

Решения и критерии оценивания

Задача 1

Известно, что, благодаря антикрыльям, вес болида Формулы-1 при скорости $v = 216 \text{ км/ч}$ в 6 раз превышает силу тяжести. Определите, чему равен минимальный радиус поворота R , по которому способен проехать такой болид на данной скорости. Коэффициент трения между покрышками и поверхностью трассы равен $\mu = 0,8$. Ускорение свободного падения считайте равным $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Решение

При движении болида в повороте центростремительное ускорение создаётся силой трения. Запишем второй закон Ньютона:

$$\frac{mv^2}{R} = F_{\text{тр}}.$$

Если поворот минимального радиуса, то модуль силы трения максимален и равен

$$F_{\text{тр}} = \mu N.$$

На такой скорости сила реакции опоры $N = P = mg$.

Получим ответ:

$$R = \frac{v^2}{6\mu g} = \frac{3600 \text{ м}^2/\text{с}^2}{48 \text{ м/с}^2} = 75 \text{ м}.$$

Критерии оценивания

Записан второй закон Ньютона.....	3 балла
Записано выражение для модуля силы трения при минимальном радиусе поворота.....	3 балла
Найден модуль силы реакции опоры	1 балл
Получен ответ.....	3 балла

За каждое верно выполненное действие баллы складываются.

При арифметической ошибке (в том числе ошибке при переводе единиц измерения) оценка снижается на 1 балл.

*Максимум за задание – **10 баллов**.*

Задача 2

Частица движется вдоль оси Ox . На рис. 1 приведён график зависимости $v_x(t)$ – проекции скорости частицы на ось Ox от времени. Найдите модуль перемещения частицы от начала движения ($t = 0$ с) до момента времени $t = 4$ с.

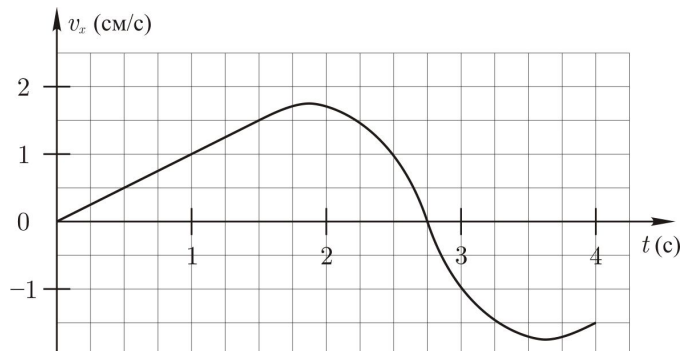


Рис. 1

Решение

Участки BC и CD графика симметричны (рис. 1а), поэтому модуль перемещения частицы на участке BD равен нулю. Остаётся только участок AB графика, модуль перемещения на котором легко найти, поскольку этот участок линеен.

Искомый модуль перемещения: $s = \frac{1}{2} \cdot 1,5 \frac{\text{см}}{\text{с}} \cdot 1,5 \text{ с} = 1,125 \text{ см}.$

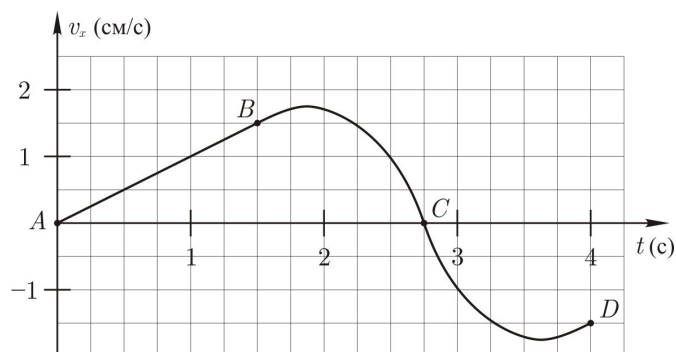


Рис. 1а

Критерии оценивания

- Высказана идея о нахождении перемещения геометрическим способом... **1 балл**
- Отмечена симметрия участков BC и CD **1 балл**
- Указано, что модуль перемещения на участке BD равен нулю **3 балла**
- Получен ответ..... **5 баллов**

За каждое верно выполненное действие баллы складываются.

При арифметической ошибке (в том числе ошибке при переводе единиц измерения) оценка снижается на 1 балл.

Максимум за задание – 10 баллов.

Задача 3

На рис. 2 изображена схема электрической цепи, состоящей из омметра, резистора и реостата. Сопротивление резистора $R_1 = 5 \text{ Ом}$, а полное сопротивление реостата равно $R_0 = 20 \text{ Ом}$. Положение движка реостата подбирают так, чтобы показания омметра были максимальны. Найдите, что при этом показывает омметр.

