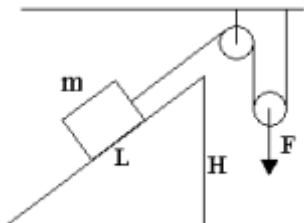


Краевая олимпиада по физике _2022

Задача №1

Тело поднимают с помощью наклонной плоскости и системы блоков (смотри рисунок).



Определите массу тела, которую может поднять данная система, приложив силу F ? Высота наклонной плоскости H , длина L , система невесома, трением пренебречь, ускорение свободного падения g ?

Максимум за задачу 7 баллов

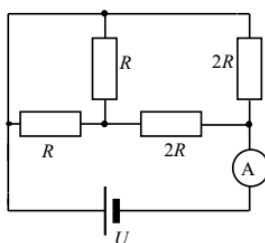
Задача №2

В трех одинаковых теплоизолированных сосудах находится одинаковое количество масла при комнатной температуре. Нагретый металлический цилиндр опустили в первый сосуд. После того, как между цилиндром и маслом установилось тепловое расширение, цилиндр перенесли во второй сосуд. После того, как и там установилось равновесие, цилиндр перенесли в третий сосуд. На сколько градусов повысилась температура масла в третьем сосуде, если во втором она возросла на $\Delta t_2 = 5^\circ\text{C}$? А в первом на $\Delta t_1 = 20^\circ\text{C}$?

Максимум за задачу 7 баллов

Задача №3

Идеальный амперметр в цепи, схема которой изображена на рисунке,



показывает силу тока $I = 9\text{mA}$. Определите сопротивление резистора R , если напряжение идеального источника $U = 6\text{V}$.

Максимум за задачу 7 баллов

Задача №4

Электрон, получивший скорость при движении в электрическом поле с разностью потенциалов 1000В, влетает в вакууме в однородное магнитное поле с индукцией 0,2 Тл перпендикулярно линиям индукции. Определите радиус окружности, описываемой электроном. ($m_e=9.1 \cdot 10^{-31}$ кг, $q=1.6 \cdot 10^{-19}$ Кл).

Максимум за задачу 7 баллов

Задача №5



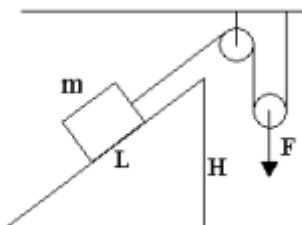
В 1849 году французский физик Физо поставил следующий опыт. Свет от источника **a** (смотри рисунок) падал на зеркало **d**, расположенное на расстоянии $s=3.733$ км, и, отражаясь, попадал в глаз наблюдателя. Быстро вращающийся зубчатый диск, пропуская порцию света, за время t , в течение которого свет шел до зеркала и обратно, мог повернуться так, что загораживал своим движущимся зубцом путь отраженному свету, и наблюдатель не видел его. Какое значение скорости света получил Физо в этом опыте, если диск имел $N=720$ зубцов, вращался с частотой $\nu=29,2$ оборота в секунду? (Ширина зубцов и промежутки между ними одинаковы)

Максимум за задачу 7 баллов

Решение

Задача №1

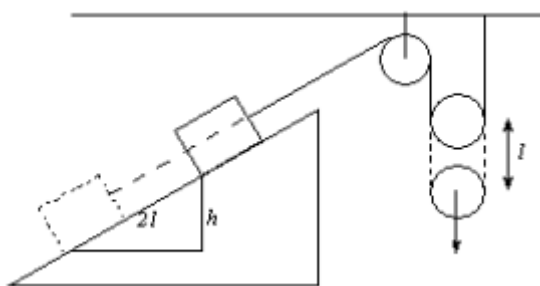
Тело поднимают с помощью наклонной плоскости и системы блоков (смотри рисунок).



Определите массу тела, которую может поднять данная система, приложив силу F ? Высота наклонной плоскости H , длина L , система невесома, трением пренебречь, ускорение свободного падения g ?

Решение:

Если подвижный блок передвинуть, приложив силу F вниз на расстояние l совершив работу $F l$, то тело на наклонной плоскости сдвинется на $2l$ и подвинется на высоту h которую можно найти из подобия треугольников



$$\frac{h}{H} = \frac{2l}{L} \text{ откуда } h = \frac{2lH}{L}.$$

При отсутствии трения совершенная работа будет равна потенциальной энергии тела $E_n = A E_n = mgh = F l$.

