

Московская предпрофессиональная олимпиада школьников. Физика. 11 класс. Теоретический тур отборочного этапа, 2023/24

1 ноя 2023 г., 10:00 — 20 ноя 2023 г., 23:59

№ 1, вариант 1

5 баллов

В школьной лаборатории ребята решили изучить термодинамический процесс над газом, в котором давление пропорционально объёму. Света говорит, что такой процесс не стоит изучать. Он хорошо известен и даже имеет собственное название, но она не может его вспомнить. Как называется такой процесс?

Изотермический

Адиабатический

Изобарный

Изохорный

Верного ответа нет

№ 1, вариант 2

5 баллов

В школьной лаборатории ребята решили изучить термодинамический процесс над газом, в котором работа газа оказалась пропорциональна изменению его объёма. Света говорит, что такой процесс не стоит изучать. Он хорошо известен и даже имеет собственное название, но она не может его вспомнить. Как называется такой процесс?

Изотермический

Адиабатический

Изобарный

Изохорный

Верного ответа нет

№ 2, вариант 1

5 баллов

Установите соответствие между величинами и формулами для их расчёта.

Потенциал на расстоянии R от точечного заряда Q



$$\varphi = kQ/R$$



Потенциал в середине отрезка длиной R , на концах которого находятся одинаковые заряды Q



$$\varphi = 0$$



Потенциал в центре квадрата со стороной длиной R , на вершинах которого находятся одинаковые заряды Q



$$\varphi = 4\sqrt{2}kQ/(R)$$



Потенциал в середине отрезка длиной R , на концах которого находятся заряды $+Q$ и $-Q$



$$\varphi = 4kQ/R$$



Потенциал в центре равностороннего треугольника со стороной длиной R , на вершинах которого находятся одинаковые заряды Q



$$\varphi = 3kQ\sqrt{3}/(R)$$



№ 2, вариант 2

5 баллов

Установите соответствие между величинами и формулами для их расчёта.

Потенциал на расстоянии R от точечного заряда Q



$$\varphi = 4\sqrt{2}kQ/R$$

Потенциал в середине отрезка длиной R , на концах которого находятся одинаковые заряды Q



$$\varphi = 0$$

Потенциал в центре квадрата со стороной длиной R , на вершинах которого находятся одинаковые заряды Q



$$\varphi = 6kQ/(R)$$

Потенциал в середине отрезка длиной R , на концах которого находятся заряды Q и $-Q$



$$\varphi = 4kQ/R$$

Потенциал в центре равностороннего шестиугольника со стороной длиной R , на вершинах которого находятся одинаковые заряды Q

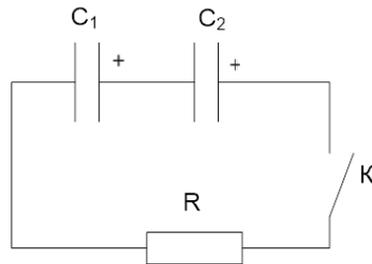


$$\varphi = kQ/R$$

№ 3, вариант 1

10 баллов

Два конденсатора с ёмкостями $C_1 = 1 \text{ мкФ}$ и $C_2 = 2 \text{ мкФ}$ поочередно полностью зарядили от батарейки с ЭДС $\varepsilon = 3 \text{ В}$ и соединили в цепь, показанную на рисунке, замкнув ключ. Знаки плюс показывают начальную полярность заряда конденсаторов. Сопротивление резистора равно 1 кОм .



Найдите ток в цепи сразу после замыкания ключа.

1 мА

2 мА

3 мА

6 мА

10 мА

Какая разность потенциалов установится на конденсаторе C_1 ?

