Решение задач 1 варианта 11 класс (2014-2015)

1 Вариант.

Задача ***1***. Саша бросил камень горизонтально с отвесного обрыва высотой H, который упал на землю на расстоянии S от основания обрыва. Определить начальную скорость камня V_0.

Решение:

Запишем систему кинематических уравнений:

$$\begin{cases} H = \dfrac{gt^2}{2}, \\ \mathrm{S} = \mathrm{V_0 t}. \end{cases}$$

Решим ее относительно V_0 и получим:

$$V_0 = S\sqrt{\frac{g}{2H}}$$

Ответ: $V_0 = S\sqrt{\dfrac{g}{2H}}$

Задача ***2***. На рисунке показана часть разветвленной цепи с известными сопротивлениями R_1, R_2, R_3, R_4. Известна мощность тепловых потерь P_1 на сопротивлении R_1. Найти мощность тепловых потерь P_4 на сопротивлении R_4.

Решение:

Мощность тепловых потерь P_1на сопротивлении R_1 равна $R_1 I^2_1$. Отсюда находим ток, текущий через сопротивления R_1 и R_2

$$I_1 = I_2 = \sqrt{\frac{P_1}{R_1}}$$

На концах двух параллельных ветвей сопротивлений (ветвь R_1+ R_2 и ветвь R_3) одинаковая разность потенциалов, или падение напряжения:

$$I_1(R_1 + R_2) = I_3 R_3 .$$

Из последнего уравнения находим ток I_3, текущий через сопротивление R_3:

$$I_3 = I_1 \frac{R_1 + R_2}{R_3} = \sqrt{\frac{P_1}{R_1}} \frac{R_1 + R_2}{R_3}.$$

Из закона сохранения электрического заряда $I_1 + I_3 = I_4$, найдем ток I_4, текущий через сопротивление R_4:

$$I_4 = \sqrt{\frac{P_1}{R_1}} \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_3}.$$

Мощность тепловых потерь P_4на сопротивлении R_4 равна $R_4I^2_4$. Выразим ее через известные величины

$$P_4 = P_1 \frac{R_4}{R_1} \frac{(R_1 + R_2 + R_3)^2}{R_3^2}.$$

Ответ: $P_4 = P_1 \frac{R_4}{R_1} \frac{(R_1 + R_2 + R_3)^2}{R_3^2}.$

Задача ***3*** . Смесь воды и ее насыщенного пара занимает некоторый объем при температуре 90^o С. Если смесь нагреть изохорически, то вся вода испаряется при увеличении температуры на 10^o С. Чему равно давление насыщенного водяного пара при 90^o С, если в начальном состоянии масса воды составляет 29% от массы смеси? Объемом воды по сравнению с объемом смеси пренебречь. Атмосферное давление $p_{атм}$ =10^5 Па.

Решение:

До тех пор, пока система является двухфазной (жидкость-пар), пар является насыщенным. В момент завершения перехода жидкости в пар температура смеси равна $t_{ком} = t_{нач}$+Δt=100ºC (или Тком=373К). Следовательно, давление насыщенного пара $p_2 \approx 1атм = 10^5$Па.

(Примечание. Температура кипения воды равна 100ºС при атмосферном давлении 101325Па=760мм.рт.ст=1атм – из школьного учебника).

Уравнение Менделеева-Клапейрона для начального и конечного состояния насыщенного пара:

$$\begin{cases} p_1 V = \frac{0,71m}{M} RT_{нач} \\ p_2 V = \frac{m}{M} RT_{кон} \end{cases}$$

где m - масса смеси, 0,71m – начальная масса пара. Отсюда:

$$\mathrm{p}_1 = \mathrm{p}_2 \cdot 0,71\frac{\mathrm{T}_{\text{нач}}}{\mathrm{T}_{\text{кон}}} = 1\text{атм} \cdot 0,71\frac{363}{373} \approx 0,69.$$

Ответ: $\mathrm{p}_1 = \mathrm{p}_2 \cdot 0,71\frac{\mathrm{T}_{\text{нач}}}{\mathrm{T}_{\text{кон}}} \approx 0,69.$

Задача ***4***. На горизонтальной опоре находится куб. На нем укреплены два блока. Через блоки переброшены нити. К концам нитей прикреплены три груза с известными массами, как показано на рисунке. С какой горизонтальной силой F (и в каком направлении: справа налево, или слева направо) надо действовать на куб, чтобы куб покоился при движении относительно него вышеуказанных грузов?

