

Отборочный тур (27 баллов)

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 g считайте равным 10 м/с^2 .

1. Ортогональные скорости (3 балла)

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

а) (1 балл) Определите по этим данным величину скорости v_1 . Ответ дайте в м/с, округлите до десятых.

б) (1 балл) Определите величину скорости v_2 . Ответ дайте в м/с, округлите до десятых.

в) (1 балл) Найдите скорость точки 2 относительно системы отсчёта, движущейся поступательно со скоростью точки 1. Ответ дайте в м/с, округлите до десятых.

2. Маленькие шарики из пушки (6 баллов)

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 $S_{AB} = 5 \text{ м}$. Сопротивлением воздуха, а также зависимостью ускорения свободного падения g от высоты можно пренебречь. Найдите следующие величины.

а) (1 балл) Модуль начальной скорости v_0 . Ответ дайте в м/с, округлите до десятых.

б) (2 балла, по 1 баллу за каждое значение) Расстояние S_{AC} между шариками A и C , а также расстояние S_{BC} между шариками B и C в момент времени t . Ответы дайте в метрах, округлите до десятых.

в) (3 балла, по 1 баллу за каждое значение) Модули скоростей шариков в момент времени t . Ответы дайте в м/с, округлите до десятых.

3. Блок и соскальзывающие грузы (6 баллов)

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, коэффициента 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.

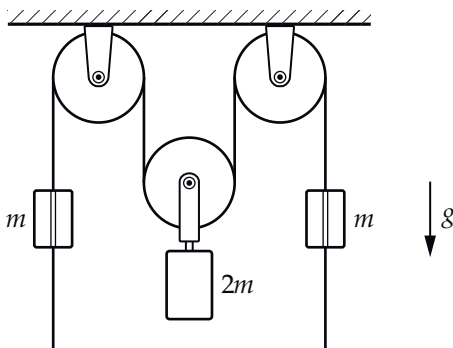


Рисунок 1

а) (1 балла) 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.

а) (2 балла) 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.

б) (3 балла) До какой максимальной скорости разгоняется груз массой $2m$ в процессе движения? Ответ дайте в м/с, округлите до целого.

4. Столкновение шайб (5 баллов)

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 $\frac{v\sqrt{2}}{4}$.

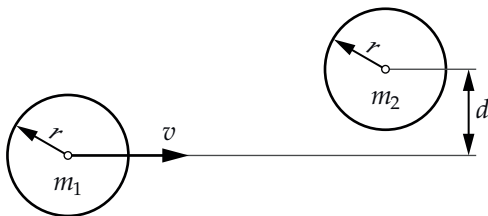


Рисунок 2

а) (2 балла) Чему равно отношение масс шайб $\frac{m_2}{m_1}$? Ответ округлите до целого.

б) (3 балла) С какой скоростью движется шайба массой m_1 после столкновения? Ответ дайте в м/с, округлите до десятых.

5. Связанные цепи (7 баллов)

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

а) (1 балл) К клеммам A и B подключают идеальный амперметр. Определите его показания. Ответ дайте в мА, округлите до целого.

б) (1 балл) Вместо идеального амперметра к клеммам A и B подключают идеальный вольтметр. Чему равно измеренное им напряжение? Ответ дайте в вольтах, округлите до целого.

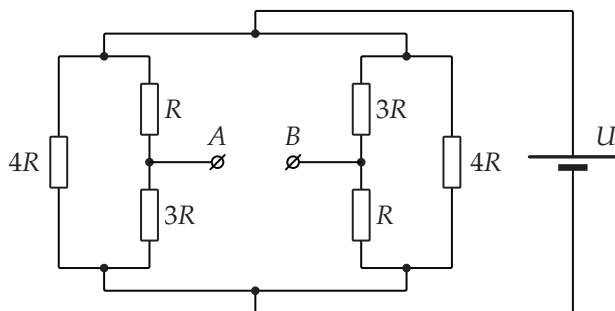


Рисунок 3

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

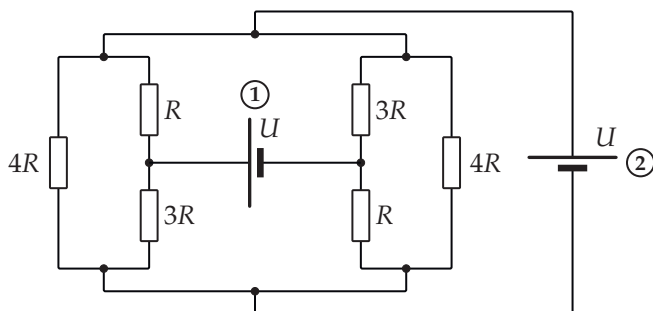


Рисунок 4

в) (2 балла) Определите ток, текущий через источник 1. Ответ дайте в мА, округлите до целого.

г) (3 балла) Определите ток, текущий через источник 2. Ответ дайте в мА, округлите до целого.