0,5 В

1 В

2 В

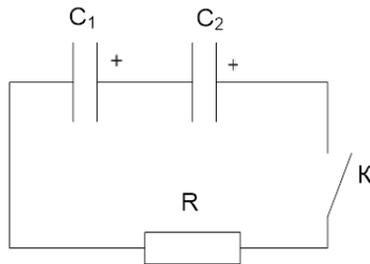
4 В

6 В

№ 3, вариант 2

10 баллов

Два конденсатора с ёмкостями $C_1 = 2 \text{ мкФ}$ и $C_2 = 4 \text{ мкФ}$ поочередно полностью зарядили от батарейки с ЭДС $\varepsilon = 6 \text{ В}$ и соединили в цепь, показанную на рисунке, замкнув ключ. Знаки плюс показывают начальную полярность заряда конденсаторов. Сопротивление резистора равно 2 кОм .



Найдите ток в цепи сразу после замыкания ключа.

1 мА

2 мА

3 мА

6 мА

10 мА

Какая разность потенциалов установится на конденсаторе C_1 ?

0,5 В

1 В

2 В

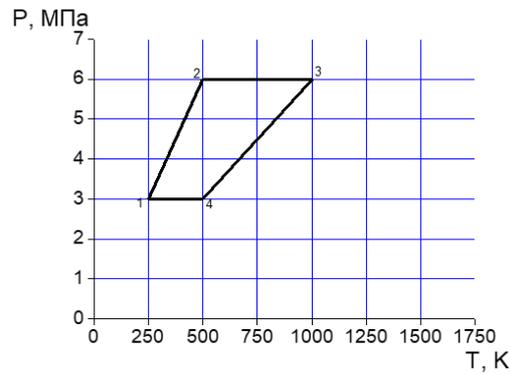
4 В

6 В

№ 4, вариант 1

10 баллов

Для исследования термодинамических характеристик двигателя была собрана установка, в которой под поршнем находится 1 моль водорода.



Найдите работу, совершенную газом, в циклическом процессе 1–2–3–4–1, изображённом на рисунке.

Ответ выразите в кДж. Округлите до целых.

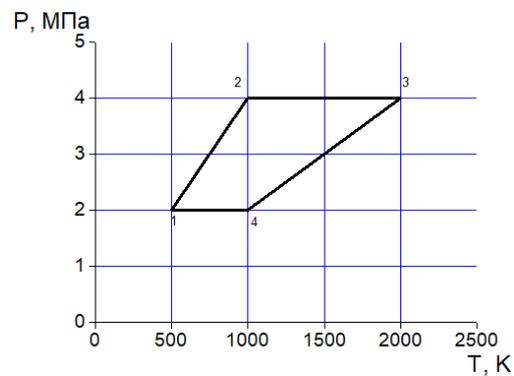
Значение универсальной газовой постоянной $R = 8,31$ Дж/(К·моль).

2

№ 4, вариант 2

10 баллов

Для исследования термодинамических характеристик двигателя была собрана установка, в которой под поршнем находится 1 моль кислорода.



Найдите работу, совершенную газом, в циклическом процессе, изображённом на рисунке 1–2–3–4–1.

Ответ выразите в кДж. Округлите до целых.

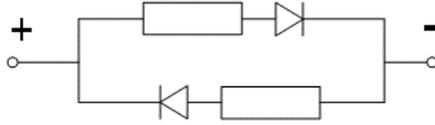
Значение универсальной газовой постоянной $R = 8,31$ Дж/(К·моль).

4

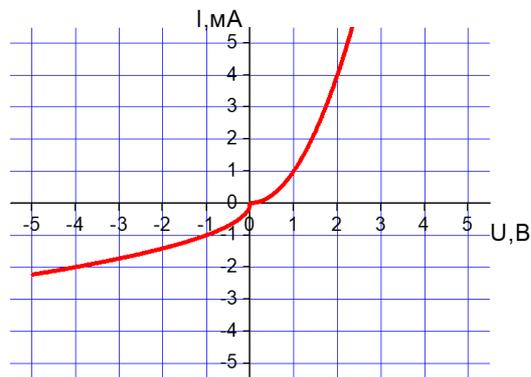
№ 5, вариант 1

35 баллов

Егор нашел в лаборатории диоды. Диоды – это полупроводниковые приборы, у которых зависимость протекающего через них тока от напряжения может иметь несимметричный вид. Вольтамперная характеристика диодов Егора показана на рисунке, положительным считается ток, который протекает по направлению стрелки в обозначении диода на схеме.



