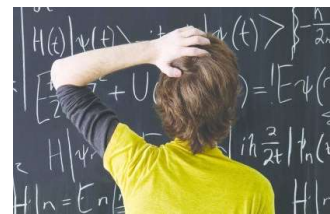


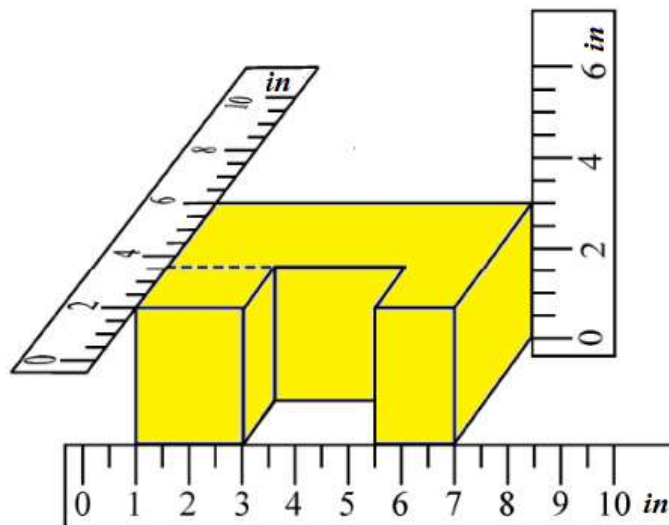
Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике

7 класс, 2024/2025 учебный год
Длительность 3 часа Максимум 40 баллов.



Задача № 1. Измерение детали

На занятиях по физическому эксперименту Диме было скучно измерять размеры детали одной линейкой, поэтому он использовал три разные, причем в дюймах (обозначение *in*, 1 дюйм $\approx 2,5$ см). На рисунке показано, как Дима прикладывал линейки к детали. Затем Дима поставил деталь на электронные весы и записал их показания – 900 г. Учитель сказал Диме, что весы неисправны, они завышают показания на 10%.



1) Определите объём (в см^3) и площадь поверхности (в см^2) детали.

2) Используя записанное значение массы и информацию от учителя, определите плотность материала, из которого изготовлена деталь.

Запишите ход ваших измерений и вычислений, объясните расчеты.

Возможное решение:

1) При решении задачи можно поступить по-разному. Можно все измерить только в дюймах и не переводить сразу измерения из дюймов в сантиметры. Участник может вычислить площадь в квадратных дюймах и объем в кубических дюймах, а затем перевести их в см^2 и см^3 , используя то, что $1 \text{ дюйм}^2 = (2,5 \text{ см})^2 = 6,25 \text{ см}^2$ и $1 \text{ дюйм}^3 = (2,5 \text{ см})^3 = 15,625 \text{ см}^3$. Также участник может сначала все размеры перевести в сантиметры, а затем считать объем детали и площадь ее поверхности уже в см^3 и см^2 соответственно.

Определим размеры детали по линейкам на рисунке.

По нижней линейке: $a = 7$ дюймов – 1 дюйм = 6 дюймов ≈ 15 см.

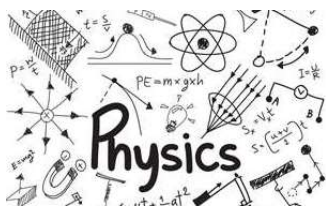
По левой линейке: $b = 6$ дюймов – 2 дюйма = 4 дюйма ≈ 10 см.

По правой линейке: $c = 3$ дюйма – 0 дюймов = 3 дюйма $\approx 7,5$ см.

Размеры выреза: снизу $a_1 = 5,5 - 3 = 2,5$ дюйма $\approx 6,25$ см;

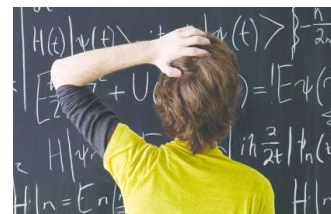
слева $b_1 = 3,5 - 2 = 1,5$ дюйма $\approx 3,75$ см;

справа $c_1 = c = 3$ дюйма $\approx 7,5$ см.



**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике**

7 класс, 2024/2025 учебный год
Длительность 3 часа Максимум 40 баллов.



(Снятие измерений в дюймах – **суммарно 2 балла за верные значения. Если часть значений получена неверно, ставится часть баллов за верные значения**).

Объем детали без выреза $V = V_0 - V_1 = (6 \cdot 4 \cdot 3) - (2,5 \cdot 1,5 \cdot 3) = 60,75 \text{ дюйма}^3 \approx 949,22 \text{ см}^3$.
(Суммарно **до 2 баллов – 1 балл** за формулу или ее использование + **0,5 балла** за результат в дюймах³ + **0,5 балла** за верное значение в см³).