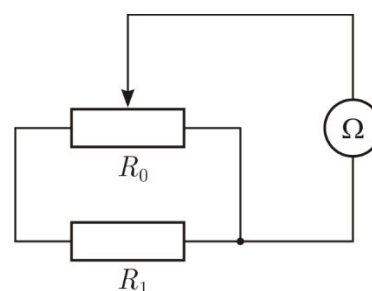


Рис. 2

Решение

Пусть r – сопротивление левой части реостата, тогда сопротивление правой части реостата равно $R_0 - r$. Эквивалентная схема цепи показана на рис. 2а. Сопротивление, измеряемое омметром, равно

$$R = \left(\frac{1}{R_0 - r} + \frac{1}{r + R_1} \right)^{-1} = \frac{R_0 R_1 + (R_0 - R_1)r - r^2}{R_0 + R_1}.$$

График зависимости $R(r)$ – парабола, ветви которой направлены вниз. R достигает максимума в вершине параболы, то есть при

$$r_0 = \frac{R_0 - R_1}{2} = 7,5 \text{ Ом}; \text{ значит } R(r_0) = \frac{R_0 + R_1}{4} = 6,25 \text{ Ом}.$$

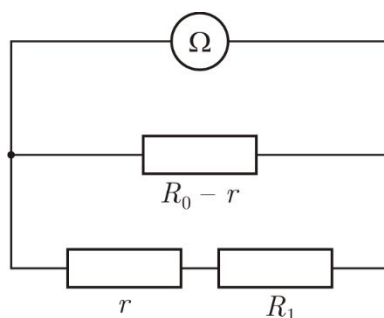


Рис. 2а

Критерии оценивания

Получено выражение для зависимости $R(r)$	4 балла
Указано положение движка (значение r_0), при котором R максимально	2 балла
Получен ответ.....	4 балла

За каждое верно выполненное действие баллы складываются.

При арифметической ошибке (в том числе ошибке при переводе единиц измерения) оценка снижается на 1 балл.

Максимум за задание – 10 баллов.

Задача 4

Гальванометр имеет предел шкалы 200 мкА и внутреннее сопротивление 80 Ом. С помощью шунта предполагается измерять этим гальванометром токи до 1 мА. Шунт хотят изготовить из нихромовой проволоки диаметром 0,4 мм. Отрезок проволоки какой длины нужно для этого взять? Удельное сопротивление нихрома $\rho = 1,2 \text{ Ом} \cdot \frac{\text{мм}^2}{\text{м}}$.

Решение

Для того чтобы измерять гальванометром токи бóльшие, чем предел измерения прибора, шунт нужно подсоединять параллельно прибору. Когда полная сила тока, текущего через гальванометр и шунт, равна 1 мА, сила тока через гальванометр должна быть равна 200 мкА. Значит, сила тока через шунт равна

$$I_{\text{ш}} = 1 \text{ мА} - 200 \text{ мкА} = 800 \text{ мкА},$$

при этом падения напряжений на гальванометре и на шунте одинаковы:

$$I_{\text{ш}} R_{\text{ш}} = 200 \text{ мкА} \cdot 80 \text{ Ом}, \quad \text{откуда} \quad R_{\text{ш}} = 20 \text{ Ом}.$$

Площадь поперечного сечения проволоки: $S = \pi r^2 = \pi \left(\frac{0,4 \text{ мм}}{2} \right)^2 \approx 0,126 \text{ мм}^2$.

Длина нужного отрезка проволоки: $l = \frac{R_{\text{ш}} S}{\rho} \approx 2,1 \text{ м}$.

Критерии оценивания

Правильно представлена (описана) схема подключения шунта.....	1 балл
Найдено сопротивление шунта	4 балла
Найдена площадь поперечного сечения проволоки.....	1 балл
Получен ответ.....	4 балла

За каждое верно выполненное действие баллы складываются.

При арифметической ошибке (в том числе ошибке при переводе единиц измерения) оценка снижается на 1 балл.

Максимум за задание – 10 баллов.

Задача 5

К концам лёгкого рычага, находящегося в равновесии, подвешены грузы: к левому концу подвешено два груза, а к правому три (рис. 3). Затем к левому и правому концам рычага подвесили ещё по одному грузу, а точку подвеса рычага переместили на 1 см, после чего рычаг вновь оказался в равновесии. Какова длина рычага? Все грузы одинаковые.

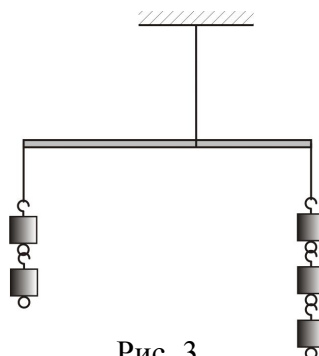


Рис. 3

Решение

Пусть масса одного груза равна m , а длина рычага l . По правилу рычага в первом случае левое плечо рычага относится к правому как 3:2. Значит, в первом случае длина левого плеча равна $\frac{3}{5}l$ (при этом длина правого плеча равна $\frac{2}{5}l$). Во втором случае левое плечо относится к правому как 4:3. Значит, после перемещения точки подвеса длина левого плеча равна $\frac{4}{7}l$ (а правого $\frac{3}{7}l$). Расстояние, на которое переместили точку подвеса рычага, равно

$$\frac{3}{5}l - \frac{4}{7}l = \frac{1}{35}l = 1 \text{ см, откуда } l = 35 \text{ см.}$$

Критерии оценивания

Записано правило рычага для первого случая.....	1 балл
Длина левого (или правого) плеча выражена через общую длину рычага в первом случае.....	2 балла
Записано правило рычага для второго случая.....	1 балл
Длина левого (или правого) плеча выражена через общую длину рычага во втором случае	2 балла
Смещение точки подвеса выражено через общую длину рычага	2 балла
Получен ответ.....	2 балла

За каждое верно выполненное действие баллы складываются.

При арифметической ошибке (в том числе ошибке при переводе единиц измерения) оценка снижается на 1 балл.

Максимум за задание – 10 баллов.

Всего за работу – **50 баллов.**