Используя два диода и два резистора с сопротивлением 1 кОм каждый, Егор собрал схему, показанную на рисунке, и подсоединил её к источнику питания с напряжением 2 В.



Найдите ток, протекающий через верхний по схеме резистор. Ответ приведите в мА. Ответ округлите до десятых.

1

Найдите ток, протекающий через нижний по схеме резистор. Ответ приведите в мА. Ответ округлите до десятых.

1

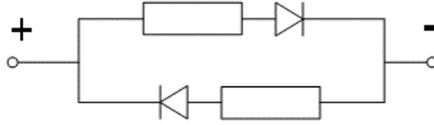
Найдите сколько тепла выделится в такой схеме за 1 минуту работы. Ответ приведите в Дж. Ответ округлите до десятых.

0.2

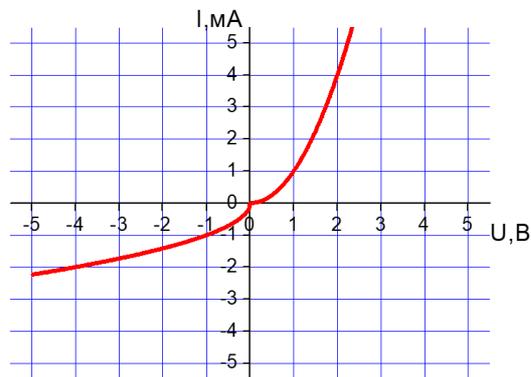
№ 5, вариант 2

35 баллов

Егор нашел в лаборатории диоды. Диоды – это полупроводниковые приборы, у которых зависимость протекающего через них тока от напряжения может иметь несимметричный вид. Вольтамперная характеристика диодов Егора показана на рисунке, положительным считается ток, который протекает по направлению стрелки в обозначении диода на схеме.



Используя два диода и два резистора с сопротивлением 1 кОм каждый, Егор собрал схему, показанную на рисунке, и подсоединил ее к источнику питания с напряжением 6 В.



Найдите ток, протекающий через верхний по схеме резистор. Ответ приведите в мА. Ответ округлите до десятых.

4

Найдите ток, протекающий через нижний по схеме резистор. Ответ приведите в мА. Ответ округлите до десятых.

2

Найдите сколько тепла выделится в такой схеме за 1 минуту работы. Ответ приведите в Дж. Ответ округлите до десятых.

2.2

№ 6, вариант 1

35 баллов

Изучая «мёртвую петлю», школьники на плоскости стола построили трек из загнутого листа пластика, показанный на рисунке, причём трек имеет закругление с радиусом $R = 1$ м.



Шарик запускали на трек из состояния с начальной скоростью V вдоль плоскости стола. Оказалось, что в некотором диапазоне скоростей шарик отрывается от трека.

Примечание. При решении задачи считайте, что ускорение свободного падения равно 10 м/с^2 . Трение не учитывайте. Шарик всё время движется в одной вертикальной плоскости.

При какой максимальной начальной скорости V шарик вернётся в исходную точку, не отрываясь от поверхности трека при движении? Ответ выразите в м/с, округлите до десятых.

4.5

При какой минимальной начальной скорости V шарик оторвётся от трека, достигнув точки А, находящейся над началом закруглённого участка? Ответ выразите в м/с, округлите до десятых.

7.1

В завершение опытов школьники решили запустить шарик со скоростью равной среднему арифметическому ответов на первый и второй пункты. На какой высоте оторвётся от желоба шарик в этом случае? Ответ выразите в метрах, округлите до десятых. Для расчёта начальной скорости шарика используйте округленные до десятых значения.