Площадь поверхности верхней части $S_1 = 6 \cdot 4 - 2,5 \cdot 1,5 = 20,25 \text{ дюйма}^2$. **(1 балл)**

Площадь поверхности нижней части такая же. Площадь боковой поверхности можно найти через произведение периметра на высоту:

$S_2 = (4 + 6 + 4 + 1,5 + 1,5 + 2,5 + 1,5 + 2) \cdot 3 = 69 \text{ дюймов}^2$. **(1 балл)**

Тогда площадь всей поверхности $S = S_1 + S_1 + S_2 = 109,5 \text{ дюйма}^2 = 684,375 \text{ см}^2$. **(0,5 балла за верное значение в дюймах² + 0,5 балла за верное значение в см²)**

Участник мог находить площадь поверхности по другому алгоритму. В этом случае 3 балла за эту часть решения распределяется пропорционально выполненным шагам. Засчитывается получение верного ответа любым другим верным способом.

2) Показания весов 900 грамм, но весы завышают показания на 10%, поэтому истинное значение массы детали $m = 900 \cdot 0,9 = 810 \text{ грамм}$. **(1 балл)**

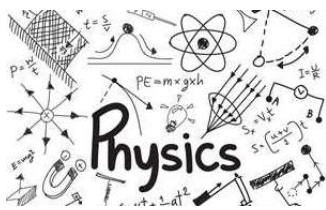
Тогда плотность детали:

$\rho = m/V = 810/949,22 \approx 0,85 \text{ г/см}^3$. **(2 балла, из них 1 балл за формулу, 1 балл за вычисления)**

Итого максимум 10 баллов за задачу.

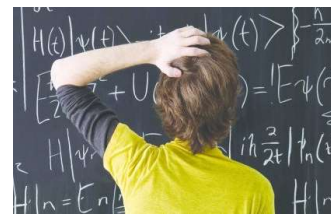
Задача № 2. Из жизни жуков.

Сосуд цилиндрической формы с площадью сечения $S=10 \text{ см}^2$ и высотой $h = 20 \text{ см}$ равномерно наполняется жидкостью плотностью $\rho = 0,8 \text{ г/см}^3$. Маленький жук-плавунец стартует с поверхности жидкости вертикально вниз со скоростью $2v$ ($v = 1,5 \text{ см/с}$) в тот момент, когда сосуд оказывается заполненным наполовину. Далее жук плавает вниз-вверх, мгновенно разворачиваясь у дна и у поверхности, пока сосуд не наполнится до краев. Известно, что вниз жук всегда двигался в два раза быстрее, чем вверх, а за время $t = 10 \text{ с}$ наполнения сосуда с $h/2$ до h жук успел дважды сплывать туда и обратно. Определите 1) с какой скоростью поднимается уровень воды в сосуде; 2) массовый расход воды; 3) среднюю путевую скорость жука за время t ; 4) какой стала бы средняя путевая скорость жука, если бы при первом всплытии он развернулся не мгновенно, а задержался на поверхности на $t/10$.



Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике

7 класс, 2024/2025 учебный год
Длительность 3 часа Максимум 40 баллов.



Указание: массовый расход – это масса жидкости, которая за единицу времени поступает из крана в сосуд.

Возможное решение:

1) Так как жидкость из сосуда выливается равномерно, то уровень воды в сосуде поднимается с постоянной скоростью

$$u = \frac{h}{2t} = \frac{20}{2 \cdot 10} = 1 \text{ см/с.}$$

(1 балл за формулу + 0,5 балла за численный ответ).

2) В момент начала движения жука сосуд был заполнен на $h/2$, через время t сосуд оказался заполнен целиком, т.е. до h . Значит за время t в сосуд налил $m = \rho V = \rho hS/2$ жидкости, поэтому массовый расход жидкости

$$\mu = \frac{m}{t} = \frac{\rho hS}{2t}.$$

Получим численное значение:

$$\mu = \frac{0,8 \cdot 20 \cdot 10}{2 \cdot 10} = 8 \text{ г/с.}$$

(0,5 балла за нахождение массы налитой жидкости + 1 балл за результирующую формулу массового расхода + 0,5 балла за численный ответ).

3) Если скорость движения жука вниз $2v$, то скорость движения жука вверх равна v .

