

**7-9 классы, подготовка к теоретическому туру
олимпиады школьников «Робофест» по физике**

Набор задач для самостоятельного решения по вводу занятию 2.

Тема: «УСКОРЕНИЕ И СИЛЫ».

Задача 1 (1 балл) [ускорение]

Скорость автомобиля, двигавшегося прямолинейно, увеличилась с 36 км/ч до 72 км/ч за 2 с. Найдите его среднее ускорение за время разгона в проекции на направление движения. Ответ дайте в м/с².

Подсказка 1: 36 км/ч = 10 м/с.

Подсказка 2: Согласно определению среднего ускорения, $a_x = \frac{v_{\text{кон}} - v_{\text{нач}}}{\Delta t}$.

Решение:

Переведем км/ч в м/с: 36 км/ч = 10 м/с, а 72 км/ч = 20 м/с. Согласно определению среднего ускорения, $a_x = \frac{v_{\text{кон}} - v_{\text{нач}}}{\Delta t} = \frac{(20 - 10) \text{ м/с}}{2 \text{ с}} = 5 \text{ м/с}^2$.

ОТВЕТ: 5.

Задача 2 (2 балла) [ускорение, перемещение, свободное падение]

Человек, стоящий на балконе, бросил вертикально вверх небольшой тяжелый шарик со скоростью $v_0 = 2$ м/с из точки, находящейся на высоте $h = 7$ м над поверхностью земли. Шарик поднялся вверх, а затем упал на Землю, не задев балкона. Пренебрегая сопротивлением воздуха, найдите время его полета. Ответ дайте в секундах. Считайте ускорение свободного падения равным $g \approx 10$ м/с².

Подсказка 1: Решение:

Если ввести координатную ось x , направленную вертикально вниз, и начало отсчета на этой оси совместить с начальной точкой движения шарика, то закон его движения будет записываться в виде $x(t) = -v_0 t + \frac{gt^2}{2}$.

Подсказка 2: Полет закончится, когда шарик достигнет поверхности земли, то есть $x(t) = h$.

Решение:

Если ввести координатную ось x , направленную вертикально вниз, и начало отсчета на этой оси совместить с начальной точкой движения шарика, то закон его движения будет записываться в виде $x(t) = -v_0 t + \frac{gt^2}{2}$. Полет закончится, когда шарик достигнет

поверхности земли. Поэтому время полета определяется из условия $-v_0 t + \frac{gt^2}{2} = h$. Это –

квадратное уравнение $t^2 - \frac{2v_0}{g}t - \frac{2h}{g} = 0$, положительный (время полета не может быть

отрицательным!) корень которого $t = \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 + 2gh}}{g} \approx 1,4$ с.

ОТВЕТ: 1,4.

Задача 3 (3 балла) [путь, ускорение, средняя скорость на участке пути]

Человек, стоящий на балконе, бросил вертикально вверх небольшой тяжелый шарик со скоростью $v_0 = 2$ м/с из точки, находящейся на высоте $h = 7$ м над поверхностью земли. Шарик поднялся вверх, а затем упал на Землю, не задев балкона. Пренебрегая сопротивлением воздуха, найдите среднюю скорость шарика за время его полета. Ответ дайте в м/с, с точностью до десятых. Считайте ускорение свободного падения равным $g \approx 10$ м/с².

Подсказка 1: Для нахождения средней скорости нужно найти пройденный путь и время движения.

Подсказка 2: Повторяя рассуждения задачи 2, находим: время полета $t = \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 + 2gh}}{g} \approx 1,4$

с.

Подсказка 3: Полный путь за время полета можно найти как сумму начальной высоты и удвоенной высоты максимального подъема шарика от начальной точки.

Решение:

Для нахождения средней скорости нужно найти пройденный путь и время движения.

Повторяя рассуждения задачи 2, находим: время полета $t = \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 + 2gh}}{g} \approx 1,4$ с. Полный

путь за время полета можно найти как сумму начальной высоты и удвоенной высоты

максимального подъема шарика от начальной точки: $s = h + 2 \cdot \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2 + gh}{g} \approx 7,4$ м. Таким

образом, $v_{cp} = \frac{s}{t} = \frac{v_0^2 + gh}{v_0 + \sqrt{v_0^2 + 2gh}} \approx 5,3$ м/с.

ОТВЕТ: 5,3.

Задача 4 (3 балла) [равномерное движение, равноускоренное движение, перемещение]

Парашютист спускался на парашюте вертикально с постоянной скоростью 4 м/с. На высоте 12 м у него из кармана выскользнула монета. Пренебрегая сопротивлением воздуха для монеты, найдите промежуток времени между приземлениями монеты и парашютиста. Считать, что выскальзывание монеты не повлияло на движение парашютиста, и что ускорение свободного падения равно $g \approx 10$ м/с². Ответ запишите в секундах, с точностью до десятых.

Подсказка 1: Парашютист после выскальзывания монеты продолжает двигаться с постоянной скоростью $v = 4$ м/с, и опускается на землю за время $t_1 = \frac{h}{v} = 3$ с.

Подсказка 2: Монета начинает движение со скоростью парашютиста.

Подсказка 3: Время движения монеты до земли удовлетворяет квадратному уравнению

$$h = vt + \frac{gt^2}{2}.$$

Решение:

Парашютист после выскальзывания монеты продолжает двигаться с постоянной скоростью

$v = 4$ м/с, и опускается на землю за время $t_1 = \frac{h}{v} = 3$ с. Монета начинает движение со

скоростью парашютиста (до выскальзывания она двигалась вместе с ним), и движется с ускорением свободного падения. Поэтому время ее движения до земли удовлетворяет

квадратному уравнению $h = vt + \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t_2 = \frac{\sqrt{v^2 + 2gh} - v}{g} = 1,2 \text{ с}$. Следовательно, интервал времени между приземлениями $\Delta t = t_1 - t_2 = \frac{v}{g} + \frac{h}{v} - \frac{\sqrt{v_0^2 + 2gh}}{g} = 1,8 \text{ с}$.

