

Решения заданий открытой городской олимпиады по физике для учащихся 7 классов:

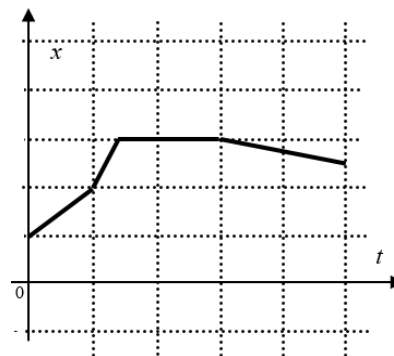
Задача 1.

Максимум через минимум.

На рис.1, приведен график зависимости координаты движущегося тела от времени движения. К сожалению, масштаб по осям оказался утерян. Но сохранилась информация, что по ходу движения максимальное значение средней путевой скорости на 20 м/с превышало ее минимальное значение.

Определите, с какой максимальной скоростью v_{\max} двигалось тело. Движение тела происходило вдоль одной прямой.

Примечание: средняя путевая скорость – отношение всего пройденного пути ко всему времени движения (включая остановки).

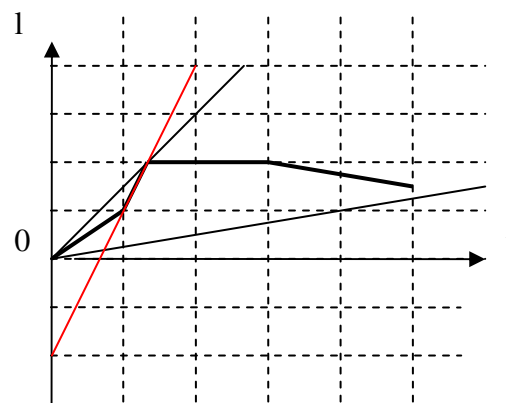


Возможное решение:

Преобразуем исходный график в зависимость пути l от времени t . Для этого сместим на одну клетку вверх ось времени и зеркально (относительно горизонтальной оси, совпадающей с участком графика $x = \text{const}$) отобразим участок, на котором координата уменьшается (рис.2).

Средняя скорость тела в произвольный момент времени движения однозначно связана с угловым коэффициентом наклона прямой, проведенной из начала координат в соответствующую точку графика. Следовательно, прямые, имеющие наибольший и наименьший угол наклона, проведенные из начала координат и касающиеся полученного графика, определяют максимальную и минимальную среднюю скорость тела. Пусть цена деления на оси пути l_0 , а на оси времени τ . Тогда через них можно выразить максимальную и минимальную среднюю скорость: $v_{\max} = 3l_0 / (2\tau)$, $v_{\min} = l_0 / (2\tau)$. Тело двигалось быстрее всего на втором участке, так как соответствующий участок графика имеет наибольший угол наклона:

$v_{\max} = 5l_0 / (2\tau)$. По условию $v_{\max} - v_{\min} = l_0 / \tau = 20$ м/с, следовательно, $v_{\max} = (5/2)(l_0 / \tau) = 50$ м/с. (допустимый разброс значений от 40 до 60 м/с)



Критерии оценивания

1. Построен график зависимости **пути** от времени**3 балла**;
2. Установлена связь средней скорости с углом наклона прямых, проведенных из начала координат на графике зависимости пути от времени**2 балла**;
3. Найдены точки, в которых путевая (в данном случае она будет средней) максимальна и минимальна**2 балла**;
4. Найден **участок** на котором скорость тела максимальна **2 балла**;
5. Численное значение максимальной скорости**1 балл**.

Примечания

Возможны альтернативные решения.

Комментарии

Для решения необходим график зависимости пройденного пути от времени, а не координаты от времени.

Среднюю скорость можно было определить по углу наклона прямой, проведенной из начала координат к данной точке графика (всего нужны две прямые).

Погрешность в ответе допустима из-за неточного определения угла наклона (его коэффициента).

Важная информация содержалась в условии и примечаниях к задаче: надо читать внимательно!

Задача 2.

Сумка, имеющая форму параллелепипеда, сшита из клетчатого материала, причём все стороны сумки выкроены так, что содержат только целое число клеток. Клетки квадратные со стороной $a = 3$ см. Длина L сумки в три раза больше её ширины b , а высота h в два раза больше ширины. Всего на поверхности сумки $N = 792$ клетки. Сумку заполнили поролоном, в результате чего её масса стала равна $M = 8$ кг. Вычислите плотность поролона. Масса пустой сумки $m = 1$ кг.

