Решения и критерии оценивания варианта №15, 8 класс

За каждую верно решенную задачу учащийся получает 20 баллов. За арифметическую ошибку снимается 2 балла.

1. Алюминиевая проволока диаметром d = 2,5 мм покрыта льдом. Общий диаметр проволоки со льдом равен D = 3,5 мм. Температура льда и проволоки t = 0 °C. По проволоке пустили ток силой I = 15 А. За какое время лёд растает? Плотность льда $\rho_л$ = 0,9 г/см^3, а его удельная теплота плавления λ = 340 кДж/кг. Удельное сопротивление алюминия ρ = 2,8·10^{-8} Ом·м.

Решение:

При прохождении тока через проволоку в ней выделяется теплота, равное по закону Джоуля-Ленца $Q = I^2R\tau$, где τ — искомое время таяния льда, а R — сопротивление проволоки. Это сопротивление, согласно известной формуле, равно $R = \rho l/S = 4\rho l/\pi d^2$ (здесь l — длина проволоки, S — площадь её поперечного сечения). Это количество теплоты расходуется на плавление льда: $Q = \lambda m$. Масса льда m равна произведению его плотности на объём: $m = \rho V = \rho(1/4)\pi(D^2 - d^2)l$.

Приравнивая полученные выражения для количеств теплоты, окончательно олучаем:

$$\tau = \lambda\rho\pi^2 d^2(D^2 - d^2)/(16I^2\rho) \approx 19$$

.

Ответ: 19 с.

Критерии оценивания задания 1

- верно записан закон Дж-Ленца – 2 балла,

- получено выражение для расчёта сопротивления – 2 балла,

- получено выражение для расчёта массы льда – 5 баллов,

- получено итоговое выражение – 15 баллов,

- получена итоговая формула для расчёта времени – 18 баллов.

2. Из двух полушарий, сделанных из разных материалов, склеили шар. Массы половинок отличаются в два раза. Шар плавает в воде, погрузившись ровно наполовину. Найдите плотность материала тяжелой половинки.

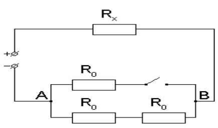
Решение

Так как объемы полушарий равны, а масса второй половинки в 2 раза больше массы первой, то плотность второй половинки в 2 раза больше плотности первой: $\rho_2 = 2\rho_1$.Пусть M - масса шара, V - его объем, тогда справедливо равенство: $M = \frac{\rho_1 V}{2} + \frac{\rho_2 V}{2} = \frac{\rho_1 V}{2} + \frac{2\rho_1 V}{2} = \frac{3\rho_1 V}{2}$

Поскольку тело плавает, погрузившись ровно наполовину, то сила Архимеда равна силе тяжести: $\rho_в (V/2) g = (3/2)\rho_1 V g$. Отсюда $\rho_1 = \rho_в/3 = 1000/3 \approx 333$ кг/м^3, $\rho_2 = 2\rho_1 \approx 667$ кг/м^3.

Критерии оценивания задания 2

- получено соотношение между плотностями – 4 балла,
- получено выражение для массы – 8 баллов,
- сделан динамический чертёж с расставленными силами – 2 балла,
- записано условие равновесия – 4 балла,
- найдена каждая плотность – 10 баллов.



3. На участке АВ в цепи мощность тока одинакова независимо от того, замкнут или разомкнут ключ. Каково сопротивление R_x, если R_0 = 40 Ом, а напряжение в цепи можно считать постоянным?

Решение:

$P_{разомкн} = I_1^2 \cdot 2R_0$, $P_{замкн} = I_1^2 \cdot \frac{2}{3} R_0$, *при этом* $I_1 = \frac{U}{R_x + 2R_0}$, а $I_2 = \frac{U}{R_x + \frac{2}{3}R_0}$ (*)

Решая полученную систему уравнений, зная, что мощности при разомкнутом и при замкнутом ключе одинаковы, получаем $R_x = \frac{2R_0}{\sqrt{3}} = 46{,}19$ Ом

Критерии оценивания задания 3

- каждое верно записанное уравнение системы (*)– 4 балла,
- верно решенная система – 18 баллов.

4. С края шероховатого стола свешивается однородная нерастяжимая веревка длиной **30 см**. Известно, что она находится в равновесии, если длина ее висящей части не превышает **10 см**. К висящему концу привязывают бантик из такой же веревки длиной **6 см**. Затем ее кладут на стол так, что она снова находится в равновесии. Какова длина той части веревки, которая лежит на столе?

Решение

1) Для того, чтобы веревка была в покое, необходимо чтобы сила трения действовала на **2/3** ее длины, на столе находится **20 см.**

2)Если привязать бантик длиной **6 см** к висящему концу, то масса веревки увеличится в **36 см/30 см = в 1,2 раза**.

3) Следовательно, для уравновешивания веревки на столе должна быть часть веревки также большей в **1,2 раза**.

Тогда **1,2 × 20 см = 24 см.**

Критерии оценивания задания 4

- каждый пункт 1-3 – 6 баллов.

