

**Задания муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников
по физике 2019-2020 г
10 класс**

Задача 1

Шайба соскальзывает без начальной скорости по наклонной доске. Когда доска наклонена к горизонту под углом α_1 , время соскальзывания составляет t_1 , а когда угол равен α_2 , время соскальзывания t_2 . Определите коэффициент трения скольжения между шайбой и доской.

Задача 2

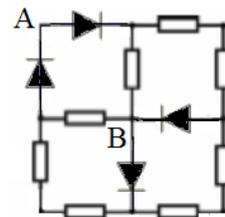
Тело массой m , двигающееся со скоростью v_1 по гладкой горизонтальной поверхности, налетает на покоящееся тело массой M . Найдите скорость тела массой M после удара, если $M > m$, а скорость тела массой m после удара v_2 . Удар считать центральным и абсолютно упругим.

Задача 3

На подводную лодку, равномерно движущуюся в глубине океана со скоростью v , действует сила вязкого трения, величина которой пропорциональна скорости лодки относительно воды. Маневрируя в проливе, лодка попадает во встречное течение, скорость которого u . Во сколько раз необходимо увеличить мощность, передаваемую винтам лодки, чтобы лодка по-прежнему двигалась со скоростью v ?

Задача 4

В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, все диоды идеальные, а все резисторы имеют сопротивление R . Найдите, чему равно измеряемое омметром сопротивление цепи между точками А и В.



Задача 5

В стальной бак с водой поместили кипятильник, закрыли крышкой и стали нагревать воду. В результате вода нагрелась до 50°C , после чего ее температура перестала изменяться. Можно ли довести воду в баке до кипения, если боковые стенки бака обернуть толстым ватным одеялом? Мощность теплопередачи окружающему воздуху считайте пропорциональной площади поверхности бака и разности температур воды и воздуха в комнате. Испарение воды не учитывайте! Температура воздуха в комнате 20°C ., удельная теплоёмкость воды равна $c = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$, высота бака 50 см, диаметр – 30 см.

Возможные решения и критерии их оценивания

Задача №1

Решение

Очевидно, что путь проходимый шайбой в том и другом случаях будет одинаков $S = \frac{a_1 t_1^2}{2} = \frac{a_1 t_2^2}{2}$. Запишем уравнение динамики для первого случая в проекции на ось направленную вдоль плоскости $ma_1 = mgs\alpha_1 - \mu mg\cos\alpha_1$ откуда ускорение a_1 равно $a_1 = g\sin\alpha_1 - \mu g\cos\alpha_1$. По аналогии запишем ускорения шайбы для второго случая $a_2 = g\sin\alpha_2 - \mu g\cos\alpha_2$. Подставляя ускорения в формулу для пройденного пути и преобразуя выражение, получаем ответ задачи $\mu = \frac{\sin\alpha_2 t_2^2 - \sin\alpha_1 t_1^2}{\cos\alpha_2 t_2^2 - \cos\alpha_1 t_1^2}$

Критерии оценивания

Указано на равенство пути в том и другом случае.....1 балл
Записано уравнение динамики для движения тела.....4 балла
Получены выражения для ускорений тела.....2 балла
Получен ответ задачи.....3 балла

Задача №2

Так как масса тела $M > m$, то после центрального удара, тело массой M начнет двигаться в направлении удара, а тело массой m изменит направление движения на противоположное.

Для данной системы тел закон сохранения энергии и импульса имеют вид

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_1 v_2^2}{2} + \frac{MV^2}{2} \quad m_1 v_1 = MV - m_1 v_2$$

Преобразуя выражения, получаем

$$m_1 (v_1^2 - v_2^2) = MV^2$$

$$m_1 (v_1 + v_2) = MV$$

Разделив первое уравнение на второе получаем $V = v_1 - v_2$

Критерии оценивания

Определено направление движения тел после удара.....3 балла
Записан закон сохранения энергии.....2 балла
Записан закон сохранения импульса.....2 балла
Получен ответ задачи.....3 балла

Задача №3

Решение

При равномерном движении лодки, сила, действующая на нее со стороны гребных винтов, равна силе вязкого трения, то есть $F = F_{\text{тр}} = kv$, где k – некоторый коэффициент пропорциональности. Мощность, передаваемая от двигателей, определяется выражением:

$N_1 = Fv = kv^2$. Во встречном течении скорость лодки относительно воды возрастает до $v + u$.

