

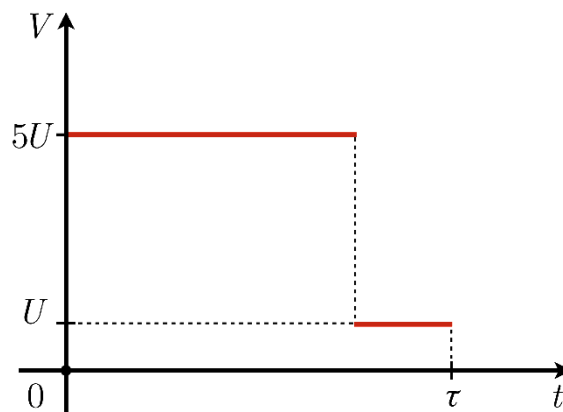
КРИТЕРИИ И МЕТОДИКА ОЦЕНИВАНИЯ
ВЫПОЛНЕННЫХ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ

муниципального этапа всероссийской олимпиады школьников по физике

2021/2022 учебный год

8 класс

1. Катер двигался вниз по течению реки. Зависимость его скорости от времени приведена на рисунке. Сколько времени он плыл с выключенным мотором, если весь путь катер преодолел за время $\tau=44$ мин со средней скоростью $4,5U$, где U – скорость течения реки?



РЕШЕНИЕ: Обозначим время движения катера с выключенным мотором t . Из графика видно, что все это время катер двигался со скоростью течения U , а время $\tau - t$ имел скорость $5U$. Весь путь, пройденный катером, можно рассчитать через его среднюю скорость и с помощью графика, используя графический смысл пути, как площади фигуры под графиком зависимости скорости от времени. Очевидно, что один и тот же путь, рассчитанный разными способами, имеет одинаковое значение:

$$4,5U \cdot \tau = U \cdot t + 5U \cdot (\tau - t)$$

Из этого уравнения получаем, что $t = \tau/8 = 44 \text{ мин}/8 = 5,5 \text{ мин}$

ОТВЕТ: 5,5 мин

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ:

Использована формула пути, выраженного через среднюю скорость – 26

Использовано графическое представление пути:

путь при включенном моторе – 26

путь при выключенном моторе – 26

Записано уравнение равенства путей – 16

Решено уравнение – 26

Получен численный ответ – 16

ВСЕГО: 106

2. Стальной брусок, имеющий форму прямоугольного параллелепипеда, кладут на ровную горизонтальную поверхность так, чтобы он соприкасался с ней одной из своих граней. Давление, которое брусок оказывает на эту поверхность, равно 4 кПа, 5 кПа и 6 кПа в зависимости от того, на какой грани он лежит. Определите массу бруска. Плотность стали $7,8 \text{ г/см}^3$, $g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$.

РЕШЕНИЕ: Зная плотность вещества, массу тела можно определить, используя формулу $m = \rho V$, где $V = abc$, a, b, c – длины ребер стального бруска. Давление твердого тела, лежащего на поверхности, рассчитывается по формуле $p = \frac{F}{S}$

В данном случае, силой, оказывающей давление, является вес бруска $P = mg$, а площадь опоры S варьируется в зависимости от того, на какой грани лежит брусок,

Например, для грани ab имеем $p_{ab} = \frac{mg}{ab} = \frac{\rho abcg}{ab} = \rho g c$

Аналогично, $p_{ac} = \rho g b$ и $p_{bc} = \rho g a$

Отсюда, $a = \frac{p_{bc}}{\rho g}$ $b = \frac{p_{ac}}{\rho g}$ $c = \frac{p_{ab}}{\rho g}$ следовательно $V = \frac{p_{ab} p_{bc} p_{ac}}{(\rho g)^3}$

Окончательно, для массы бруска имеем

$$m = \frac{p_{ab} p_{bc} p_{ac}}{\rho^2 g^3}$$

После подстановки чисел получаем $m \approx 1,97 \text{ кг}$.

ОТВЕТ: $\approx 1,97 \text{ кг}$.

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ:

Получена общая формула для массы бруска – 7б

Рассчитана масса бруска – 3б

Возможен расчёт ребер бруска по отдельности.

