

2025-2026 учебный год
Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по
физике

10 класс

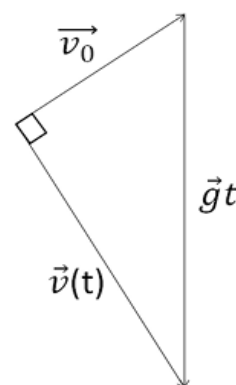
Задача 1 Небольшим шариком выстрелили из катапульты со скоростью $v_0=15$ м/с в вакуумной камере, и спустя время $t=1,7$ с после выстрела скорость шарика оказалась перпендикулярна начальной. Считая, что ускорение свободного падения $g=10$ м/с², найдите величину скорости шарика в этот момент времени.

Решение В данной задаче нам удобнее работать с векторами, как с геометрическими объектами. На векторном языке закон изменения скорости выглядит следующим образом:

$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 + \vec{g}t$ Сумма векторов представлена на рисунке.

Используя теорему Пифагора находим: $v_0^2 + v^2 = g^2 t^2$.

Тогда: $v = \sqrt{g^2 t^2 - v_0^2} = 8$ м/с.



Критерии оценивания	баллы
Сделан рисунок, из которого следует, что скорость - это векторная величина, и что складываются скорости геометрически.	4
Записана формула для зависимости скорости от времени.	4
Используя теорему Пифагора получен правильный ответ.	2
Итого	10

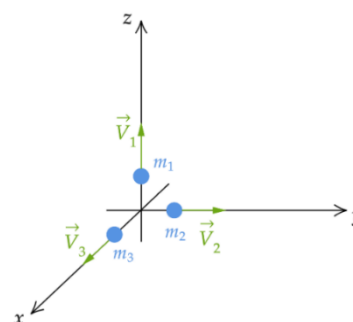
Задача 2. Неподвижный снаряд разорвался на четыре осколка. Осколки массами $m_1=3$ кг, $m_2=2$ кг, $m_3=4$ кг полетели соответственно со скоростями $v_1=200$ м/с вертикально вверх, $v_2=150$ м/с горизонтально на север и $v_3=100$ м/с горизонтально на восток. Под каким углом к горизонту полетел четвёртый осколок?

Решение 2 Запишем закон сохранения импульса:

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + m_3 \vec{v}_3 + m_4 \vec{v}_4 = 0$$

Тогда в проекциях на оси:

$$\begin{cases} Ox: & m_3 v_3 - m_4 v_{4x} = 0 \Rightarrow v_{4x} = \frac{m_3 v_3}{m_4} \\ Oy: & m_2 v_2 - m_4 v_{4y} = 0 \Rightarrow v_{4y} = \frac{m_2 v_2}{m_4} \\ Oz: & m_1 v_1 - m_4 v_{4z} = 0 \Rightarrow v_{4z} = \frac{m_1 v_1}{m_4} \end{cases}$$



По пространственной теореме Пифагора:

$$v_4 = \sqrt{v_{4x}^2 + v_{4y}^2 + v_{4z}^2} = \frac{1}{m_4} \sqrt{(m_3 v_3)^2 + (m_2 v_2)^2 + (m_1 v_1)^2}$$

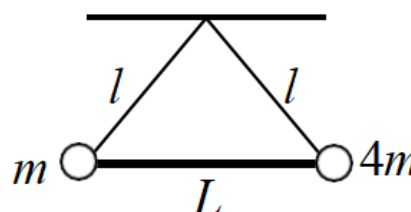
Тогда искомый угол:

$$\sin \phi = \frac{v_{4z}}{v_4} = \frac{m_1 v_1}{\sqrt{(m_3 v_3)^2 + (m_2 v_2)^2 + (m_1 v_1)^2}} = 0,7682$$

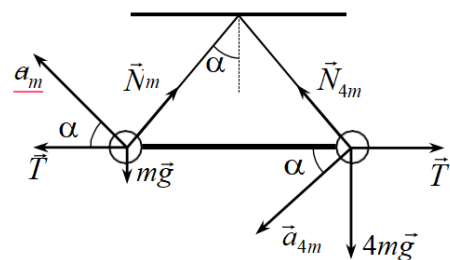
$$\phi \approx 50^\circ$$

Критерии оценивания	баллы
Сделан рисунок	2
Записан закон сохранения импульса в векторной форме и в проекциях на оси.	3
Получены выражения для проекций скоростей на оси для четвертого осколка.	2
Получена формула для скорости четвертого осколка и найден искомый угол	3
Итого	10

Задача 3 Два груза с массами m и $4m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длиной l прикрепленных к одной точке горизонтального потолка. Между телами вставляют невесомый стержень длиной L , прикрепляют к ним и удерживают систему в таком положении, что стержень горизонтален (см. рисунок). В некоторый момент времени тела отпускают. Найти их ускорения сразу после этого.



