиной $d = 0,885 \text{ мкм}$ из диэлектрика с проницаемостью $\varepsilon = 10$ и пластина толщиной $2d = 1,77 \text{ мкм}$ из материала с диэлектрической проницаемостью $2\varepsilon = 20$. Конденсатор подключен к источнику с ЭДС $\mathcal{E} = 48 \text{ В}$. Размеры обкладок конденсатора значительно больше расстояния между ними. Электрическая постоянная: $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$.



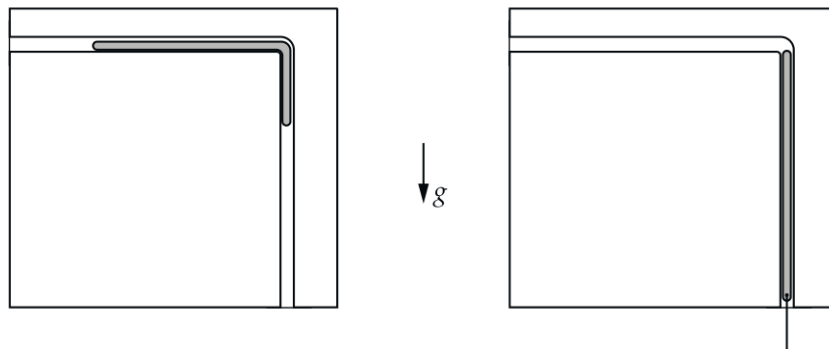
1. Найдите поверхностную плотность свободных зарядов на верхней обкладке конденсатора. (3 балла)
2. Чему равна суммарная поверхностная плотность поляризационных зарядов на границе раздела диэлектриков? (4 балла)

Ответы выразите в мКл/м^2 , округлите до десятых.

11 Верёвка в канале

Однородная гибкая верёвка массой $m = 0,18 \text{ кг}$ и длиной $L = 1,8 \text{ м}$ удерживается в узком канале, образованном каменными блоками, при этом в начальный момент треть верёвки висит вертикально (см. рисунок, слева). Поверхности блоков гладкие. В некоторый момент верёвку отпускают, и она начинает двигаться. Можно считать, что в процессе движения все точки верёвки в любой момент времени имеют одинаковые по модулю скорости, а длина верёвки не меняется. Неупругими деформациями и трением о воздух можно пренебречь. Диаметр верёвки и радиус кривизны в точке перегиба значительно меньше длины верёвки. Поперечный размер канала близок к диаметру верёвки. Ускорение свободного падения g считайте равным 10 м/с^2 .

1. На какое расстояние по вертикали опустится центр масс верёвки относительно своего первоначального положения к тому моменту, когда вся верёвка окажется в вертикальной части канала? Ответ выразите в сантиметрах, округлите до целого. (2 балла)
2. С какой скоростью v_1 будет двигаться верёвка в тот момент, когда полностью соскользнёт с горизонтальной поверхности (см. рисунок, справа)? Ответ дайте в м/с , округлите до целого. (3 балла)
3. Найдите абсолютную величину импульса верёвки в момент, когда её треть ещё находится на горизонтальной поверхности. Ответ выразите в $\text{кг}\cdot\text{м/с}$, округлите до сотых. (2 балла)



Источник: Московская олимпиада школьников по физике, 2021/22, отборочный этап, 11 класс — условия, решения. Задачи перенабраны на botay.pro, решения — по официальным.