Чтобы определить среднюю путевую скорость движения надо весь путь (обозначим его за S) разделить на все время t (0,5 балла за формулу средней скорости):

$$v_{\text{ср}} = \frac{S}{t}.$$

Т.к. жук дважды сплавал туда-обратно, значит он сначала вниз со скоростью $2v$ проплыл $h/2$, затем вверх со скоростью v некоторое расстояние x , потом со скоростью $2v$ расстояние x вниз, и наконец, расстояние h вверх со скоростью v .

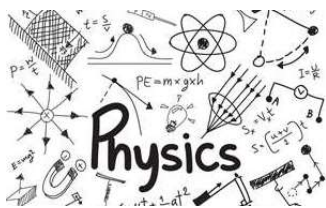
Тогда весь путь $S = h/2 + 2x + h$, а все время

$$t = \frac{h}{4v} + \frac{x}{v} + \frac{x}{2v} + \frac{h}{v} = \frac{5h}{4v} + \frac{3x}{2v} = \frac{5h + 6x}{4v}.$$

Из последнего выразим x и подставим его в выражение для всего пути:

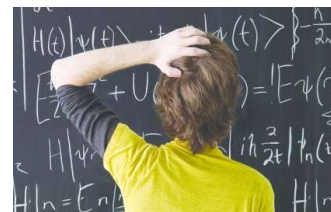
$$x = \frac{4vt - 5h}{6}, \Rightarrow S = \frac{3h}{2} + \frac{4vt - 5h}{3} = \frac{9h + 8vt - 10h}{6} = \frac{8vt - h}{6}.$$

Осталось найти среднюю скорость:



**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике**

7 класс, 2024/2025 учебный год
Длительность 3 часа Максимум 40 баллов.



$$v_{cp} = \frac{S}{t} = \frac{8vt - h}{6t} = \frac{8 \cdot 1,5 \cdot 10 - 20}{6 \cdot 10} \approx 1,67 \text{ см/с.}$$

(За получение верной формулы средней скорости ставится в совокупности **3 балла**, за численный ответ **1 балл**).

4) Если жук при первом всплытии задержался на поверхности на $t/10$, то время, в течение которого он плавал (т.е. двигался со скоростями v и $2v$) стало равно $t_1 = 9t/10$.

Тогда изменится расстояние x и получится:

$$x_1 = \frac{4vt_1 - 5h}{6}, \Rightarrow S_1 = \frac{8vt_1 - h}{6} = \frac{7,2vt - h}{6}.$$

Значит средняя скорость уменьшилась и стала равна:

$$v_{cp1} = \frac{S_1}{t} = \frac{7,2vt - h}{6t} = \frac{7,2 \cdot 1,5 \cdot 10 - 20}{6 \cdot 10} \approx 1,47 \text{ см/с.}$$

(**1 балл** за получение новой расчетной формулы + **1 балл** за численный ответ).

Указание 1. Участник может решать альтернативными способами. В таком случае баллы выставляются в зависимости от его продвижения к правильному ответу.

Указание 2. Участник может проводить промежуточные расчеты и подставлять в формулы численные ответы, не получая общих формул. Если логика решения понятна и исходные формулы присутствуют, то соответствующие этапы решения могут быть оценены максимальным баллом.

Итого максимум 10 баллов за задачу.

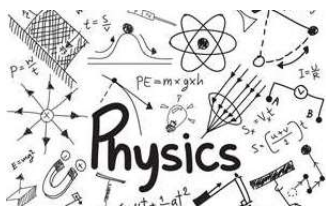
Задача № 3. Встречные поезда.

Коля возвращался от бабушки на поезде Челябинск-Уфа. Сидя у окна в своем поезде 013Е, едущем в этот момент со скоростью 72 км/ч, Коля видит встречный поезд 084Й в течение времени t (оно неизвестно). Если бы поезда двигались с теми же скоростями, но в одном направлении, то Коля наблюдал бы поезд 084Й в три раза дольше.

Вопрос № 1. Чему равна скорость поезда 084Й в момент встречи поездов?

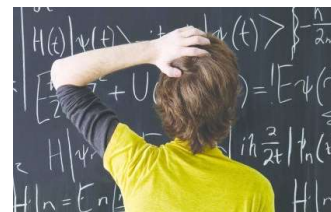
Вопрос № 2. Известно, что встречные поезда 013Е (поезд Коли) и 392У выехали из начальных пунктов Челябинск и Уфа одновременно навстречу друг другу. 013Е прибыл в Уфу через 4 часа после встречи поездов, а 392У прибыл в Челябинск через 9 часов после встречи. Определите, сколько часов был в пути Коля.

Возможное решение:



**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике**

7 класс, 2024/2025 учебный год
Длительность 3 часа Максимум 40 баллов.