Решение

Пусть на ширине сумки укладывается n клеток. Тогда высота сумки, выраженная в клетках, равна $2n$, а длина $3n$. Площадь поверхности сумки $S = 2(n \cdot 2n + n \cdot 3n + 2n \cdot 3n) = 22n^2 = 792$ клетки. Решая это уравнение, получим $n = 6$. Итак, $b = 18$ см, $h = 36$ см, $L = 54$ см.

Следовательно, объем сумки $V = b \cdot h \cdot L = 34992 \text{ см}^3 = 35 \text{ дм}^3 = 0,035 \text{ м}^3$. Плотность поролона $\rho = (M + m)/V = 200 \text{ кг/м}^3$

Критерии оценивания

1. Записано уравнение для нахождения n 3 балла;
2. Найдены длина, ширина и высота сумки 2 балла;
3. Найден объем сумки 3 балла;
4. Найдена масса поролона и его плотность 2 балла.

Примечания

В этой задаче возможны альтернативные решения.

Комментарии

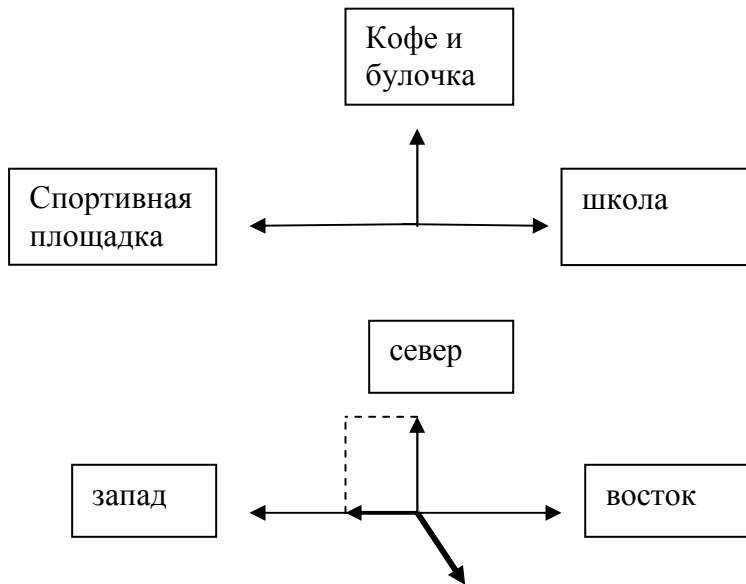
Недостаточно пояснений к решению задачи (Перед написанием уравнения для n клеток нужно было объяснить происхождение площадей сторон в уравнении).

Задача 3

Школьник находится на горизонтальной поверхности. На него действуют горизонтально направленные силы. На север (там кофе и булочки) сила 20 Н. На Запад (там спортивная площадка) сила 30 Н. На восток (в школу) сила 10 Н. И еще действует сила трения. Школьник неподвижен. Определите величину и направление силы трения.

Возможное решение:

Используем векторный метод.



На юго-восток, $F = 20\sqrt{2} = 28,3 \text{ Н}$.

Критерии оценки

1. Правильный чертеж3 балла
2. Определение направления и значения результирующей силы (без учета силы трения)... 2 балла;
3. Записано условие неподвижности школьника 1 балл;
4. Определение направления силы трения 2 балла;
5. Определение модуля силы трения 2 балла.

Примечания

Баллы по критерию выставлялись в соответствии с точностью следования критерию.

Комментарии

Основной проблемой участников стало определение числового значения силы трения. Недостаточно внимания уделялось качеству рисунка.

Задача 4.

Петя и Вася решили построить игрушечный дом из деревянных кубиков. В основание они заложили плотно друг к другу 10 больших кубиков со стороной $a = 10 \text{ см}$. На строительство самого дома ушло дополнительно 6 больших, 20 средних (со стороной $a/2$) и 100 маленьких (со стороной $a/4$) кубиков. Определите давление, которое оказывает дом на пол в игровой комнате, в предположении, что нагрузка распределяется равномерно по основанию. Плотность дерева = 500 кг/м^3 . Ускорение свободного падения принять равным $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Возможное решение

Площадь основания дома $S = 10a^2 = 0,10 \text{ м}^2$. Масса большого кубика $m_1 = \rho a^3 = 500 \text{ г}$. Масса среднего кубика меньше в 8 раз и равна $m_2 = 62,5 \text{ г}$, масса маленького кубика $m_3 = 7,8125 \text{ г}$. Масса всего дома $m = 16m_1 + 20m_2 + 100m_3 = 10,03 \text{ кг}$. Давление на поверхность пола равно $p = mg / S = 1003 \text{ Па} \approx 1 \text{ кПа}$.