1.4

№ 6, вариант 2

35 баллов

Изучая «мёртвую петлю», школьники на плоскости стола построили трек из загнутого листа пластика, показанный на рисунке, причём трек имеет закругление с радиусом $R = 0,7$ м. Шарик запускали на трек из состояния с начальной скоростью V вдоль плоскости стола.



Оказалось, что в некотором диапазоне скоростей шарик отрывается от трека.

Примечание. При решении задачи считайте, что ускорение свободного падения равно 10 м/с^2 . Трение не учитывайте. Шарик всё время движется в одной вертикальной плоскости.

При какой максимальной начальной скорости V шарик вернётся в исходную точку, не отрываясь от поверхности трека при движении. Ответ выразите в м/с, округлите до десятых.

3.7

При какой минимальной начальной скорости V шарик оторвётся от трека, достигнув точки А, находящейся над началом закруглённого участка? Ответ выразите в м/с, округлите до десятых.

5.9

В завершение опытов школьники решили запустить шарик со скоростью равной среднему арифметическому ответов на первый и второй пункты. На какой высоте оторвется от желоба шарик в этом случае? Ответ выразите в метрах, округлите до десятых. Для расчёта начальной скорости шарика используйте округленные до десятых значения.

1

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП
11 КЛАСС**

Задание 1.1

Методом исключения можно показать, что верного ответа нет. Не все процессы в термодинамике имеют собственные названия.

Задание 1.2

Описанная характеристика соответствует изобарному процессу.

Ответ В

Задание 2.1

Нужно вспомнить, что потенциал точечного заряда Q на расстоянии R от него равен $\varphi=kQ/R$. Кроме того, нужно использовать принцип суперпозиции – потенциалы, созданные в точке несколькими зарядами складываются арифметически.

1. Потенциал на расстоянии R от точечного заряда Q - $\varphi=kQ/R$
2. Потенциал в середине отрезка длиной R , на концах которого находятся одинаковые заряды Q - $\varphi=4kQ/R$
3. Потенциал в центре квадрата со стороной длиной R , на вершинах которого находятся одинаковые заряды Q - $\varphi=4\sqrt{2}kQ/(R)$
4. Потенциал в середине отрезка длиной R , на концах которого находятся заряды $+Q$ и $-Q$ - $\varphi=0$
5. Потенциал в центре равностороннего треугольника со стороной длиной R , на вершинах которого находятся одинаковые заряды Q - $\varphi=3kQ\sqrt{3}/(R)$

Задание 2.2

Нужно вспомнить, что потенциал точечного заряда Q на расстоянии R от него равен $\varphi=kQ/R$. Кроме того, нужно использовать принцип суперпозиции – потенциалы, созданные в точке несколькими зарядами складываются арифметически.

1. Потенциал на расстоянии R от точечного заряда Q - $\varphi=kQ/R$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП
11 КЛАСС**

2. Потенциал в середине отрезка длиной R , на концах которого находятся одинаковые заряды Q - $\varphi=4kQ/R$

3. Потенциал в центре квадрата со стороной длиной R , на вершинах которого находятся одинаковые заряды Q - $\varphi=4\sqrt{2}kQ/R$

4. Потенциал в середине отрезка длиной R , на концах которого находятся заряды $+Q$ и $-Q$ - $\varphi=0$

5. Потенциал в центре равностороннего шестиугольника со стороной длиной R , на вершинах которого находятся одинаковые заряды Q - $\varphi=6kQ/(R)$

Задание 3.1

1) Каждый из конденсаторов заряжен до напряжения $\varepsilon=3\text{В}$, при последовательном включении они создадут на резисторе напряжение $2\varepsilon=6\text{В}$, ток через резистор определяется законом Ома и равен $6\text{В}/1000\text{ Ом}=6\text{ мА}$.