5. Васе руководитель кружка «Эксперимент на олимпиадах» поручил экспериментально определить число витков намотанных на магнитофонную бобину. С помощью линейки Вася определил радиус магнитофонной бобины (с пленкой) он оказался равен **R**, а радиус (без пленки) − **r**. От одноклассника он узнал скорость движения ленты **v**, а время полного проигрывания он и сам знал **t**. Рассчитайте число намотанных витков на бобину воспользовавшись данными эксперимента, который провёл Вася.

Решение.

Площадь боковой поверхности бобины с пленкой

$$\mathbf{S = \pi R^2}, \quad (1)$$

площадь боковой поверхности бобины без пленки

$$\mathbf{S_1 = \pi r^2}, \ (2)$$

тогда площадь боковой поверхности которую занимает пленка

$$\mathbf{\Delta S = S - S_1 = \pi(R^2 - r^2)}. \ (3)$$

С другой стороны площадь боковой поверхности ленты равна

$$\mathbf{\Delta S = L \times d}, \ (4)$$

где толщина пленки равна

$$\mathbf{d = (R - r)/N}, \ (5)$$

N число намотанных витков,

$$\mathbf{L = v \times t}. \ (6)$$

Тогда приравняв

$$\mathbf{v \times t \times (R - r)/N = \pi(R^2 - r^2)}, \ (7)$$

выразим искомое число витков

$$\mathbf{N = v \times t \times (R - r)/(\pi(R^2 - r^2)) = vt/(\pi(R - r))}.$$

Критерии оценивания задания 5

- каждый пункт 1-7 – 2 балла,

Решения и критерии оценивания варианта №15, 8 класс

1. В сообщающихся сосудах находится ртуть. Площадь сечения одного сосуда в два раза больше площади другого. Широкий сосуд доливают водой до края. На сколько сантиметров поднимется уровень ртути в другом сосуде? Первоначально уровень ртути был расположен на $\mathbf{h = 36{,}8}$ **см** ниже верхнего края сосуда. Плотность ртути в **13,6 раз** больше плотности воды.

Решение.

В широкий сосуд придется долить воды высотой

$$\mathbf{h + h_1}, (1)$$

где $\mathbf{h_1}$ – это высота опускания ртути в широком сосуде. При этом ртуть, по отношению к своему первоначальному положению, поднимется на высоту $\mathbf{h_2}$.

Высоты $\mathbf{h_1}$ и $\mathbf{h_2}$ свяжем, воспользовавшись равенством объемов ртути, в силу ее не сжимаемости

$$\mathbf{h_1S_1 = h_2S_2}, (2)$$

так как, по условию задачи

$$\mathbf{S_1/S_2 = 2},$$

то

$$\mathbf{h_2 = 2h_1}. (3)$$

Давление, создаваемое водой в широком сосуде будет равно давлению ртути в узком сосуде

$$\mathbf{\rho_в g(h + 2h_2) = \rho_р g(h_2/2 + h_2)}. (4)$$

Отсчет высоты ведется от нижнего уровня ртути в широком сосуде. Решим последнее уравнение относительно искомой высоты.

$$\mathbf{\rho_в h + 2\rho_в h_2 = (3/2)\rho_р h_2}. (5)$$

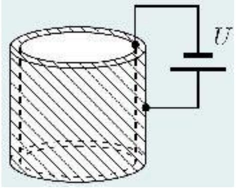
Откуда

$$\mathbf{h_2 = \rho_в h/((3/2)\rho_р - 2\rho_в)}. (6)$$

После вычисления $\mathbf{h_2 = 2}$ **см**.

Критерии оценивания задания 1

- каждый пункт 1-6 – 3 балла.



2. Пространство между двумя коаксиальными металлическими цилиндрами заполнено водой, находящейся при температуре $\mathbf{t_0 = 20\ °C}$ (рис.). Расстояние между цилиндрами равно **1 мм** и значительно меньше их радиусов. Цилиндры подключают к источнику постоянного напряжения **U = 42 В**. Через какое время вода между цилиндрами закипит? Теплоёмкостью цилиндров и потерями теплоты пренебречь. Атмосферное давление нормальное. Плотность воды **ρ = 1000 кг/м³**, удельная теплоёмкость воды **c = 4200 Дж/(кг × °С)**, удельное электрическое сопротивление воды **r = 3200 Ом•м**

Решение

Электрическое сопротивление слоя воды можно рассчитать по формуле **R = rd/S = =rd/(lh)**, (1)

где **d** − расстояние между цилиндрами, **S** − площадь поверхности контакта, **l** − длина окружности цилиндров, **h** − высота цилиндров, **r** − удельное электрическое сопротивление воды.

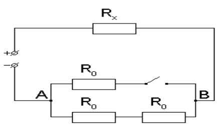
Согласно закону Джоуля-Ленца количество теплоты, выделившейся при прохождении электрического тока, равно

$Q = U^2\tau/R = U^2lh\tau/(rd)$, (2) где **τ** − время прохождения тока. Этого количества теплоты должно хватить для нагревания воды: **$Q = mc\Delta t = c\rho lhd\Delta t$**. (3)

Приравнивая выражения (3) и (2), находим время нагревания **$\tau = cr\rho d^2\Delta t/U^2 \approx 609$ с**.

