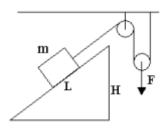
# Краевая олимпиада по физике 2022

### 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

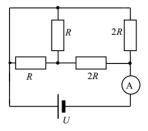
# Задача №2

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=9мA. Определите сопротивление резистора R, если напряжение идеального источника U=6B.

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. ( $m_e$ =9.1·10<sup>-31</sup>кг, q=1.6·10<sup>-19</sup>Кл). Максимум за задачу 7 баллов

# Задача №5

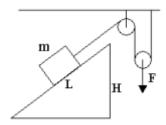


В 1849 году французский физик Физо поставил следующий опыт. Свет от источника **a** (смотри рисунок) падал на зеркало **d**, расположенное на расстоянии **s**=3.733км, и, отражаясь, попадал в глаз наблюдателя. Быстро вращающийся зубчатый диск, пропуская порцию света, за время **t**, в течение которого 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 **v**=29,2 оборота в секунду? (Ширина зубцов и промежутки между ними одинаковы) Максимум за задачу 7 баллов

#### Решение

### Задача №1

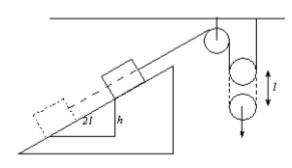
Тело поднимают с помощью наклонной плоскости и системы блоков (смотри рисунок).



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  $\mathbf{F}$  вниз на расстояние  $\mathbf{l}$  совершив работу  $\mathbf{F}\mathbf{l}$ , то тело на наклонной плоскости сдвинется на  $\mathbf{2l}$  и подвинется на высоту $\mathbf{h}$  которую можно найти из подобия треугольников



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

При отсутствии трения совершенная работа будет равна потенциальной энергии тела  $\mathbf{E}_{n} = \mathbf{A} \mathbf{E}_{n} = \mathbf{mghA} = \mathbf{Fl}$ .

Следовательно, mgh=Fl отсюда подставив h получим выражение

$$\mathbf{mg} = \mathbf{Fl}$$
 сократив  $\mathbf{l}$  ивыразим искомую величину  $\mathbf{m} = \frac{FL}{2gH}$ 

# Критерии оценивания

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

указана подстановка <b>h</b>	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  $\Delta t_2 = 5^{\circ}C$ ? А в первом на  $\Delta t_1 = 20^{\circ}C$ ?

# Решение:

После установления равновесия в первом сосуде температура тела на  $\Delta t_1$  =20°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  $15C_{\scriptscriptstyle T}=5C_{\scriptscriptstyle CM.}$  соотношение теплоемкостей обратно пропорционально соотношению температур. После установления равновесия во втором сосуде температура тела на  $5^{\circ}$ С превысит температуру в третьем сосуде. Запишем уравнение теплового баланса в третьем сосуде

$$C_{\text{\tiny T}}(5^0 - \Delta t_3) = C_{\text{\tiny CM}} \cdot \Delta t_3.$$

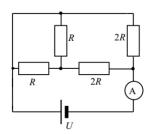
Решив систему уравненийдвух уравнений теплового баланса  $\{15\mathrm{Ct}=5\mathrm{Ccm}\,\mathrm{Ct}(5^\circ-\Delta t_3)=\mathrm{Ccm}\cdot\Delta t_3$  при выражении из системы уравнений исключаются теплоемкости тела и сосуда с маслом, выразим  $\Delta t_3$ 

$$\cdot 3\Delta t_3 = 5 \cdot \Delta t_3 \quad \cdot 4\Delta t_3 = 5 \quad \cdot \Delta t_3 = 1.25^{\circ} \text{C}$$

#### Критерии оценивания

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

Идеальный амперметр в цепи, схема которой изображена на рисунке,

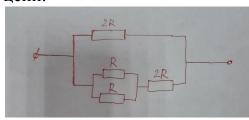


показывает силу тока I=9мA. Определите сопротивление резистора R, если напряжение идеального источника U=6B.

### Решение:

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

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



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

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

$$I = \frac{9U}{10R}, R = \frac{9U}{10I} = \frac{9*6B}{10*0,009A} = 600O_M$$

### 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

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. ( $m_e$ =9.1·10<sup>-31</sup>кг, q=1.6·10<sup>-19</sup>Кл).

### Решение:

На электрон движущийся со скоростью одействует в магнитном поле сила Лоренца

 $F_{\pi}$ =е v В  $sin\alpha$ .  $\alpha$ =90 $^{0}sin\alpha$ =1. Направление силы Лоренца перпендикулярно скорости электрона, поэтому сила Лоренца играет роль центростремительной силы. Следовательно, электрон движется по окружности радиусом  $\mathbf{R}$ а сила  $F_{\pi}$ = $\frac{mv^{2}}{R}$ 

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

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

$$E_{K} = \frac{mv^{2}}{2}$$
  $E_{3} = e U$  прировняв найдем скорость электрона  $v = \sqrt{2 \frac{e}{m}} * U$  (2)

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

$$R = \frac{m v}{R} \qquad R = \frac{m v}{e B} \qquad R = \frac{m \sqrt{2 \frac{e}{m} \cdot v}}{e B}$$

$$R = \frac{9.1 \cdot 10^{31} \text{kr} \sqrt{\frac{2.1.6 \cdot 10^{19} \text{ku}}{9.1 \cdot 10^{34} \text{kr}}} \cdot 10008} = \frac{9.1 \cdot 10^{34} \sqrt{9.35 \cdot 10^{15}}}{9.32 \cdot 10^{19}} = 38 \cdot 10^{12} \sqrt{3.5 \cdot 10^{14}} = 28 \cdot 10^{12} \sqrt{3.5 \cdot 10^{14}} = 28 \cdot 10^{12} \cdot 1.8 \cdot 10^{4} = 50 \cdot 10^{5} = 5 \cdot 10^{4} \text{ u um} \qquad 9.5 \text{ ums}$$

#### Критерии оценивания

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



В 1849 году французский физик Физо поставил следующий опыт. Свет от источника  $\bf a$  (смотри рисунок) падал на зеркало  $\bf d$ , расположенное на расстоянии  $\bf s$ =3.733км, и, отражаясь, попадал в глаз наблюдателя. Быстро вращающийся зубчатый диск, пропуская порцию света, за время  $\bf t$ , 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  $\bf N$ =720 зубцов, вращался с частотой  $\bf v$ =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  $T = \frac{1}{v}$ . Следовательно  $t = \frac{1}{2Nv}$  подставив в формулу для c, получим выражение  $c = 4Nsv = 4 \cdot 720 \cdot 3,733$  км·29,20б/c≈315000 км/с

#### Критерии оценивания

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