2) Пусть на конденсаторах установятся заряды q_1^* и q_2^* соответственно. На конденсаторах установятся напряжения противоположные по знаку и равные по модулю. $q_1^*/C_1 = -q_2^*/C_2$. Тогда выразим $q_2^* = q_1^*C_2/C_1$. Исходно заряды были $q_1=C_1\varepsilon$ и $q_2=C_2\varepsilon$. По закону сохранения заряда $q_1 - q_1^* = q_2 - q_2^*$. Подставляя в последнее равенство полученные выражения для q_2^* , q_1 , q_2 , получим посл упрощения $q_1^* = (C_1 - C_2)\varepsilon / (1 + C_1/C_2)$, а далее для искомого напряжения $U_1^* = C_1 q_1^* = (C_1 - C_2)\varepsilon / (C_1 + C_2) = (1 - 2) \cdot 3 / (1 + 2) = -1\text{ В}$. Установившуюся разность потенциалов нужно указать по модулю (отрицательный знак означает лишь, что полярность заряда конденсатора изменилась).

Ответ: 6 мА; 1 В

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП
11 КЛАСС**

Задание 3.2

1) Каждый из конденсаторов заряжен до напряжения $\varepsilon=6\text{В}$, при последовательном включении они создадут на резисторе напряжение $2\varepsilon=12\text{В}$, ток через резистор определяется законом Ома и равен $12\text{В}/2000\text{ Ом}=6\text{ мА}$.

2) Пусть на конденсаторах установятся заряды q_1^* и q_2^* соответственно. На конденсаторах установятся напряжения противоположные по знаку и равные по модулю. $q_1^*/C_1 = -q_2^*/C_2$. Тогда выразим $q_2^* = -q_1^*C_2/C_1$. Исходно заряды были $q_1=C_1\varepsilon$ и $q_2=C_2\varepsilon$. По закону сохранения заряда $q_1 - q_1^* = q_2 - q_2^*$. Подставляя в последнее равенство полученные выражения для q_2^* , q_1 , q_2 , получим посл упрощения $q_1^* = (C_1 - C_2)\varepsilon / (1 + C_1/C_2)$, а далее для искомого напряжения $U_1^* = C_1 q_1^* = (C_1 - C_2)\varepsilon / (C_1 + C_2) = (2 - 4) \cdot 6 / (2 + 4) = -2\text{ В}$. Установившуюся разность потенциалов нужно указать по модулю (отрицательный знак означает лишь, что полярность заряда конденсатора изменилась).

Ответ: 6 мА; 2 В

Задание 4.1

Решение: один моль двухатомного газа, $A = p\Delta V$, $pV = \nu RT$, $V = \nu RT/p$

1-2 и 3-4: изохорный: $V = \text{const}$, $\Delta V = 0$, $A = 0$

2-3: изобарный:

$$p = \text{const}, \frac{T}{V} = \text{const}: \frac{V_2}{V_3} = \frac{T_2}{T_3}, V_3 = V_2 \frac{T_3}{T_2}, \Delta V = V_3 - V_2 = V_2 \frac{T_3 - T_2}{T_2}$$
$$= \nu R \frac{T_3 - T_2}{p_2}, A_{23} = \nu R(T_3 - T_2)$$

4-1: изобарный (аналогично): $A_{41} = \nu R(T_1 - T_4)$

$$A = A_{12} + A_{23} + A_{34} + A_{41} = \nu R(T_3 - T_2 + T_1 - T_4)$$

$$= \nu R(T_3 + T_1 - 2T_4), \text{ т. к. } T_2 = T_4$$

$$A = \nu R(T_3 - T_2 + T_1 - T_4) = 1 \cdot 8,31(1000 + 250 - 500 \cdot 2) = 2078;$$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП
11 КЛАСС**

Или округленно 2 кДж.