Сила трения увеличивается и для того, чтобы лодка двигалась равномерно, мощность двигателя должна возрасти до $N_2 = k(v + u)v$. Найдем отношение: $\frac{N_2}{N_1} = \frac{(u+v)v}{v^2} = \frac{u+v}{v} = \frac{u}{v} + 1$

Критерии оценивания

Сказано о равенстве силы тяги винтов силе вязкого трения.....2 балла

Записано выражение для мощности двигателя через силу тяги и скорость.....2 балла

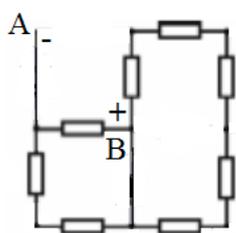
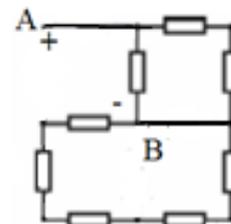
Определена скорость лодки относительно воды во встречном течении.....4 балла

Записано формула для отношения мощностей.....2 балла

Задача №4

Решение

Идеальный диод пропускает ток в одном направлении – от «+» к «-». В открытом состоянии его сопротивление равно нулю, в закрытом состоянии сопротивление идеального диода бесконечно велико. Исходя из свойств идеального диода, преобразуем схему, считая что к точке А подключен +, а к точке В – минус источника тока омметра. Диод в прямом включении заменяем перемычкой, диод в обратном включении – исключаем из цепи. Эквивалентная схема показана на рис.1. Полное сопротивление цепи при указанной



полярности включения омметра составляет $R_1 = \frac{R2R}{R+2R} = \frac{2}{3}R$.

Изменим полярность подключения омметра – к точке А подключим -, а к точке В подключим +. В этом случае эквивалентная схема будет выглядеть как показано на рис.2. Сопротивление в этом случае также равно $R_2 = \frac{R2R}{R+2R} = \frac{2}{3}R$.

Критерии оценивания

Верно нарисована эквивалентная схема рис1.....4 балла

Найдено сопротивление эквивалентной цепи рис1.....1 балл

Верно нарисована эквивалентная схема рис2.....4 балла

Найдено сопротивление эквивалентной цепи рис2.....1 балл

Задача №5

Мощность тепловых потерь в первом случае $N = S_1(t_1 - t_0)$. Так как температура перестала изменяться, значит мощность тепловых потерь сравнялась по величине с мощностью, подводимой к воде от кипятильника $N = P$. При оборачивании бака одеялом уменьшается в n раз площадь, через которую идет поток тепла от нагреваемого тела в окружающую среду. Так как кипятильник в баке тот же, то $P = S_1/n (t_2 - t_0) = S_1(t_1 - t_0)$. После преобразований, получаем: $t_2 = nt_1 - t_0(n-1)$. Найдем значение $n = S_2/S_1$. Площадь поверхности тепловых потерь в первом случае: $S_1 = 2\pi \frac{D^2}{4} + \pi Dh = 6123 \text{ см}^2$. Во втором случае площадь поверхности тепловых потерь: $S_2 = 2\pi \frac{D^2}{4} = 1413 \text{ см}^2$ и n принимает значение 4,33. Подстановка этого значения в формулу для температуры приводит к результату: $t_2 = 4,33 \cdot 50 - 20 \cdot (4,33 - 1) \approx 150 \text{ }^\circ\text{C}$. Так как полученная при расчете температура превышает температуру кипения воды $100 \text{ }^\circ\text{C}$, то вода в баке закипит.

Критерии оценивания

Записано выражение для мощности тепловых потерь.....	1 балл
Сказано о равенстве мощности тепловых потерь и кипятильника.....	2 балла
Сказано, что оборачивание одеялом уменьшает площадь потерь.....	1 балл
Записана формула с меньшей площадью потерь.....	1 балл
Получено выражение для температуры после оборачивания.....	2 балла
Найдено отношение площадей.....	1 балл
Получено значение температуры.....	1 балл
Сделан правильный вывод.....	1 балл