

Московская олимпиада школьников по физике

10 класс, 2025/26 год

Отборочный этап

Внимание! При вычислениях следует использовать приближённые равенства: $\sqrt{7} \approx 2,65$, $\sqrt{5} \approx 2,24$, $\sqrt{3} \approx 1,73$, $\sqrt{2} \approx 1,41$. Ускорение свободного падения считайте равным 10 м/с^2 .

1. Ортогональные скорости. Обруч катится без проскальзывания по горизонтальной поверхности. Плоскость обруча при этом всё время остаётся вертикальной. Ось обруча движется равномерно и прямолинейно со скоростью $v_0 = 1,73 \text{ м/с}$. В некоторый момент векторы скоростей двух точек обруча 1 и 2 оказываются ортогональны (векторы скоростей лежат на перпендикулярных прямых), при этом отношение абсолютных величин скоростей этих точек оказывается равно $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{3}$.

1. Определите по этим данным величину скорости v_1 . Ответ дайте в м/с, округлите до десятых.
2. Определите величину скорости v_2 . Ответ дайте в м/с, округлите до десятых.
3. Найдите скорость точки 2 относительно системы отсчёта, движущейся поступательно со скоростью точки 1. Ответ дайте в м/с, округлите до десятых.

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{3} \quad \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{3} \quad \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{3} \quad \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{3} \quad \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{3} \quad \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{3} \quad \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{3} \quad \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{3} \quad \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{3} \quad \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{3}$$

2. Маленькие шарики из пушки. Из специального аппарата, находящегося на большой высоте над Землёй, одновременно вылетают три одинаковых маленьких шарика A , B и C с одинаковой по модулю начальной скоростью v_0 . Векторы начальных скоростей шариков лежат в одной вертикальной плоскости, при этом вектор начальной скорости шарика A , \vec{v}_{A0} , направлен вертикально вверх; вектор \vec{v}_{B0} образует угол 60° с \vec{v}_{A0} ; вектор \vec{v}_{C0} направлен противоположно \vec{v}_{B0} . Через время $\tau = 1 \text{ с}$ после вылета расстояние между шариками A и B стало равно $S_{AB} = 5 \text{ м}$. Соппротивлением воздуха, а также зависимостью ускорения свободного падения от высоты можно пренебречь. Найдите следующие величины.

1. Модуль начальной скорости v_0 . Ответ дайте в м/с, округлите до десятых.
2. Расстояние S_{AC} между шариками A и C , а также расстояние S_{BC} между шариками B и C в момент времени τ . Ответы дайте в метрах, округлите до десятых.
3. Модули скоростей шариков в момент времени τ . Ответы дайте в м/с, округлите до десятых.

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{3} \quad \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{3} \quad \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{3} \quad \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{3} \quad \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{3} \quad \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{3} \quad \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{3} \quad \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{3} \quad \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{3} \quad \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{3}$$

3. Блок и соскальзывающие грузы. Блоки в системе, изображённой на рис. 1, идеальные, нить невесомая и нерастяжимая. К подвижному блоку присоединён груз массой $2m = 200$ г. Каждый из одинаковых грузов массой $m = 100$ г представляет собой цилиндр, по оси которого просверлено отверстие небольшого диаметра, через которое пропущена нить, обработанная специальной смазкой, так что трение между грузом и нитью можно считать вязким. Сила вязкого трения даётся формулой $F = \alpha u$, где u — скорость нити относительно груза, коэффициент пропорциональности $\alpha = 0,25$ кг/с. В начальный момент времени грузы удерживаются, при этом крайние грузы находятся на одинаковой высоте над Землёй, нить не натянута и не провисает. В некоторый момент времени грузы отпускают. Длина нити достаточно велика, так что можно считать, что в процессе движения грузы массой m не соскальзывают с нити. Отрезки нити, не лежащие на блоках при движении всё время остаются вертикальными.

