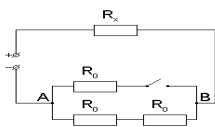


Второй (заключительный) этап олимпиады школьников
«Шаг в будущее» для 8-10 классов по общеобразовательному предмету
«Физика», 8 класс, весна 2018 г.

Вариант №15

1. (20 баллов) Аллюминиевая проволока диаметром $d = 2,5$ мм покрыта льдом. Общй диаметр проволоки со льдом равен $D = 3,5$ мм. Температура льда и проволоки $t = 0$ °С. По проволоке пустили ток силой $I = 15$ А. За какое время лёд растает? Плотность льда $\rho_{\text{л}} = 0,9$ г/см³, а его удельная теплота плавления $\lambda = 340$ кДж/кг. Удельное сопротивление алюминия $\rho = 2,8 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.

2. (20 баллов) 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.



3. (20 баллов) 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?

4. (20 баллов) 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?

5. (20 баллов) 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.

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 $t = 0$ °С. По проволоке пустили ток силой $I = 15$ А. За какое время лёд растает? Плотность льда $\rho_{\text{л}} = 0,9$ г/см³, а его удельная теплота плавления $\lambda = 340$ кДж/кг. Удельное сопротивление алюминия $\rho = 2,8 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.

Решение:

При прохождении тока через проволоку в ней выделяется теплота, равное по закону Джоуля-

$$Q = I^2 R \tau$$

Ленца, 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

$$m = \rho V = \rho (1/4) \pi (D^2 - d^2) l$$

объём:

Приравнивая полученные выражения для количеств теплоты, окончательно олучаем:

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

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.

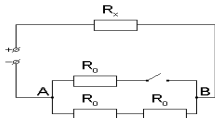
Решение

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: $\rho_2(V/2)g = (3/2)\rho_1 Vg$. Отсюда $\rho_1 = \rho_2/3 = 1000/3 \approx 333$ кг/м³, $\rho_2 = 2\rho_1 \approx 667$ кг/м³.

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:

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

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 уравнивания веревки на столе должна быть часть веревки также большей в **1,2 раза**.

Тогда $1,2 \times 20 \text{ см} = 24 \text{ см}$.

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

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

площадь боковой поверхности бобины без пленки

$$S_1 = \pi r^2, \quad (2)$$

тогда площадь боковой поверхности которую занимает пленка

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

С другой стороны площадь боковой поверхности ленты равна

$$\Delta S = L \times d, \quad (4)$$

где толщина пленки равна

$$d = (R - r)/N, \quad (5)$$

N число намотанных витков,

$$L = v \times t. \quad (6)$$

Тогда приравняв

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

выразим искомое число витков

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

Критерии оценивания задания 5

- каждый пункт 1-7 – 2 балла,