Ответ: 2 кДж

Задание 4.2

Решение: один моль двухатомного газа, $A = p\Delta V$, $pV = \nu RT$, $V = \nu RT/p$

1-2 и 3-4: изохорный: $V = \text{const}$, $\Delta V = 0$, $A = 0$

2-3: изобарный:

$$p = \text{const}, \frac{T}{V} = \text{const}: \frac{V_2}{V_3} = \frac{T_2}{T_3}, V_3 = V_2 \frac{T_3}{T_2}, \Delta V = V_3 - V_2 = V_2 \frac{T_3 - T_2}{T_2}$$
$$= \nu R \frac{T_3 - T_2}{p_2}, A_{23} = \nu R(T_3 - T_2)$$

4-1: изобарный (аналогично): $A_{41} = \nu R(T_1 - T_4)$

$$A = A_{12} + A_{23} + A_{34} + A_{41} = \nu R(T_3 - T_2 + T_1 - T_4)$$

$$= \nu R(T_3 + T_1 - 2T_4), \text{ т. к. } T_2 = T_4$$

$$A = \nu R(T_3 - T_2 + T_1 - T_4) = 1 \cdot 8,31(2000 + 500 - 1000 \cdot 2) = 4155;$$

Или округленно 4 кДж.

Ответ: 4 кДж

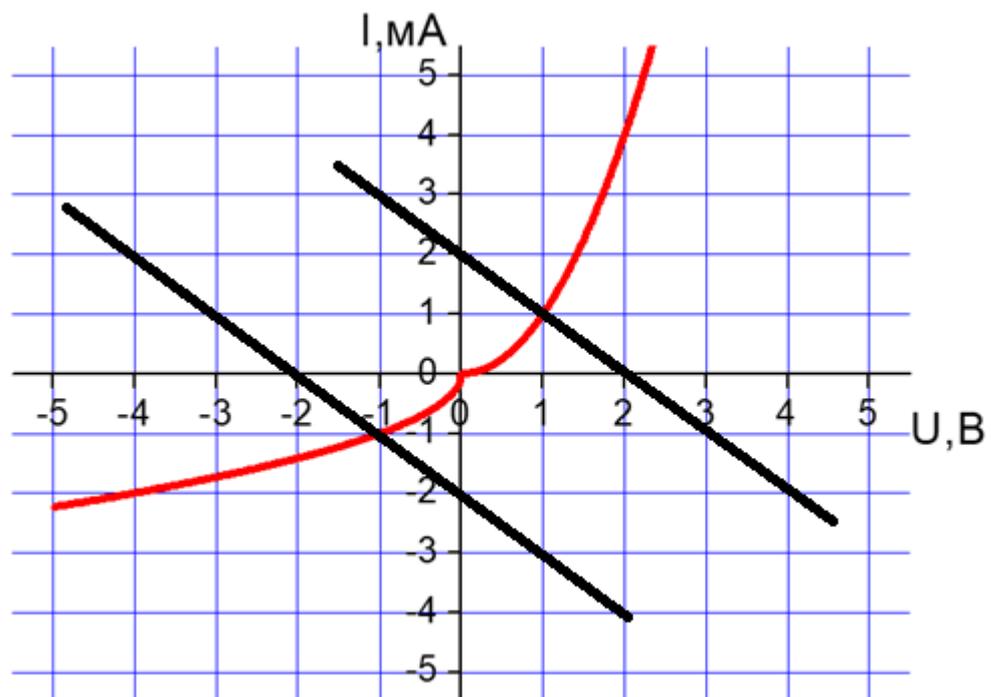
Задание 5.1

(1-2) Пусть сопротивление резистора $R=1$ кОм, а напряжение питания равно $U=2$ В. Рассмотрим, как решить задачу о протекании тока через последовательно соединенные резистор и диод. Пусть ток через цепочку будет равен I , а U_d и U_p – напряжения на диоде и резисторе, очевидно, что $U_d + U_p = U$. По закону Ома $U_p=RI$. Тогда $U_d + RI = U$, или $I = (U/R) - (U_d/R)$. Помня, что $I_d = I$, перепишем $I_d = (U/R) - (U_d/R)$. Обратим внимание, что величины R и U заданы и являются постоянными. Тогда последняя формула является уравнением прямой в координатах $(U_d; I_d)$. Координаты точки пересечения этой прямой с вольтамперной характеристикой диода позволят определить ток и напряжение на диоде, подключенном последовательно с