1) Пусть длина поезда 084Й равна L , его скорость v_2 , а скорость поезда Коли v_1 . При встречном движении поездов Коля видит поезд 084Й в течение времени **(1 балл)**

$$t_1 = \frac{L}{v_1 + v_2},$$

а при движении поездов в одном направлении – за время **(1 балл)**

$$t_2 = \frac{L}{|v_1 - v_2|}.$$

Так как по условию $t_2 = 3t_1$, то $3|v_1 - v_2| = v_1 + v_2$.

Модуль возник из-за того, что в условии не задано, какая из скоростей больше.

Если скорость поезда 084Й больше, т.е. $v_2 > v_1$, то $3(v_2 - v_1) = v_2 + v_1$, отсюда $v_2 = 2 \cdot v_1 = 144$ км/ч. **(1 балл за получение соотношения + 0,5 балла за численный ответ).**

Если скорость поезда 084Й меньше, т.е. $v_2 < v_1$, то $3(v_1 - v_2) = v_2 + v_1$, отсюда $v_2 = v_1/2 = 36$ км/ч. **(1 балл за получение соотношения + 0,5 балла за численный ответ).**

2) Обозначим среднюю скорость поезда 013Е (поезд Коли) за u_1 , а среднюю скорость 392У за u_2 . Так как они выехали одновременно, то до места встречи двигались $\tau_{\text{вс}}$. После встречи поезд Коли двигался еще $\tau_1 = 4$ часа, а второй поезд $\tau_2 = 9$ часов.

Тогда $u_1 \tau_{\text{вс}} = u_2 \tau_2$, $u_2 \tau_{\text{вс}} = u_1 \tau_1$. **(2 балла за соотношения)**

Отсюда получим:

$$\frac{u_1}{u_2} = \frac{\tau_2}{\tau_{\text{вс}}} = \frac{\tau_{\text{вс}}}{\tau_1}, \Rightarrow \tau_{\text{вс}} = \sqrt{\tau_2 \tau_1} = 6 \text{ часов.}$$

(2 балла за нахождение времени движения до встречи)

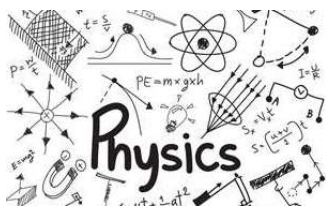
Таким образом, Коля был в пути $6 + 4 = 10$ часов. **(1 балл).**

Указание: участник может решать задачу альтернативными способами. В таком случае баллы выставляются в зависимости от его продвижения к правильному ответу.

Итого максимум 10 баллов за задачу.

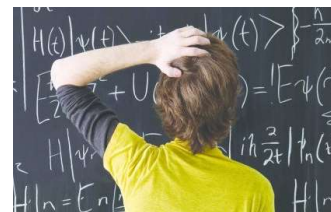
Задача № 4. Песочница (Псевдоэксперимент)

В детском саду решили сделать новую песочницу, для чего требовалось закупить много песка. Перед оплатой песка у поставщика комиссия решила проверить, насколько песок



**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике**

7 класс, 2024/2025 учебный год
Длительность 3 часа Максимум 40 баллов.