Решение:

Обратим внимание на то, что сумма внешних сил, действующих на систему тел (куб и три груза) в вертикальном направлении, равна нулю. Внешние силы, действующие на систему тел в горизонтальном направлении, вообще отсутствуют. Это означает, что горизонтальная координата центра масс системы тел будет оставаться в покое (если он первоначально покоился), когда систему тел (куб и три груза) предоставят самой себе. В тот момент времени, когда грузы придут в движение, обнаружится следующая тенденция: левый груз начнет двигаться вверх, правый груз начнет двигаться вниз, средний груз начнет движение слева на право (изменяя при этом горизонтальную координату центра масс системы тел). Чтобы этого не случилось (чтобы не был нарушен закон сохранения горизонтальной составляющей импульса системы тел), куб должен начать движение справа налево. Таким образом, мы должны приложить внешнюю горизонтальную силу F к кубу (направленную слева на право), чтобы куб покоился.

Рассчитать эту силу довольно просто. Решив динамическую задачу движения трех грузов относительно неподвижного куба (куба, неподвижного относительно горизонтальной подставки), найдем линейные ускорения грузов относительно куба

$$a = \frac{g}{3}.$$

Внутренние силы системы тел действуют на средний груз в горизонтальном направлении (слева на право) с результирующей силой Ф, равной

$$\Phi = 2m\frac{g}{3} = \frac{2mg}{3}.$$

С такой же по величине результирующей силой Φ^*внутренние силы системы тел действуют в горизонтальном направлении (справа налево) на куб.

$$\Phi^{*} = \frac{2mg}{3}.$$

Чтобы куб оставался в покое, мы приложим к нему искомую силу

$$F = \frac{2mg}{3},$$

действующую в горизонтальном направлении слева направо.

Ответ: $F = \frac{2mg}{3}$

Задача **5**. Ток I, текущий по контуру ABCDA, образованному четырьмя ребрами куба (рис. а), создает в центре куба магнитное поле с индукцией B_0. Найдите величину и направление вектора индукции магнитного поля **B**, создаваемого в центре куба током I, текущим по контуру из шести ребер ABCGHEA (рис. б).

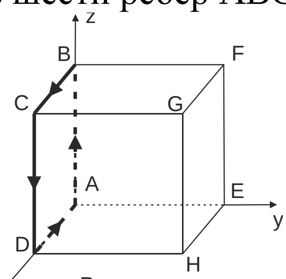


Рисунок а

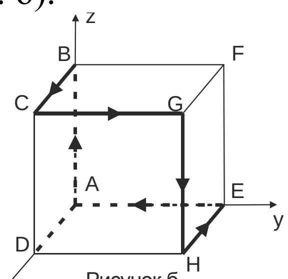


Рисунок б

Решение:

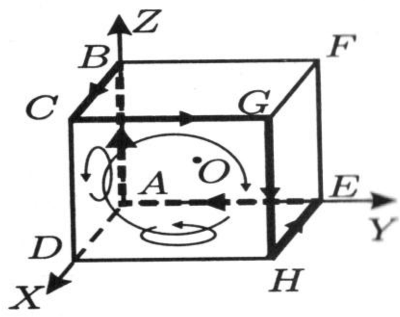
Из соображений симметрии и правила буравчика следует, что вектор магнитной индукции $\vec{B}_0$поля, создаваемого током, текущим по контуру ABCDA, направлен вдоль оси *y*. Заметим, что ток I, текущий по контуру ABCGHEA, можно представить как сумму трёх токов I, текущих по контурам ABCDA, DCGHD и ADHEA (см. рис.). Каждый из этих токов создаёт в центре куба О поле B_0, направленное перпендикулярно плоскости соответствующего контура. На основании принципа суперпозиции, для искомого вектора индукции $\vec{B}$ можно записать:

$$\vec{B} = \vec{B}_{ABCDA} + \vec{B}_{DCGHD} + \vec{B}_{ADHEA}.$$

Переходя к координатной форме записи, получим:

$$\vec{B} = (0, B_0, 0) + (-B_0, 0{,}0) + (0{,}0, B_0) = (-B_0, B_0, B_0).$$

Таким образом, вектор $\vec{B}$ направлен вдоль отрезка OF в сторону точки F, а величина вектора B равна
$\left|\vec{B}\right| = \sqrt{3}B_0$.



Ответ: $\left|\vec{B}\right| = \sqrt{3}B_0$.