Критерии оценивания задания 2

- каждое уравнение 1-3 – 4 балла,
- записано уравнение (2)=(3) = 14 баллов,
- за верно полученную в общем виде формулу 18 баллов



3. На участке АВ в цепи мощность тока одинакова независимо от того, замкнут или разомкнут ключ. Каково сопротивление R_0, если R_x = 46,19 Ом, а напряжение в цепи можно считать постоянным?

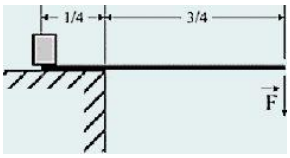
Решение:

$P_{\text{разомкн}} = I_1^2 \cdot 2R_0$, $P_{\text{замкн}} = I_1^2 \cdot \frac{2}{3}R_0$, *при этом* $I_1 = \frac{U}{R_x + 2R_0}$, а $I_2 = \frac{U}{R_x + \frac{2}{3}R_0}$

Решая полученную систему уравнений, зная, что мощности при разомкнутом и при замкнутом ключе одинаковы, получаем $R_x = \frac{2R_0}{\sqrt{3}}$, откуда $R_0 = \frac{\sqrt{3}R_x}{2} \approx 40$ Ом

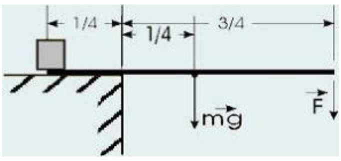
Критерии оценивания задания 3

- каждое верно записанное уравнение системы (*)– 4 балла,
- верно решенная система – 18 баллов.



4. На платформе стоит массивный куб. Подсунув под куб плоский лом, выступающий за край платформы на три четверти своей длины, и приложив вертикально вниз к противоположному концу лома силу **F**, куб приподнимают. Масса лома **m**. Найдите массу лома той же длины, который приподнимал бы куб только за счет собственного веса. Ускорение свободного падения считать данным.

Решение



Напишем равенство моментов:

$$\mathbf{M_1 = M_2 + M_3},$$

где $\mathbf{M_1}$ – момент, создаваемый кубом, а $\mathbf{M_2}$ и $\mathbf{M_3}$ – ломом и силой **F**.

Стоит отметить, что решение задачи не зависит от конкретного расположения центра масс куба относительно лома.

$$\mathbf{M_1 = mg \times l/4 + F \times 3l/4},$$

для другого лома:

$$\mathbf{M_1 = m'g \times l/4},$$

тогда:

$$\mathbf{m'g \times l/4 = mg \times l/4 + F \times 3l/4}$$

$$\mathbf{m'g = mg + 3F}$$

Ответ: $\mathbf{m' = m + 3F/g}$.

Критерии оценивания задания 4

- сделан динамический чертёж с указанием всех сил – 4 балла,
- записано правило моментов – 4 балла для каждого лома,

5. Мальчик поднимается в гору со скоростью **1 м/с**. Когда до вершины остается идти **100 м**, мальчик отпускает собаку, и она начинает бегать между мальчиком и вершиной горы. Собака бежит к вершине со скоростью **3 м/с**, а возвращается к мальчику со скоростью **5 м/с**. Какой путь успеет пробежать собака до того, как мальчик достигнет вершины?

Решение

Пусть скорость мальчика равна **v**, скорость собаки вверх – $\mathbf{v_1}$, вниз – $\mathbf{v_2}$.

Отношение пути $\mathbf{S_c}$, который пробегает собака в течение одного своего пробега туда и обратно, к пути **S**, который за это время проходит мальчик, постоянно (зависит только от скоростей). (Это можно получить как из последующих вычислений, так и из графических соображений).

Путь, который пробегает собака за один такой пробег, уменьшается до нуля по мере подхода мальчика к вершине. Поэтому искомый полный путь собаки равен

$$\mathbf{100\ м \times S_c/S,}$$

т.к. полный путь мальчика **100 м**.

Пусть в момент очередной встречи собаки с мальчиком их отделяет от вершины расстояние **L**, **τ** − время до следующей встречи. Время, за которое собака добегает до вершины равно $\mathbf{L/v_1}$. Следовательно, собака возвращается от вершины до мальчика за время

$$\mathbf{\tau - L/v_1.}$$

Собака бежит до вершины расстояние **L**, затем возвращается на расстояние

$$\mathbf{v_2(\tau - L/v_1.}$$

Мальчик при этом проходит расстояние **vτ**.

$$\mathbf{v\tau = L - v_2(\tau - L/v_1.}$$

Отсюда

$$\mathbf{\tau = L(1 + v_2/v_1)/(v + v_2) = 4L/9.}$$

$$\mathbf{S_c/S = (L + v_2(\tau - L/v_1))/(v\tau) = 7/2.}$$

Ответ: $\mathbf{S_c = 350}$ **м**

Критерии оценивания задания 5

- каждый пункт 1-7 – 2 балла