Следовательно, $mgh = F l$ отсюда подставив h получим выражение

$$mg \frac{2lH}{L} = F l \text{ сократив } l \text{ и выразим искомую величину } m = \frac{FL}{2gH}$$

Критерии оценивания

Критерий	Балл
Выявлена связь между перемещением подвижного блока и телом на наклонной плоскости	1
Показаны на рисунке соотношения длин и высот или указано подобие треугольников	1
Определена высота, на которую поднято тело и записана формула.	1
Верно применен закон сохранения энергии: точнее сформулирован закон или представлен в виде формулы записано уравнение закона	1 1

указана подстановка h	1
Определена масса тела	1

Максимум за задачу 7 баллов

Задача №2

В трех одинаковых теплоизолированных сосудах находится одинаковое количество масла при комнатной температуре. Нагретый металлический цилиндр опустили в первый сосуд. После того, как между цилиндром и маслом установилось тепловое расширение, цилиндр перенесли во второй сосуд. После того, как и там установилось равновесие, цилиндр перенесли в третий сосуд. На сколько градусов повысилась температура масла в третьем сосуде, если во втором она возросла на $\Delta t_2 = 5^\circ\text{C}$? А в первом на $\Delta t_1 = 20^\circ\text{C}$?

Решение:

После установления равновесия в первом сосуде температура тела на $\Delta t_1 = 20^\circ\text{C}$ превысит температуру масла во втором сосуде. При опускании тела во второй сосуд масло нагреется на 5°C , а тело остынет на 15°C .

Значит соотношение теплоемкостей сосуда с маслом и металлического цилиндра могут быть выражены уравнением $15C_T = 5C_{\text{см}}$, соотношение теплоемкостей обратно пропорционально соотношению температур. После установления равновесия во втором сосуде температура тела на 5°C превысит температуру в третьем сосуде. Запишем уравнение теплового баланса в третьем сосуде

$$C_T(5^\circ - \Delta t_3) = C_{\text{см}} \cdot \Delta t_3.$$

Решив систему уравнений двух уравнений теплового баланса

$\{15C_T = 5C_{\text{см}} \quad C_T(5^\circ - \Delta t_3) = C_{\text{см}} \cdot \Delta t_3$ при выражении из системы уравнений исключаются теплоемкости тела и сосуда с маслом, выразим Δt_3 ,

$$3\Delta t_3 = 5 - \Delta t_3 \quad 4\Delta t_3 = 5 \quad \Delta t_3 = 1,25^\circ\text{C}$$

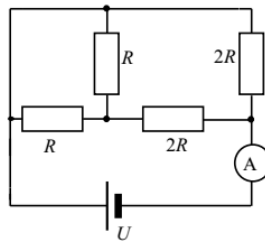
Критерии оценивания

Критерий	Балл
Сформулировано условия теплового равновесия для первого и второго сосуда, правильно указаны значения температур	1
Записано соотношение теплоемкостей тела и сосуда с маслом	1
Сформулировано условие теплового равновесия для второго и третьего сосуда	1
Записано уравнение теплового баланса при опускании тела в третий сосуд	2
Решена система уравнений и получено правильное значение искомой величины	2

Максимум за задачу 7 баллов

Задача №3

Идеальный амперметр в цепи, схема которой изображена на рисунке,

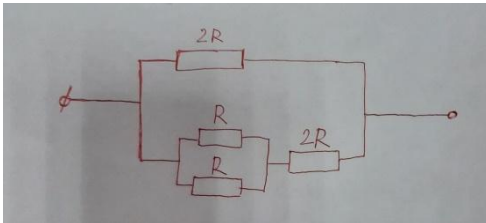


показывает силу тока $I=9\text{mA}$. Определите сопротивление резистора R , если напряжение идеального источника $U=6\text{V}$.

Решение:

Запишем закон Ома для участка цепи $I = \frac{U}{R}$,

Перечертим схему, представленную на рисунке и найдем общее сопротивление цепи.



$$R_0 = \frac{2R \cdot \left(\frac{R \cdot R}{R+R} + 2R \right)}{2R + \left(\frac{R \cdot R}{R+R} + 2R \right)} = \frac{2R \left(\frac{R^2}{2R} + 2R \right)}{2R + \frac{R^2}{2R} + 2R} = \frac{R^2 + 4R^2}{4R + \frac{R^2}{2R}} =$$

$$= \frac{R^2(1+4)}{R \left(4 + \frac{R}{2R} \right)} = \frac{5R \cdot 2}{8+1} = \frac{10}{9}R$$