Критерии оценивания

1. Найдена площадь основания дома 2 балла;
2. Найдена масса или каждого кубика3 балла;
3. Правильно записана формула давления2 балла;
4. Численное значение давления3 балла.

Комментарии

Часто встречающаяся ошибка – неправильная работа с единицами физических величин (В СИ давление измеряется в Паскалях!).

Задача 5.

В цилиндрическую мензурку, частично заполненную маслом, на тонкой нити полностью погрузили слиток золота. Гидростатическое давление около дна мензурки увеличилось на 50%. Во сколько раз масса золота больше массы масла? Плотность масла 900 кг/м³, плотность золота 19,3 г/см³. Масло через край не выливалось. Ответ округлить до десятых. Атмосферное давление не учитывать.

Решение: Запишем гидростатическое давление на дно мензурки в двух случаях. Пока не опустили слиток золота, подвешенный на нити $p_1 = \rho_1 g h_1$, после (когда опустили слиток на нитке) $p_2 = \rho_1 g h_2$. По условию гидростатическое давление увеличилось на 50%, следовательно, $p_2 = 1,5 p_1$ (1). Отсюда $h_2 = 1,5 h_1$. Распишем $h_1 = V_1/S$, $h_2 = V_2/S$, где $V_2 = V_1 + V_{\text{слитка}}$. Подставим в уравнение (1) высоты h_1 и h_2 столбцов жидкости $1,5 V_1/S = (V_1 + V_{\text{слитка}})/S$.

$V_1 = 2 V_{\text{слитка}}$. Распишем объёмы как m_1/ρ_1 и m_2/ρ_2 соответственно.

Отсюда уравнение (2) : $M_{\text{слитка}}/M_{\text{масла}} = 0,5 * \rho_{\text{золота}}/\rho_{\text{масла}} = 10,72$

Ответ: 10,7

Критерии

1. Определены гидростатические давления p_1 и p_2 2 балла;
2. Записано уравнение (1) 2 балла;
3. Выражены h_1 и h_2 2 балла;
4. Получено уравнение (2) 3 балла;
5. Получен ответ 1 балл.

Примечания

Задача имеет только одно решение, имеющее различные способы оформления. Суть решения при этом не изменяется.

Комментарии

Часто встречающаяся ошибка – неправильная работа с единицами физических величин (плотность в кг/м³ и г/см³).

Не всем участником известно выражение гидростатического давления.

Задача 6. Шприц-измеритель

Без использования посторонних измерительных приборов (линеек, тетради в клеточку и т.п.) определите площадь прямоугольного треугольника, изображенного на белом листе бумаги. Подробно опишите методику измерений, последовательность действий. Приведите расчетные формулы и результаты измерений. Измерения повторите, по крайней мере, ещё один раз. Указание: известно, что внутренний диаметр шприца 2,0 см. Площадь круга, имеющего диаметр D , равна $S = 0,785 D^2$. Внимание!!! Разбирать шприц нельзя. Строго запрещено использовать свои линейки, угольники. . . . Оборудование. Шприц, лист бумаги с изображением прямоугольного треугольника

Возможное решение:

Зная диаметр, а значит и площадь внутреннего сечения шприца, можно определить расстояние между штрихами шкалы шприца как $h = 4V/\pi D^2$, где h — расстояние в сантиметрах между штрихами, которым соответствует разность объемов V в миллилитрах (D в сантиметрах). Затем, последовательно приложить шприц шкалой к каждому из катетов треугольника. Повторить измерения два-три раза. Результат усреднить и вычислить площадь треугольника.

Примерные критерии оценивания

1. Описание метода(корректность) 5 баллов;
2. Правильность и точность вычислений 4 балла;
3. Повторное проведение эксперимента (верное) ... 4 балла;
4. Ответ находится в рамках погрешности..... 2 балла.

Примечания

При получении по первому критерию 0 баллов за всю задачу выставляется 0 баллов.

Существует несколько методов решения; в зависимости от используемого метода конечный ответ мог существенно различаться (По приведённому примеру – $(15 \pm 3)\text{см}^2$, при использовании других методов – $(27,5 \pm 3,5)\text{см}^2$).

Баллы указаны за полное соответствие критерию (неполное выполнение задания – неполный балл).

Комментарии

Из того, что $1\text{мл} = 1\text{см}^3$ не следует, что 1 деление на шприце – 1 см.

В задании указано провести измерения БОЛЕЕ одного раза.

Часто встречается неполное, неточное, некорректное или непонятное описание метода, из-за чего были снижены баллы.

Частая ошибка – площадь прямоугольного треугольника равна ПОЛОВИНЕ произведения его катетов.

Члены жюри – призёры и победители различных этапов олимпиад по физике, математике и информатике.