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП
11 КЛАСС**

резисторов с сопротивлением R к источнику с напряжением U . Теперь достаточно построить такую прямую на графике вольтамперной характеристики диода. Для разбора случая с «обратным» включением диода, чтобы не строить еще один график построим прямую, симметричную нашей относительно начала координат. Операция отражения относительно начала координат, очевидно, меняет полярность и тока и напряжения в рассматриваемой системе. Из графика наглядно видно, что по обоим ветвям (при обоих полярностях) будет течь ток 1 мА.

3) В цепи протекает ток $I=1+1=2$ мА, напряжение на ней равно $U=2$ В.
 $Q=UIt=2*0.002*60=0,24$ Дж. Округлив, получаем 0,2 Дж.



Ответ 1; 1; 0,2

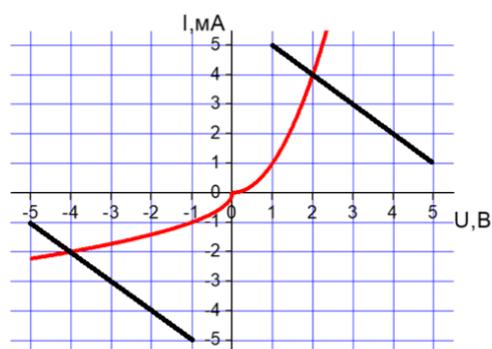
Задание 5.2

(1-2) Пусть сопротивление резистора $R=1$ кОм, а напряжение питания равно $U=6$ В. Рассмотрим, как решить задачу о протекании тока через

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП
11 КЛАСС**

последовательно соединенные резистор и диод. Пусть ток через цепочку будет равен I , а U_d и U_r – напряжения на диоде и резисторе, очевидно, что $U_d + U_r = U$. По закону Ома $U_r = RI$. Тогда $U_d + RI = U$, или $I = (U/R) - (U_d/R)$. Помня, что $I_d = I$, перепишем $I_d = (U/R) - (U_d/R)$. Обратим внимание, что величины R и U заданы и являются постоянными. Тогда последняя формула является уравнением прямой в координатах $(U_d; I_d)$. Координаты точки пересечения этой прямой с вольтамперной характеристикой диода позволят определить ток и напряжение на диоде, подключенном последовательно с резистором с сопротивлением R к источнику с напряжением U . Теперь достаточно построить такую прямую на графике вольтамперной характеристики диода. Для разбора случая с «обратным» включением диода, чтобы не строить еще один график построим прямую, симметричную нашей относительно начала координат. Операция отражения относительно начала координат, очевидно, меняет полярность и тока и напряжения в рассматриваемой системе. Из графика наглядно видно, что при прямом подключении (по верхней ветви) будет течь ток 4 мА, а при обратном (по нижней ветви) потечет ток 2 мА.

3) В цепи протекает ток $I = 2 + 4 = 6$ мА, напряжение на ней равно $U = 6$ В.
 $Q = UI t = 6 * 0.006 * 60 = 2,16$ Дж. Округлив, получаем 2,2 Дж.



Ответ 4; 2; 2,2

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП
11 КЛАСС**

Задание 6.1

1) Максимальная высота остановки шарика на треке, при которой он потом укатится назад без отрыва, равна R . Потенциальная энергия на этой высоте равна mgR . А исходная кинетическая энергия шарика равна $0.5mv^2$. Воспользуемся законом сохранения энергии $0.5mv^2 = mgR$. Тогда $v = \sqrt{2gR} = \sqrt{2 * 10 * 1} = 4.5$ м/с.

