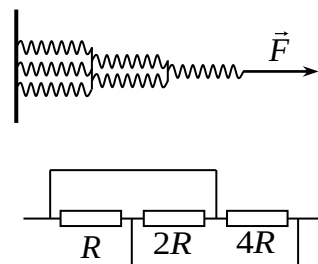


Решения
Очный отборочный тур олимпиады «Росатом»,
2021-2022 учебный год, физика, 8 класс

1. Из городов А и В одновременно навстречу друг другу выехали две машины и встретились на расстоянии l от города А. После встречи машины продолжили движение в тех же направлениях, доехали до городов В и А, развернулись и поехали назад. Вторая встреча машин произошла на расстоянии $3l/7$ от города В. Найти расстояние между городами А и В. Скорости машин постоянны, машины разворачиваются мгновенно.

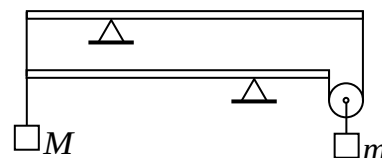
2. Тело составили из двух частей, имеющих разную плотность. Одна часть, плотность которой равна ρ_1 , составляет третью часть объема тела, но четвертую часть его массы. Найдите плотность второй части тела.

3. Имеется шесть одинаковых пружин с коэффициентом жесткости k и длиной l . Пружины соединили так, как показано на рисунке. Какую силу $\vec{F}$ нужно приложить к концу системы пружин, чтобы длина системы увеличилась в $3/2$ раза. Считать, что закон Гука справедлив для любых удлинений пружин.



4. Найти сопротивление электрической цепи, схема которой показана на рисунке. Сопротивления резисторов даны на схеме. Сопротивлением соединительных проводов пренебречь.

5. Два рычага опираются о точечные опоры так, что каждый из них делится в отношении 5:1. Левые концы рычагов, находящиеся на одной вертикали, соединены нитью. К левому концу нижнего рычага с помощью нити прикреплено тело массой M . Правые концы рычагов соединены веревкой, которая охватывает невесомый блок, к оси которого прикреплено тело неизвестной массы m (см. рисунок). Найти массу m , при которой система находится в равновесии. Массы рычагов малы.



Решения

1. Если расстояние АВ равно x , то что сумма расстояний, пройденных машинами до первой встречи, равна x , а до второй встречи (после разворотов) - $3x$. Действительно, до второй встречи каждая машина доедет до второго города (в сумме $2x$), и проедет расстояние от него до места встречи другой машиной (в сумме x). Поэтому, если время до первой встречи машин - t , до второй встречи - $3t$, и, следовательно, каждая из машин прошла до второй встречи втрое большее расстояние, чем до первой. Поэтому, с одной стороны, машина, выехавшая из города А, пройдет до второй встречи расстояние $3l$, с другой это расстояние равно расстоянию между городами плюс расстоянию от города В до точки второй встречи. Отсюда

$$3l = x + \frac{3l}{7}$$

или

$$x = \frac{18l}{7}$$

Критерии оценки задачи

1. правильное использование формулы «расстояние-время-скорость» – 0,5 балла
 2. Обоснование того, что время от первой встречи машин до второй вдвое больше времени от выхода до встречи – 0,5 балла
 3. правильное уравнение для расстояния между городами – 0,5 балла
 4. правильный ответ – 0,5 балла
- Оценка за решение задачи равна сумме оценок по перечисленным критериям. Максимальная оценка за задачу – 2 балла.

2. Пусть объем всего тела V , а плотность его второй части - ρ_2 . Тогда из условия имеем

$$\rho_1 \frac{V}{3} + \rho_2 \frac{2V}{3} = 4\rho_1 \frac{V}{3}$$

Решая это уравнение относительно ρ_2 , получаем

$$\rho_2 = \frac{3}{2}\rho_1$$

Критерии оценки задачи

1. правильное использование определения плотности – 0,5 балла
 2. правильное уравнение для плотностей масс и объемов частей тела – 1 балл
 3. правильный ответ – 0,5 балла
- Оценка за решение задачи равна сумме оценок по перечисленным критериям. Максимальная оценка за задачу – 2 балла.