ОТВЕТ: 1,8.

Задача 5 (4 балла) [свободное падение, путь]

Маленькое тело бросили вертикально вверх вблизи поверхности неизвестной планеты без атмосферы. За первую секунду тело прошло путь 4 м. За вторую секунду оно прошло точно такой же путь. Какой путь прошло тело за третью секунду своего движения? Ответ запишите в м с точностью до целого значения.

Подсказка 1: Тело могло пройти одинаковый путь за первую и вторую секунду только в одном случае – если в течении первой секунды оно поднялось до максимальной высоты и остановилось, а в течении второй секунды опускалось обратно.

Подсказка 2: В этом случае его начальная скорость $v_0 = g\tau$, и $s_1 = s_2 = \frac{g\tau^2}{2}$ (где $\tau = 1 \text{ с}$).

Подсказка 3: Третью секунду тело начинает, двигаясь вниз со скоростью $v_0 = g\tau$, и далее разгоняется с ускорением g .

Решение:

Тело могло пройти одинаковый путь за первую и вторую секунду только в одном случае – если в течении первой секунды тело, запущенное со начальной скоростью v_0 , поднялось до

максимальной высоты $h_{\max} = \frac{v_0^2}{2g}$ (g – ускорение свободного падения на этой планете) и

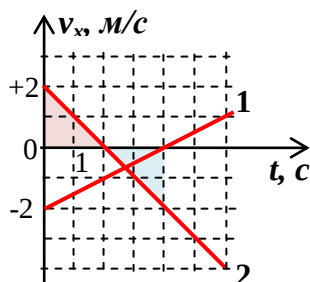
остановилось, а в течении второй секунды опускалось обратно. Тогда ясно, что $v_0 = g\tau$ (где $\tau = 1 \text{ с}$), и $s_1 = s_2 = \frac{g\tau^2}{2}$. Третью секунду тело начинает, двигаясь вниз со скоростью $v_0 = g\tau$,

и далее разгоняется с ускорением g . Поэтому $s_3 = v_0\tau + \frac{g\tau^2}{2} = \frac{3g\tau^2}{2} = 3s_1 = 12 \text{ м}$.

ОТВЕТ: 12.

Задача 6 (2 балла) [скорость, ускорение]

Два тела (1 и 2) совершают движение вдоль одной прямой, и их положение характеризуется координатой x . На графике показаны зависимости скоростей этих тел от времени. Найдите ускорение тела 1 в системе отсчета, связанной с телом 2. Ответ запишите в м/с^2 с точностью до десятых.



Подсказка 1: Как видно из графика, скорость тела 1 увеличивается примерно на 1 м/с за каждые 2 с .

Подсказка 2: Ускорение тела 1 в исходной системе отсчета $a_1 \approx \frac{1\text{м/с}}{2\text{с}} = 0,5\text{м/с}^2$.

Подсказка 3: Относительное ускорение $a'_1 = a_1 - a_2$.

Решение:

Как видно из графика, скорость тела 1 увеличивается примерно на 1 м/с за каждые 2 с.

Следовательно, ускорение тела 1 в исходной системе отсчета $a_1 \approx \frac{1\text{м/с}}{2\text{с}} = 0,5\text{м/с}^2$. Скорость

тела 2 уменьшается примерно на 1 м/с каждую секунду, то есть $a_2 \approx \frac{-1\text{м/с}}{1\text{с}} = -1,0\text{м/с}^2$.

Относительное ускорение $a'_1 = a_1 - a_2 \approx 1,5\text{м/с}^2$.

ОТВЕТ: 1,5.

Задача 7 (2 балла) [сила, трение, ускорение, путь]

Шайба массой 500 г лежит неподвижно на горизонтальной поверхности. Коэффициент трения между шайбой и поверхностью равен 0,4. На шайбу действуют горизонтальной силой, величина которой равна 6 Н. Найдите путь шайбы за 5 с после начала действия силы. Ускорение свободного падения считайте равным $g \approx 10\text{ м/с}^2$. Ответ запишите в метрах, с точностью до целого значения.

Подсказка 1: Тело могло пройти одинаковый путь за первую и вторую секунду только в одном случае – если в течении первой секунды оно поднялось до максимальной высоты и остановилось, а в течении второй секунды опускалось обратно.

Подсказка 2: В этом случае его начальная скорость $v_0 = g\tau$, и $s_1 = s_2 = \frac{g\tau^2}{2}$ (где $\tau = 1\text{с}$).

Решение:

Максимальная величина силы трения покоя для шайбы на этой поверхности $F_{\text{max}} = \mu mg \approx 4\text{ Н}$. Поэтому при действии силы $F = 6\text{ Н}$ шайба начинает скользить в направлении действия этой силы. Сила трения скольжения равна 4 Н и направлена против движения, поэтому результирующая сила, действующая на шайбу, равна $F - \mu mg \approx 2\text{ Н}$, и ее ускорение

$a = \frac{F - \mu mg}{m} = \frac{F}{m} - \mu g \approx 4\text{ м/с}^2$. Так как она начинает двигаться из состояния покоя, то ее

путь $s = \frac{at^2}{2} = \frac{F - \mu mg}{2m} t^2 = 50\text{ м}$.

ОТВЕТ: 50.