В этом случае расчет длины каждого ребра оценивается в 2б

Рассчитан объем бруска – 1б

Рассчитана масса бруска – 3б

ВСЕГО: 10б

3. В калориметре находилось 250 г льда при температуре -10°C . В него впустили порцию водяного пара при температуре 100°C . После установления теплового равновесия в калориметре оказалась вода при температуре 54°C . Чему равна её масса? Теплоёмкостью калориметра и теплообменом с окружающей средой пренебречь. Удельная теплоёмкость воды $4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$, удельная теплоёмкость льда $2100 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$, удельная теплота плавления льда $330 \text{ кДж}/\text{кг}$, удельная теплота парообразования воды $2300 \text{ кДж}/\text{кг}$.

РЕШЕНИЕ: с телами, вступившими в калориметре в тепловой контакт произошли следующие изменения:

1. лед нагрелся до температуры своего плавления,
2. расплавился
3. и, получившаяся из льда вода, нагрелась до конечной температуры;
4. пар сконденсировался
5. и, получившаяся из пара вода, охладилась от температуры конденсации до конечной температуры.

Уравнение теплового баланса, описывающее данные изменения, имеет вид:

$$c_{\text{л}}m_{\text{л}}(t_{\text{пл}} - t_{0\text{л}}) + m_{\text{л}}\lambda_{\text{л}} + c_{\text{в}}m_{\text{л}}(t - t_{\text{пл}}) - Lm_{\text{п}} + c_{\text{в}}m_{\text{п}}(t - t_{\text{кон}}) = 0$$

Решая это уравнение относительно $m_{\text{п}}$ получаем, после подстановки, $m_{\text{п}} \approx 58 \text{ г}$

Таким образом, после окончания теплообмена, в калориметре будет $m_{\text{в}} \approx 308 \text{ г}$

ОТВЕТ: $\approx 308 \text{ г}$

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ:

Указаны все изменения, произошедшие с телами во время теплообмена с использованием соответствующих формул – по 1б

Составлено уравнение теплового баланса в указанном виде или любом другом верном виде – 2б

Найдена масса пара – 2б

Найдена масса воды в калориметре – 1б

ВСЕГО: 10б

4. Известно, что при сильном нагревании металлы начинают «испаряться» - с их поверхности хаотично вылетают ионы кристаллической решетки и электроны. Интенсивность вылета ионов пропорциональна температуре металла. Также известно, что на участках последовательной цепи с большим сопротивлением электрическое поле совершает большую работу. Кроме того, сопротивление металлов увеличивается с увеличением их температуры. Объясните, почему лампочка накаливания с вольфрамовой спиралью обязательно перегорит при достаточно длительной эксплуатации и в какой момент это произойдет. Предполагается, что лампочка эксплуатируется в режиме «включил - выключил».

РЕШЕНИЕ: Эксплуатация лампочки накаливания предполагает использование ее в качестве источника света. Свечение спирали достигается ее значительным нагреванием вследствие теплового действия тока, протекающего через спираль. Нагревание спирали приводит к испарению металла спирали. Испарение металла приводит к его большему разрушению в тех местах, где вылет ионов происходит более интенсивно, то есть в тех местах, которые больше нагреваются. Большее нагревание возникает в местах, где электрическое поле совершает большую работу, так как затраченная на совершение работы энергия электрического поля превращается в тепло. То есть это происходит в местах спирали с большим сопротивлением. Спонтанное разрушение спирали приводит к ее утончению, и, следовательно, к локальному увеличению сопротивления, то есть к все большему нагреванию и разрушению в этом месте. Процесс разрушения спирали происходит все более интенсивно, и, в конце концов, она разрывается. Лампочка перегорает.

После некоторого периода эксплуатации спирали она становится неоднородной по сечению вдоль своей длины, то есть представляет собой последовательное соединение участков разного сопротивления.

В холодном состоянии (перед включением) сопротивление спирали самое малое. Поэтому возникающий в момент включения ток достигает самых больших своих значений, после чего, по мере нагревания спирали и увеличения ее сопротивления, уменьшается. Этот большой ток включения сильнее всего разогревает спираль в месте наибольшего сопротивления, что приводит к наиболее интенсивному разрушению спирали. Если спираль «пережила» момент включения, далее она, скорее всего, не разорвется. Разрыв спирали происходит чаще всего в момент включения лампочки в цепь.

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ:

объяснено, почему лампочка неизбежно перегорит – 5б

объяснено, когда именно это произойдет – 5б

ВСЕГО: 10б