Подставим полученное значение сопротивления в формулу закона Ома найдем сопротивление резистора.

$$I = \frac{9U}{10R}, R = \frac{9U}{10I} = \frac{9 \cdot 6\text{V}}{10 \cdot 0,009\text{A}} = 600\text{Ом}$$

Критерии оценивания

Критерий	Балл
Записан закон Ома или	1
Представлена упрощенная схема цепи	1
Найдено общее сопротивление цепи любым способом	2
Получена итоговая формула для сопротивления	2
Найдено численное значение сопротивления	1

Максимум за задачу 7 баллов

Задача №4

Электрон, получивший скорость при движении в электрическом поле с разностью потенциалов 1000В, влетает в вакууме в однородное магнитное поле с индукцией 0,2 Тл перпендикулярно линиям индукции. Определите радиус окружности, описываемой электроном. ($m_e = 9.1 \cdot 10^{-31}$ кг, $q = 1.6 \cdot 10^{-19}$ Кл).

Решение:

На электрон движущийся со скоростью v действует в магнитном поле сила Лоренца

$F_L = e v B \sin \alpha$. $\alpha = 90^\circ \sin \alpha = 1$. Направление силы Лоренца перпендикулярно скорости электрона, поэтому сила Лоренца играет роль центростремительной силы. Следовательно, электрон движется по окружности радиусом R а сила $F_L = \frac{mv^2}{R}$

$$e v B = \frac{mv^2}{R} \quad (1)$$

Скорость электрон приобретает в электрическом поле в электрическом поле обладая при этом кинетической энергией.

$$E_k = \frac{mv^2}{2} \quad E_z = e U \quad \text{приравняв найдем скорость электрона } v = \sqrt{2 \frac{e}{m} * U} \quad (2)$$

Подставив в форму (1) значение для скорости (формула (2)) и выразив R

$$\begin{aligned}
 e \cdot B &= \frac{m \cdot v}{R} & R &= \frac{m \cdot v}{e \cdot B} & R &= \frac{m \sqrt{2 \frac{e}{m} \cdot U}}{e \cdot B} \\
 R &= \frac{9.1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 1000 \text{ В}}{9.1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}}}}{1.6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 0.2 \text{ Тл}} = \frac{9.1 \cdot 10^{-31} \sqrt{0.35 \cdot 10^{15}}}{0.32 \cdot 10^{-19}} = 2.8 \cdot 10^{-12} \sqrt{3.5 \cdot 10^{14}} \\
 &= 2.8 \cdot 10^{-12} \cdot 1.8 \cdot 10^7 = 50 \cdot 10^{-5} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ м} \quad \text{или} \quad 0.5 \text{ мм.}
 \end{aligned}$$

Критерии оценивания

Критерий	Балл
Верно записана сила Лоренца, действующая на частицу в магнитном поле	1
Записано условия движения по окружности, указано уравнение для нахождения радиуса	2
Найдена скорость электрона	2
Найден радиус получено его численное значение	2

Максимум за задачу 7 баллов

Задача №5



В 1849 году французский физик Физо поставил следующий опыт. Свет от источника **a** (смотри рисунок) падал на зеркало **d**, расположенное на расстоянии $s=3.733\text{ км}$, и, отражаясь, попадал в глаз наблюдателя. Быстро вращающийся зубчатый диск, пропуская порцию света, за время t , в течение которого свет шел до зеркала и обратно, мог повернуться так, что загораживал своим движущимся зубцом путь отраженному свету, и наблюдатель не видел его. Какое значение скорости света получил Физо в этом опыте, если диск имел $N=720$ зубцов, вращался с частотой $\nu=29,2$ оборота в секунду? (Ширина зубцов и промежутки между ними одинаковы)

Решение:

$c = \frac{2s}{t}$ За время t диск поворачивается на один зубец, т.е. на $\frac{1}{2N}$ полного оборота (Ширина зубцов и промежутки между ними одинаковы). Время одного оборота $T = \frac{1}{\nu}$. Следовательно $t = \frac{1}{2N\nu}$ подставив в формулу для c , получим выражение $c = 4Nsv = 4 \cdot 720 \cdot 3,733\text{ км} \cdot 29,2\text{ об/с} \approx 315000\text{ км/с}$

Критерии оценивания

Критерий	Балл
Верно записана формула скорости света	2
Верно записана формул времени оборота диска	2
Найдено выражение и приблизительное численное значение скорости света	3

Максимум за задачу 7 баллов