

КРИТЕРИИ И МЕТОДИКА ОЦЕНИВАНИЯ ВЫПОЛНЕННЫХ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ В КАМЧАТСКОМ КРАЕ В 2023/2024 УЧЕБНОМ ГОДУ ПО ФИЗИКЕ

1. Парашютист

Парашютист выполняет затяжной прыжок — в течение 30 секунд падает, не раскрывая парашюта, причём к моменту истечения этого времени он летит вниз практически с постоянной установившейся скоростью. Сила сопротивления воздуха, действующая на парашютиста, пропорциональна квадрату скорости его падения. Каково ускорение спортсмена в тот момент, когда его скорость на 10% отличается от установившейся скорости? Ускорение свободного падения $g = 10 \frac{м}{с^2}$

Возможное решение

На летящего парашютиста действуют сила тяжести и сила сопротивления воздуха. По второму закону Ньютона:

$$ma = mg - kv^2$$

Откуда

$$a = g - k \frac{v^2}{m}$$

При установившемся движении ускорение $a = 0$, откуда $k = \frac{mg}{v_{уст}^2}$. Искомое ускорение $a =$

$$g \left(1 - \frac{v^2}{v_{уст}^2} \right) = g(1 - 0,9^2) = 1,9 \frac{м}{с^2}$$

Критерии оценивания:

- Записан второй закон Ньютона для парашютиста.....3 балла
 - Указано, что при установившемся движении $a = 0$2 балла
 - Приведено выражение для искомого ускорения.....3 балла
 - Получен числовой ответ.....2 балла
- Максимум за задачу **10 баллов**.

2. Квадрат из приборов.

В цепи, схема которой представлена на рисунке, омметр показывает сопротивление 50 Ом, а вольтметр 1,8 В. Что показывают амперметры? Амперметры и вольтметр идеальные.

Возможное решение

Так как амперметры идеальные, то через сопротивления $4R$ ток не течет и этот участок можно исключить из цепи. Нарисуем эквивалентную схему.

Омметр выступает в качестве источника и показывает значение сопротивления участка.

$$\frac{1}{50} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{10R} \Rightarrow R = 30 \text{ Ом}$$

$$\text{Показания второго амперметра } I_2 = \frac{U}{3R+3R} =$$

$$0,01 \text{ А}$$

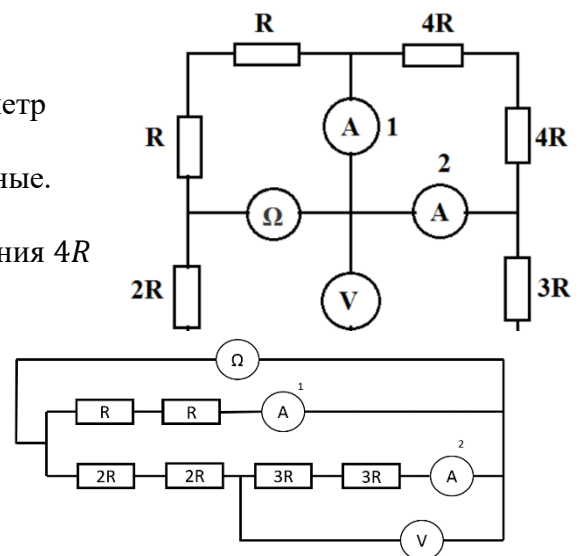
Напряжение на участке $2R+2R+3R+3R$ $U =$

$$10RI_2 = 3 \text{ В, такое напряжение и на участке } R+R, \text{ откуда показания для первого амперметра } I_1 =$$

$$\frac{U}{R+R} = 0,05 \text{ А}$$

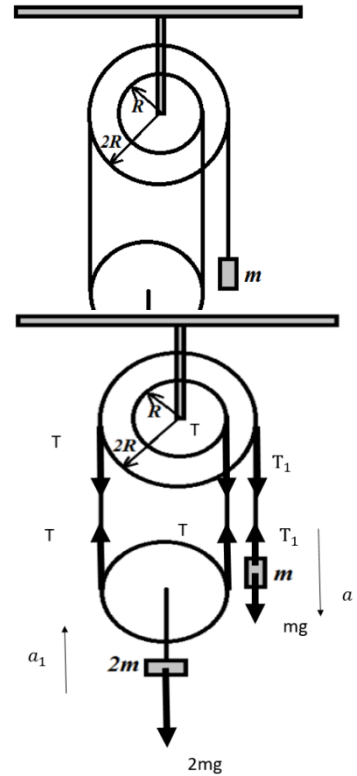
Критерии оценивания:

- Определено отсутствие тока на участке с $4R$ 2 балла
 - Нарисована эквивалентная схема.....2 балла
 - Найдено сопротивление R2 балла
 - Найдены показания обоих амперметров.....2+2 балла
- Максимум за задачу **10 баллов**.



