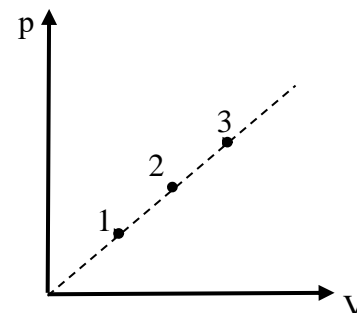


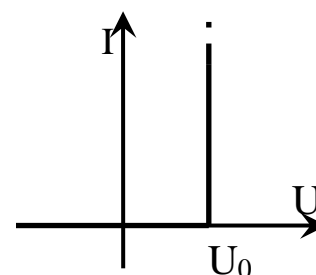
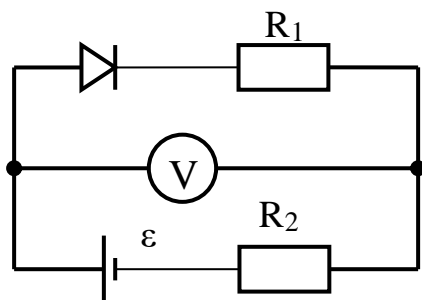
**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников по физике
2017- 2018 учебный год
11 класс**

1. В результате эксперимента учеником была получена pV – диаграмма, представленная на рисунке. Точки 1, 2, 3 диаграммы лежат на одной прямой, проходящей через начало координат. В ходе эксперимента при переходе из состояния 1 в состояние 2 и из 2-го в 3-е состояние ученик изменял объём и температуру. Какой была температура T_3 в состоянии 3, если в состояниях 1 и 2 температуры соответственно были равны T_1 и T_2 .



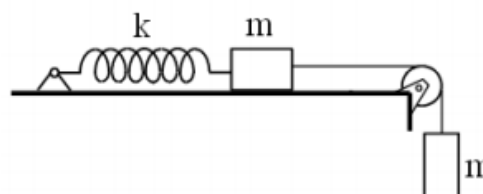
2. Человек, рост которого 1,7 м, стоит перед стеной, на которой укреплено плоское зеркало, верхняя грань которого находится на уровне глаз. Стена отклонена к человеку от вертикали на угол 9.74° . С какого расстояния он сможет увидеть в зеркале хотя бы какую-нибудь часть своего изображения?

3. В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, вольтметр и батарейка идеальные. Вольтамперная характеристика диода показана на графике. Что показывает вольтметр в этой цепи? Что он будет показывать, если изменить полярность



включения диода?

4. В системе, показанной на рисунке масса каждого бруска $m = 1$ кг, жесткость пружины $k = 20$ Н/м, коэффициент трения между бруском и плоскостью $\mu = 0,4$. Массы блока и пружины пренебрежимо малы. Система пришла в движение с нулевой начальной скоростью при недеформированной пружине. Найдите максимальную скорость брусков.



5. Опишите метод определения индуктивности катушки со стальным сердечником с использованием следующего оборудования: источник постоянного тока с известным напряжением U_0 , резистор с известным сопротивлением R_0 , переменный конденсатор известной емкости, соединительные провода, ключ, диод и микроамперметр с сопротивлением r . Сопротивлением катушки можно пренебречь.

**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников по физике
2017- 2018 учебный год
11 класс**

Ответы и указания к решению

1. По условию давление пропорционально объему. Обозначим коэффициент пропорциональности $\alpha = p/V$. Пусть $V = V_1$. Запишем уравнение состояния для все трех точек:

$$\alpha V^2 = \nu RT_1 \quad (1)$$

$$\alpha(V + \Delta V)^2 = \nu RT_2 \quad (2)$$

$$\alpha(V + 2\Delta V)^2 = \nu RT_3 \quad (3)$$

Поделив (2) и (3) на (1) получим:

$$\left(1 + \frac{\Delta V}{V}\right)^2 = \frac{T_2}{T_1} \quad (4)$$

$$\left(1 + \frac{2\Delta V}{V}\right)^2 = \frac{T_3}{T_1} \quad (5)$$

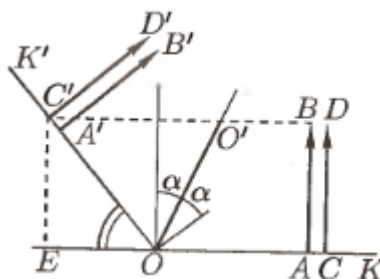
Из (4) получим

$$\frac{\Delta V}{V} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} - 1 \quad (6)$$

Подставив (6) в (5), найдем:

$$T_3 = T_1 \left(2 \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} - 1\right)^2$$

2. Решение поясняется следующим рисунком.