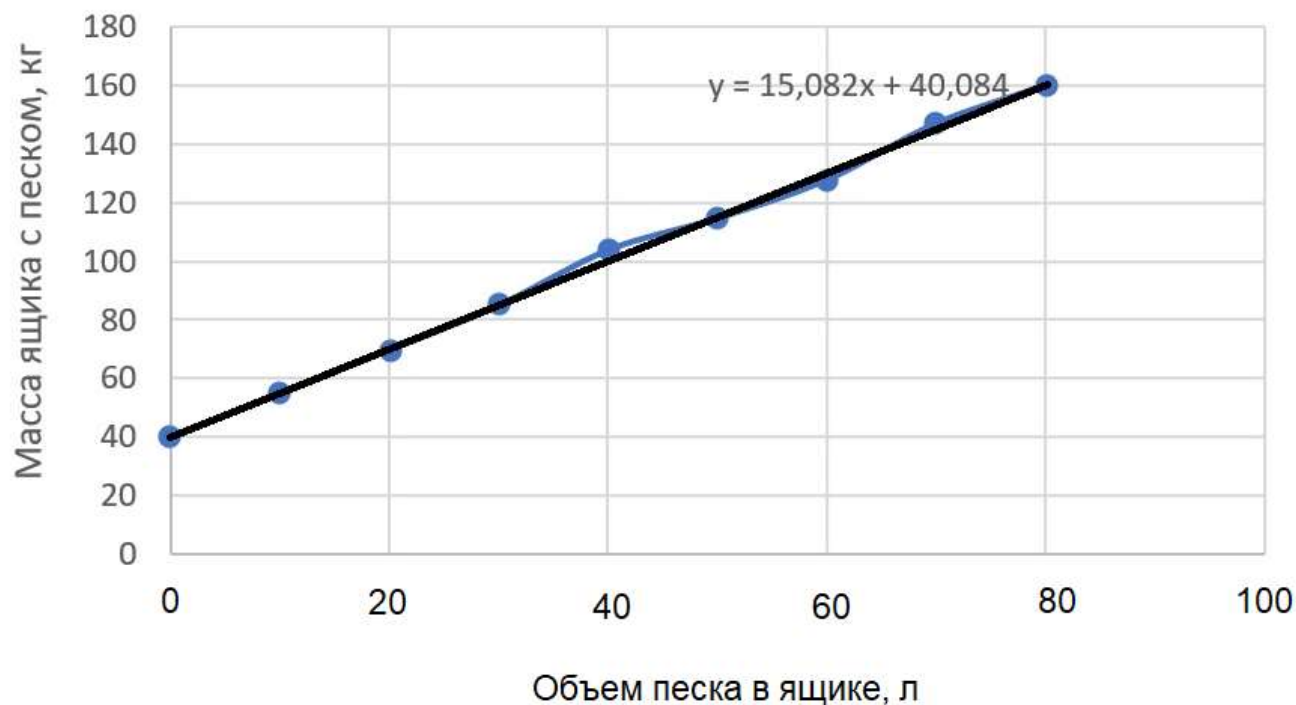


соответствует требованиям. Рабочий поставил ящик некоторой массы на весы и стал заполнять его песком, добавляя каждый раз по одному ведру песка. Объем ведра 10 литров. Ниже представлена таблица с данными о массе ящика с песком на весах и количестве ведер песка, насыпанных в него.

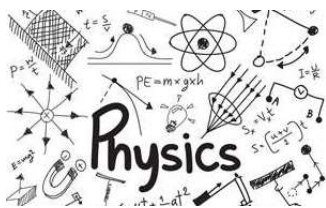
М, кг	54,8	69,7	85,0	103,9	114,8	127,9	147,3	160,3
N, ведер	1	2	3	4	5	6	7	8

- 1) Построить график зависимости массы ящика от объёма насыпанного песка.
- 2) Определите по графику массу пустого ящика.
- 3) С помощью графика найдите плотность песка.

Возможное решение:

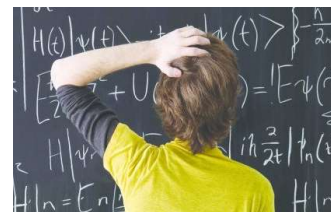


- 1) График оценивается в **4 балла**:
 - а) Адекватный масштаб (график занимает 70% площади; для построения графика использован весь лист миллиметровой бумаги А4 или его половина А5) – **1 балл**
 - б) Подписанные оси – **1 балл**
 - в) На всех осях нанесена шкала (оси оцифрованы) – **1 балл**
 - г) проведена оптимальная прямая (точки НЕ соединены ломаной) – **1 балл**



**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике**

7 класс, 2024/2025 учебный год
Длительность 3 часа Максимум 40 баллов.



2) Продлим построенную прямую до пересечения с вертикальной осью. В момент, соответствующий точке пересечения, в ящике не было песка, поэтому полученная масса – это масса пустого ящика и она равна 40 кг (см. график).

(2 балла, если получено значение 38-42 кг; если масса пустого ящика находится через данные таблицы и расчеты, то при попадании в указанные ворота ставится 1 балл)

3) Найдем угловой коэффициент графика, чтобы определить плотность песка **(2 балла)**. Возьмем на построенной прямой две точки, значения в которых удобны для нахождения углового коэффициента.

Это, например, точка (40, 0) и точка (160, 80). Тогда плотность песка:

$$\rho = \frac{160 - 40}{80 - 0} = 1,5 \text{ кг/л} = 1,5 \text{ г/см}^3.$$

(2 балла, если попадание в диапазон $1,4 \text{ г/см}^3 - 1,6 \text{ г/см}^3$ (узкие ворота); или 1 балл за попадание в широкие ворота от $1,2 \text{ г/см}^3 - 1,8 \text{ г/см}^3$).

Если плотность песка найдена не с помощью графика, а с помощью данных в таблице, то за этот этап ставится 1 балл в случае попадания в узкие ворота и 0,5 балла в случае попадания в широкие ворота.

Итого максимум 10 баллов за задачу.
