

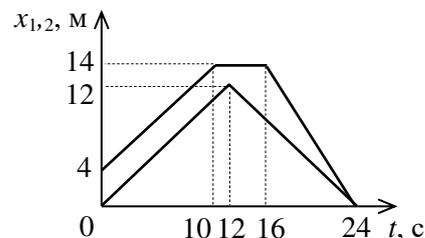
ОЛИМПИАДА “БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – БУДУЩЕЕ НАУКИ” 2023-2024

Физика, II тур

ОТВЕТЫ, РЕШЕНИЯ И РАЗБАЛЛОВКИ

7 класс

1. (25 баллов) График зависимости от времени координат x_1 и x_2 двух тел, совершающих движение вдоль оси x , приведен на рисунке. На какое максимальное расстояние тела удаляются друг от друга? Чему равна максимальная скорость сближения тел?



Ответ. Максимальное расстояние равно 6 м. Максимальная скорость сближения тел равна 1 м/с.

Решение. Тела удаляются друг от друга со скоростью 1 м/с на интервале времени от 12 до 16 с. Максимальное расстояние достигается в момент $t = 16$ с и равно 6 м. Тела сближаются на участках от 10 до 12 с и от 16 до 24 с. Скорость сближения равна 1 м/с на участке $10 < t < 12$ с и $3/4$ м/с на участке $16 < t < 24$. Таким образом, наибольшая скорость сближения равна 1 м/с.

Разбалловка. Понято, на каком участке тела удаляются и найдена скорость удаления – 5 баллов.

Найдено максимальное расстояние – 5 баллов.

Указаны участки сближения и найдены скорости сближения – по 5 баллов за участок.

Найдена максимальная скорость сближения – 5 баллов.

2. (25 баллов) Находящийся в вагоне пассажир и стоящий на перроне провожающий прощаются у окна вагона. После того, как поезд начал набирать ход, пассажир пошел вдоль вагона против хода поезда, а провожающий – по перрону по ходу поезда, так чтобы оставаться напротив друг друга. При этом скорость движения провожающего по перрону в каждый момент вдвое превышала скорость движения пассажира по вагону. Какой будет скорость провожающего в момент, когда скорость поезда достигнет 9 км/час? Какой будет в этот момент скорость пассажира относительно перрона?

Ответ. Скорость провожающего будет равна 6 км/час, скорость пассажира относительно перрона будет также равна 6 км/час.

Решение. Обозначим (увеличивающуюся) скорость поезда через V_0 , скорость пассажира относительно вагона через V_1 , а скорость провожающего через V_2 . Для того, чтобы провожающий и пассажир все время были напротив друг друга, в каждый момент времени должно выполняться соотношение $V_0 - V_1 = V_2$. Учтем также, что по условию $V_2 = 2V_1$. Решая систему уравнений, находим, что $V_1 = V_0/3 = 3$ км/час и $V_2 = 2V_0/3 = 6$ км/час.

Пассажир движется относительно перрона синхронно с провожающим, поэтому его скорость относительно перрона равна $V_2 = 6$ км/час.

Разбалловка. Записано уравнение $V_0 - V_1 = V_2 - 10$ баллов.

Записано уравнение $V_2 = 2V_1 - 5$ баллов.

Найдена скорость провожающего – 5 баллов.

Найдена скорость пассажира относительно перрона – 5 баллов.

3. (25 баллов) Два ящика кубической формы с тонкими стенками, изготовленными из одного и того же материала, отличаются по весу в 4 раза. Когда ящики заполнили одним и тем же сыпучим веществом, вес более легкого увеличился в 3 раза. Во сколько раз увеличился вес другого ящика?

Ответ. Вес увеличился в 5 раз.

Решение. Вес тонкостенного ящика пропорционален площади его поверхности, т.е. квадрату ребра куба. Следовательно, ребро более тяжелого ящика в 2 раза больше ребра более легкого. Вес насыпанного вещества пропорционален объему ящика, т.е. третьей степени ребра ящика. Следовательно, вес содержимого большего ящика в 8 раз превышает вес содержимого меньшего.

Поскольку вес меньшего ящика увеличился втрое, вес его содержимого в 2 раза превышает вес самого ящика. Следовательно, вес содержимого большего ящика в 16 раз больше, чем вес пустого меньшего ящика. По условию вес пустого большего ящика в 4 раза больше веса пустого меньшего ящика. Отсюда заключаем, что вес содержимого большего ящика в 4 раза больше веса самого большего ящика, т.е. его вес увеличился в 5 раз.

Разбалловка. Понято, что длины ребер ящиков отличаются в 2 раза – 5 баллов.

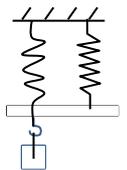
Найдено, что веса содержимого отличаются в 8 раз – 5 баллов.

Найдено, что содержимое большего ящика в 16 раз тяжелее пустого меньшего – 5 баллов.

Найдено, что содержимое большего ящика в 4 раза тяжелее пустого большего – 5 баллов.

Получен ответ – 5 баллов.

4. (25 баллов) Проволоку навили на прут, выдерживая расстояния между витками одинаковыми, и разрезали на две части разной длины, получив две пружины. Пружины подвесили к потолку, прикрепили к ним снизу легкую планку с крючком под более короткой пружиной и повесили на крючок гирию массой 1 кг. При этом пружины оказались равной длины 10 см, а планка горизонтальной. Найти длины пружин в недеформированном состоянии, если жесткость более короткой пружины равна 500 Н/м. Найти жесткость более длинной пружины. Ускорение свободного падения считать равным 10 м/с^2 .



Ответ. Длина более длинной пружины равна 10 см, более короткой 8 см. Жесткость более длинной пружины равна 400 Н/м.

Решение. Поскольку планка легкая, то момент действующей на нее силы тяжести относительно точки прикрепления более короткой пружины (гири) пренебрежимо мал. Следовательно, для равновесия планки не должно быть момента силы со стороны более длинной пружины, т.е. эта пружина недеформирована. Отсюда получаем, что длина более длинной пружины в недеформированном состоянии равна 10 см. Растяжение более короткой пружины находим по закону Гука как $\Delta x = mg/k$, где $mg = 10 \text{ Н}$ – приложенная со стороны гири сила, а $k = 500 \text{ Н/м}^2$ – жесткость пружины. Получаем $\Delta x = 2 \text{ см}$. Таким образом, длина более короткой пружины в недеформированном состоянии равна $10 - 2 = 8 \text{ см}$. Поскольку жесткости пружин обратно пропорциональны их длинам, находим жесткость более длинной пружины как $500 \cdot 8 : 10 = 400 \text{ Н/м}$.

Разбалловка. Найдена длина более длинной пружины – 5 баллов.

Найдена длина более короткой пружины – 10 баллов.

Найдена жесткость более длинной пружины – 10 баллов.