Пусть OK – пол, на котором стоит человек AB . Для построения изображения пола и человека проще всего перегнуть и сложить лист бумаги по прямой OO' (плоскость зеркала) и на просвет построить изображение пола OK' и человека $A'B'$. Из рисунка видно, что человек может увидеть хотя бы какую-то часть своего изображения (ноги A'), если он будет стоять не далее точки C . Для расчетов рассмотрим треугольник $C'OE$. Искомое расстояние

$OC' = OC$, $C'E = AB$ по построению. Тогда $OC' = \frac{C'E}{\sin \angle C'OE}$. Из рис. видно,

что $\angle C'OE = 2\alpha$, т.е. $OC' = \frac{C'E}{\sin 2\alpha}$. Поскольку угол α мал, мы можем

заменить $\sin 2\alpha$ на 2α в радианном измерении, т.е. $OC' = \frac{C'E}{2\alpha} = 5$ м.

3. Если $\mathcal{E} < U_0$, то диод при любом варианте направления включения в цепь останется закрытым. Это означает, что ток в цепи будет отсутствовать, а вольтметр будет показывать $V = \mathcal{E}$.

Если $\mathcal{E} > U_0$, то диод будет открытым, напряжение на нём будет U_0 независимо от значения силы тока в цепи. По закону Ома для полной цепи: $\mathcal{E} = U_0 + I \cdot (R_1 + R_2)$.

$$\text{Сила тока в цепи } I = \frac{\mathcal{E} - U_0}{R_1 + R_2}.$$

$$\text{Показания вольтметра } V = U_0 + IR_1 = \frac{\mathcal{E}R_1 + U_0R_2}{R_1 + R_2}.$$

4. При опускании груза m , его скорость достигает максимального значения в момент, когда сила тяжести равна сумме сил упругости и трения, т.е. $mg = kx + \mu mg$, следовательно, $x = \frac{mg(1-\mu)}{k}$ (1)

Используя закон сохранения энергии, запишем: $\Delta E_n + \Delta E_k = A_{mp}$, то есть: $2 \cdot \frac{mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2} - mgx = \mu mgx$.

$$\text{Отсюда } v = \sqrt{gx(1-\mu) - \frac{kx^2}{2m}} \quad (2)$$

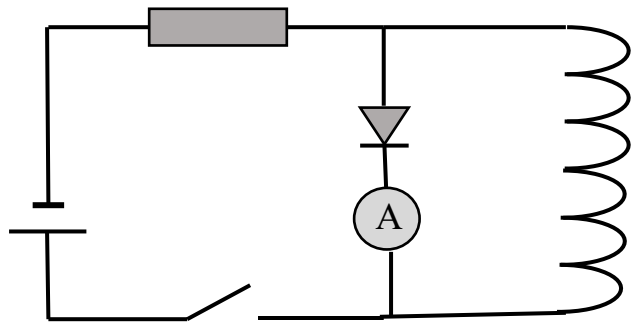
Подставляя в последнее равенство x из (1), получим:

$$v = g(1-\mu) \sqrt{\frac{m}{2k}} = 0,95 \text{ м/с}^2$$

5. Если поменять полярность включения диода, то он будет закрыт, в цепи будет отсутствовать ток. Вольтметр будет показывать $V = \mathcal{E}$.

Для измерения индуктивности соберем следующую электрическую цепь: При замыкании ключа через

катушку течет ток $\frac{U_0}{R}$, через амперметр ток не течет, так как последовательно с ним включен диод. После размыкания ключа в цепи возникает ЭДС самоиндукции вследствие изменения магнитного потока в катушке,



которая создает ток, текущий через микроамперметр.

Магнитный поток в катушке равен $L \cdot \frac{U_0}{R}$, а ЭДС самоиндукции можно записать как $I \cdot r = \frac{q}{t} \cdot r$. С другой стороны эта же ЭДС по закону

электромагнитной индукции равна $-\frac{0 - L \frac{U_0}{R}}{t}$. Приравняв выражения, получаем $q = \frac{L \cdot U_0}{R \cdot r}$, откуда $L = \frac{q \cdot R \cdot r}{U_0}$.

Для определения величины заряда используем переменный конденсатор, который разряжаем через микроамперметр, тем самым градуируя его.

Критерии оценивания

Критерий	Балл
Идея определения индуктивности	2
Рисунок цепи с правильным положением диода	4
Получение выражения для индуктивности	2
Градуировка микроамперметра	2

Критерии оценивания расчётных задач.

Баллы	Правильность (ошибочность) решения
10	Полное верное решение
8	Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение.
5-6	Решение в целом верное, однако, содержит существенные ошибки (только математические).
5	Найдено решение одного из двух возможных случаев.
2-3	Есть понимание физики явления, но не найдено одно из необходимых для решения уравнений, в результате полученная система уравнений не полна и невозможно найти решение.
0-1	Есть отдельные уравнения, относящиеся к сути задачи при отсутствии решения (или при ошибочном решении).
0	Решение неверное, или отсутствует.