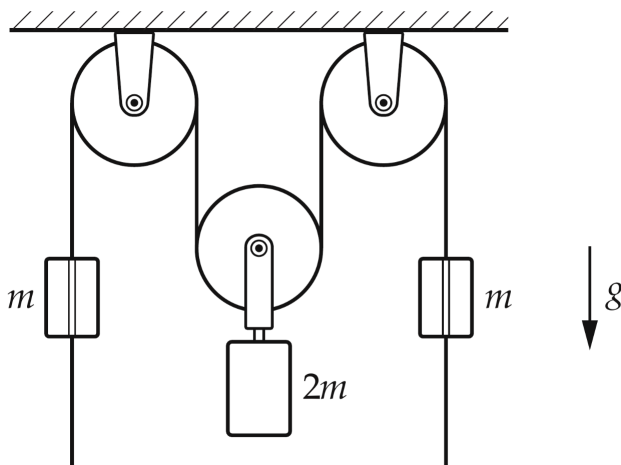


Рисунок 1

1. Чему равна сила натяжения нити в момент, когда крайний левый груз движется с ускорением $\frac{g}{2} = 5$ м/с². Ответ дайте в Ньютонах, округлите до десятых.
2. На какое расстояние относительно начального положения опускается груз массой $2m$ к тому моменту, когда крайний левый груз проходит 10 см от начального положения? Ответ дайте в см, округлите до целого.
3. До какой максимальной скорости разгоняется груз массой $2m$ в процессе движения? Ответ дайте в м/с, округлите до целого.

$$\frac{v}{m} \tau = (\alpha \tau) / b m = v \alpha (g : m \tau) = S (\tau : H \tau) = \tau / b m = J (1)$$

4. Столкновение шайб. Две гладкие шайбы одинакового размера, но разных масс могут двигаться по горизонтальной поверхности без трения (см. рис. 2, вид сверху). Шайба массой m_2 изначально покоится. Скорость шайбы массой m_1 в тот же момент равна $v = 8$ м/с. Прицельный параметр d — расстояние между линией, вдоль которой движется центр шайбы m_1 , и центром шайбы m_2 — равен $r\sqrt{2}$. В некоторый момент шайбы сталкиваются, при этом столкновение можно считать упругим в том смысле, что потери энергии при столкновении не происходит. Известно, что после столкновения скорость шайбы массой m_2 становится равна $\frac{v\sqrt{2}}{4}$.

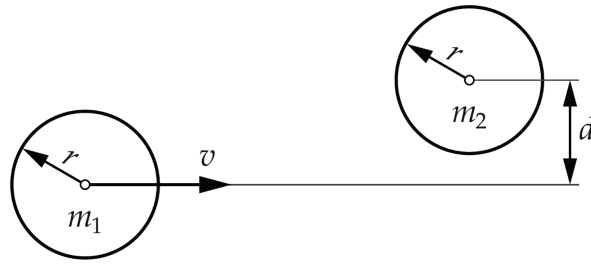


Рисунок 2

1. Чему равно отношение масс шайб $\frac{m_2}{m_1}$? Ответ округлите до целого.
2. С какой скоростью движется шайба массой m_1 после столкновения? Ответ дайте в м/с, округлите до десятых.

$$\frac{v_1}{v_2} \approx \frac{m_2}{m_1} \approx 1 \quad (z: \varepsilon = \frac{r_1}{r_2} \text{ (I)})$$

5. Связанные цепи. В электрической цепи, схема которой представлена на рис. 3, величина сопротивления равна 1 кОм , напряжение на выводах идеального источника равно 6 В .

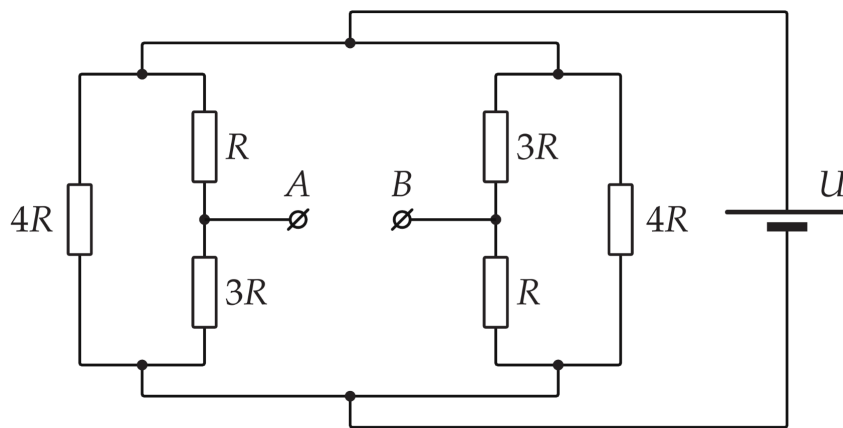


Рисунок 3

1. К клеммам A и B подключают идеальный амперметр. Определите его показания. Ответ дайте в мА, округлите до целого.
2. Вместо идеального амперметра к клеммам A и B подключают идеальный вольтметр. Чему равно измеренное им напряжение? Ответ дайте в вольтах, округлите до целого.

В цепи, схема которой представлена на рис. 4, значения параметров U и R такие же, как в предыдущей цепи ($U = 6 \text{ В}$, $R = 1 \text{ кОм}$). Цифры в кружках обозначают номер идеального источника (1 или 2).