Решение Поскольку в процессе движения тел нити останутся натянутыми, тела будут двигаться по окружностям с центром в точке крепления нитей. Но в начальный момент их скорость равна нулю, поэтому ускорения тел не будут иметь центростремительной составляющей, а будут направленными перпендикулярно нитям (см. рисунок). Кроме того, поскольку проекции ускорений тел на направление стержня одинаковы (стержень нерастяжим), то ускорения тел равны по величине. На тела действуют: силы натяжения стержня, которые могут быть направлены только вдоль стержня, поскольку он не имеет массы, силы натяжения нитей, направленные вдоль нитей, и силы тяжести (см. рисунок). Поэтому второй закон Ньютона для тел дает



$$m\vec{a}_m = m\vec{g} + \vec{T} + \vec{N}_m$$

$$4m\vec{a}_{4m} = 4m\vec{g} + \vec{T}' + \vec{N}_{4m}$$

Проецируя эти уравнения на оси, перпендикулярные нитям, и учитывая, что именно так направлены векторы ускорений тел, получим:

$$ma = T \cos \alpha - mg \sin \alpha$$

$$4ma = 4mg \sin \alpha - T \cos \alpha$$

Складывая эти уравнения и учитывая, что $\sin \alpha = L/2l$, получим:

$$a = \frac{3}{10} \frac{gL}{l}$$

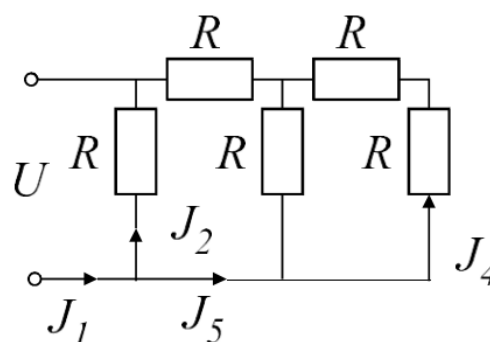
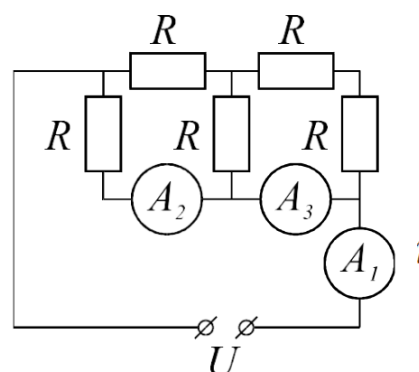
Критерии оценивания	баллы
Сделан рисунок, указаны силы, действующие на грузы.	3
Записан второй закон Ньютона для грузов.	3
Указаны направления ускорений для грузов	2
Получена формула для величины ускорения	2
Итого	10

Задача 4 Определить токи I_1 , I_2 и I_3 , текущие через амперметры A_1 , A_2 и A_3 соответственно (см. рисунок).

Напряжение $U = 10$ В, сопротивление $R = 100$ Ом. Сопротивлением амперметров пренебречь.

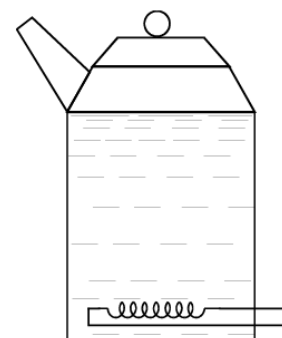
Решение Так как сопротивление амперметров мало, точки, к которым они подключены, можно соединить в один узел. При этом получим эквивалентную схему, показанную на рисунке. Ток через первый амперметр равен J_1 , через второй — J_2 , а через третий $J_3 = J_1 - J_4$. Ток J_2 вычисляется по закону Ома:
 $J_2 = U/R = 0,1$ А.

Эквивалентное сопротивление четырех резисторов, размещенных в правой части схемы составляет $5R/3$ (последовательно – параллельное соединение). С учетом этого $J_5 = 3U/5R = 0,06$ А. Для параллельного соединения $J_1 = J_2 + J_5$. Далее, $J_4 = (J_5 \cdot 2R/3)/2R = U/5R = 0,02$ А. Наконец, $J_3 = J_1 - J_4 = 0,14$ А. Итак, первый амперметр показывает 0,16 А, второй 0,1 А и третий 0,14 А.



Критерии оценивания	баллы
Правильно рассчитан ток через амперметр 2.	3
Правильно рассчитано сопротивление четырех резисторов, размещенных в правой части схемы.	3
Правильно рассчитан ток через амперметр 1	2
Правильно рассчитан ток через амперметр 3	2
Итого	10

Задача 5. При испытании новой модели электрического чайника (см. рисунок) оказалось, что вода нагревается почти до $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, но все же не закипает. Чайник рассчитан на мощность нагревателя P и напряжение 110 В . Тогда чайник подключили к сети 220 В . За какое время чайник выкипит наполовину? Масса воды в чайнике M . Теплота парообразования воды λ . Крышка чайника плотно закрывается. Чайник изготовлен из металла.



Решение Теплообмен чайника со средой определяется температурой поверхности чайника. В обоих случаях чайник прогрет до 100°C , поэтому мощность тепловых потерь одинакова и равна P . Тогда с очевидностью $4P = P + \lambda M / 2t$.

Отсюда $t = \lambda M / 6P$.

Критерии оценивания	баллы
Записано выражение для распределения потребляемого количества тепла при напряжении 110 В	3
Найдена мощность тепловых потерь	2
Записано выражение для распределения потребляемого количества тепла при напряжении 220 В	4
Получена правильный ответ	1
Итого	10