2) Рассмотрим случай когда шарик достигает точки А, при минимальной необходимой для этого скорости. Распространенная ошибка – предположение, что шарик будет неподвижен в этот момент. Объясним, почему это не так. Чтобы попасть в точку А шарик должен попасть туда, двигаясь по окружности. В точке А, в момент отрыва, на шарик не будет действовать никакая сила кроме силы тяжести, и он будет двигаться с ускорением g , которое еще и окажется направленным к центру окружности, то есть будет играть роль центростремительного ускорения. Значит, чтобы двигаться по окружности, шарик в точке А должен обладать какой-то скоростью u . Тогда с одной стороны $g = \frac{u^2}{R}$, а с другой стороны по закону сохранения энергии $\frac{mv^2}{2} = mg2R + \frac{mu^2}{2}$. Решая эти два уравнения как систему относительно v и u , получим $v = \sqrt{5gR} = \sqrt{5 * 10 * 1} = 7.1$ м/с.

3) Пусть теперь шарик запущен со средней арифметической скоростей полученных в предыдущих двух пунктах, то есть $v=5.8$ м/с. Пусть его остановка произойдет на высоте h от стола. Пусть угол φ образован горизонталью и направлением на точку отрыва шарика (относительно центра окружности). Из геометрических соображений $h=R(1+\cos \varphi)$. В этой точке тело опять же движется по окружности, однако центростремительным

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП
11 КЛАСС**

ускорением будет только нормальная к траектории компонента вектора g .

Поэтому $g \cos \varphi = \frac{v^2}{R}$. Кроме того, запишем закон сохранения энергии:

$$\frac{mv^2}{2} = mgh + \frac{mu^2}{2}.$$

Решая совместно, последние три уравнения как систему, получим $h = \frac{v^2 + Rg}{3g} = 1.455 \text{ м} = 1,5 \text{ м}$



Ответы: 4,5; 7,1; 1,5.

Задание 6.2

1) Максимальная высота остановки шарика на треке, при которой он потом укатится назад без отрыва, равна R . Потенциальная энергия на этой высоте равна mgR . А исходная кинетическая энергия шарика равна $0.5mv^2$. Воспользуемся законом сохранения энергии $0.5mv^2 = mgR$. Тогда $v = \sqrt{2gR} = \sqrt{2 * 10 * 0,7} = 3,7 \text{ м/с}$.

2) Рассмотрим случай когда шарик достигает точки A , при минимальной необходимой для этого скорости. Распространенная ошибка – предположение, что шарик будет неподвижен в этот момент. Объясним, почему это не так. Чтобы попасть в точку A шарик должен попасть туда, двигаясь по окружности. В точке A , в момент отрыва, на шарик не будет действовать никакая сила кроме силы тяжести, и он будет двигаться с ускорением g , которое еще и окажется направленным к центру окружности, то есть будет играть роль центростремительного ускорения. Значит, чтобы двигаться по окружности, шарик в точке A должен обладать какой-то

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП
11 КЛАСС**

скоростью u . Тогда с одной стороны $g = \frac{u^2}{R}$, а с другой стороны по закону сохранения энергии $\frac{mv^2}{2} = mg2R + \frac{mu^2}{2}$. Решая эти два уравнения как систему относительно v и u , получим $v = \sqrt{5gR} = \sqrt{5 * 10 * 0,7} = 5,9$ м/с.

3) Пусть теперь шарик запущен со средней арифметической скоростью полученных в предыдущих двух пунктах, то есть $v=4.8$ м/с. Пусть его остановка произойдет на высоте h от стола. Пусть угол φ образован горизонталью и направлением на точку отрыва шарика (относительно центра окружности). Из геометрических соображений $h=R(1+\cos \varphi)$. В этой точке тело опять же движется по окружности, однако центростремительным ускорением будет только нормальная к траектории компонента вектора g . Поэтому $g \cos \varphi = \frac{v^2}{R}$. Кроме того, запишем закон сохранения энергии:

$$\frac{mv^2}{2} = mgh + \frac{mu^2}{2}.$$

Решая совместно, последние три уравнения как систему, получим $h = \frac{v^2 + Rg}{3g} = 1.0$ м



Ответы: 3,7; 5,9; 1,0 или 1.