3. Пусть к концу последней пружины приложена сила F . Тогда, чтобы система пружин была в равновесии, сила упругости одиночной пружины будет равна F , каждой из двух параллельных пружин - $F/2$, каждой из трех параллельных пружин - $F/3$. Поэтому одиночная пружина будет растянута на

$$\Delta l_1 = \frac{F}{k},$$

две параллельные пружины - на

$$\Delta l_2 = \frac{\Delta l_1}{2} = \frac{F}{2k},$$

три параллельные пружины – на

$$\Delta l_3 = \frac{\Delta l_1}{3} = \frac{F}{3k}$$

Поэтому удлинение системы пружин, будет равно

$$\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2 + \Delta l_3 = \frac{F}{k} + \frac{F}{2k} + \frac{F}{3k} = \frac{11F}{6k}$$

И система пружин растянется в $3/2$ раза, если удлинение составит половину длины нерастянутой системы, т.е. $0,5 \cdot 3l = (3/2)l$. Или

$$\frac{11F}{6k} = \frac{3}{2}l \quad \Rightarrow \quad F = \frac{9}{11}kl$$

Критерии оценки задачи

1. правильное использование закона Гука – 0,5 балла
2. правильное условие последовательного и параллельного соединения пружин (одинаковость сил упругости или удлинений пружин) – 0,5 балла
3. правильное уравнение для удлинения комбинированной пружины – 0,5 балла
4. правильный ответ – 0,5 балла

Оценка за решение задачи равна сумме оценок по перечисленным критериям. Максимальная оценка за задачу – 2 балла.

4. С помощью деформации соединительных проводов данную электрическую цепь можно преобразовать к такому виду, когда очевидно, что резисторы соединены параллельно. Поэтому общее сопротивление цепи находим по правилам нахождения сопротивления при параллельном соединении:

$$\frac{1}{R_{об}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{2R} + \frac{1}{4R} = \frac{7}{4R}$$

Отсюда находим

$$R_{об} = \frac{4R}{7}$$

Критерии оценки задачи

1. правильное сведение данной цепи к цепи с параллельным соединением резисторов – 0,5 балла
2. правильные формулы для сложения сопротивлений в случае параллельно соединенных резисторов – 0,5 балла
3. правильное уравнение для общего сопротивления цепи – 0,5 балла
4. правильный ответ – 0,5 балла

Оценка за решение задачи равна сумме оценок по перечисленным критериям. Максимальная оценка за задачу – 2 балла.

5. В равновесии сила натяжения веревки, охватывающей блок, равна половине силы тяжести груза с массой m . Поэтому на левые концы рычагов действует одинаковая сила

$$F = \frac{mg}{2}$$

Поэтому для обеспечения равновесия верхнего рычага сила натяжения T веревки, связывающей рычаги, должна быть такой, чтобы выполнялось равенство

$$Tl = \frac{mg}{2}5l \quad \Rightarrow \quad T = \frac{5}{2}mg \quad (1)$$

где l - длина куска верхнего рычага от левого конца до опоры. Поэтому на левый конец нижнего рычага действует сила T (1), направленная вертикально вверх, и сила натяжения веревки, привязанной к телу M , направленная вертикально вниз. Поэтому нижний рычаг будет в равновесии, если выполнено следующее условие

$$(Mg - T)5l_1 = \frac{mg}{2}l_1$$

где l_1 - длина куска нижнего рычага от правого конца до точки опоры. Отсюда находим

$$m = \frac{5M}{13}$$

Критерии оценки задачи

- 1. правильное использование закона рычага – 0,5 балла**
- 2. правильное уравнение равновесия верхнего рычага – 0,5 балла**
- 3. правильное уравнение равновесия нижнего рычага – 0,5 балла**
- 4. правильный ответ – 0,5 балла**

Оценка за решение задачи равна сумме оценок по перечисленным критериям. Максимальная оценка за задачу – 2 балла.

Оценка работы

Оценка работы складывается из оценки задач. Максимальная оценка – 10 баллов. Допустимыми являются все целые или «полуцелые» оценки от 0 до 10.