3. Система блоков.

Найдите ускорения грузов в системе, изображенной на рисунке. Блоки невесома, нить невесома, нерастяжима и не проскальзывает по верхнему двухступенчатому блоку с радиусами R и $2R$. Один конец нити закреплен на блоке и намотан на малый радиус двухступенчатого блока, ко второму концу прикреплен груз массой m . Второй груз массой $2m$ подвешен к оси нижнего блока. Трение в осях блоков отсутствует. Ускорение свободного падения g .



Возможное решение

Расставим силы на рисунке. Через правило моментов определим натяжение нити T_1 .

$$M_1 + M_2 = M \Rightarrow T2R = TR + T_12R \Rightarrow T_1 = \frac{T}{2}.$$

Через малые перемещения либо через виртуальную работу найдено отношение проекций ускорений на ось x : $a = -4a_1$ или для модулей ускорений $a = 4a_1$.

Запишем II закон Ньютона к каждому грузу:

$$2ma_1 = 2T - 2mg \text{ (в проекции на ось } x) \text{ или } 2ma_1 = 2mg - 2T \text{ (если выбраны направления ускорений) и } ma = mg - T_1$$

Из полученных уравнений находим ускорения каждого груза.

$$a = -\frac{g}{9} \text{ и } a_1 = \frac{4g}{9}. \text{ Левое тело движется вверх.}$$

Критерии оценивания:

Верно расставлены

силы.....2 балла

Найдена связь между силами натяжения нити для грузов.....2 балла

Верно найдена связь ускорений.....2 балла

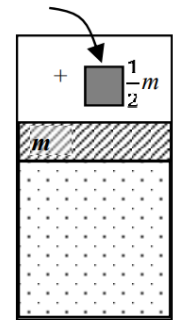
Верно записан II закон Ньютона для каждого груза.....1+1 балла

Верно найдены ускорения для каждого груза.....1+1 балла

Максимум за задачу **10 баллов**.

4. Сосуд с поршнем.

В вертикальном теплоизолированном цилиндре под тяжёлым подвижным поршнем находится одноатомный идеальный газ, занимающий объём V . На поршень ставят груз, имеющий массу вдвое меньшую, чем масса поршня. Найдите объём газа в новом положении равновесия. Давлением над поршнем и трением поршня о стенки цилиндра можно пренебречь.



Возможное решение

Запишем для начального состояния ν молей газа уравнение

$$\text{Клапейрона-Менделеева: } \frac{mg}{S} V = \nu RT_1.$$

Здесь m – масса поршня, S – площадь его сечения, T_1 – начальная температура газа. Для конечного состояния, в котором газ занимает объём V_2 :

$$\frac{1,5mg}{S} V_2 = \nu RT_2.$$

Из закона сохранения энергии, применённого для системы «газ+поршень+груз», следует:

$$\frac{3}{2} \nu R(T_2 - T_1) = 1,5mg \frac{(V - V_2)}{S}.$$

Решая систему уравнений, получаем: $V_2 = 0,8V$.

Критерии оценивания:

$$\frac{mg}{S} V = \nu RT_1 \dots \dots \dots 2 \text{ балла}$$

$$\frac{1,5mg}{S} V_2 = \nu RT_2 \dots \dots \dots 2 \text{ балла}$$

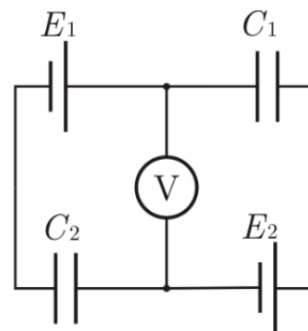
Закон сохранения энергии.....4 балла

$$V_2 = 0,8V \dots \dots \dots 2 \text{ балла}$$

Максимум за задачу **10 баллов**.

5. Идеальный вольтметр.

Из двух незаряженных конденсаторов ёмкостями C_1 и C_2 , двух идеальных батарей с ЭДС E_1 и E_2 собрали цепь. После установления равновесия в цепь включили идеальный вольтметр. Какое напряжение он покажет?



Возможное решение

Из закона сохранения заряда следует, что заряды конденсаторов равны. Обозначим заряд каждого конденсатора q . Обозначим показания вольтметра за U , тогда $U = \frac{q}{C_1} + E_2$ и $U = E_1 -$

$$\frac{q}{C_2}$$

Решая полученную систему уравнений, найдём

$$U = \frac{E_1 C_2 + E_2 C_1}{C_1 + C_2}$$

Критерии оценивания:

Указано, что заряды конденсаторов равны.....**2** балла

Записаны два независимых уравнения, связывающие заряд конденсаторов, показания вольтметра и данные в условии величины.....**2+2** балла

Получен ответ.....**4** балла

Максимум за задачу **10 баллов.**