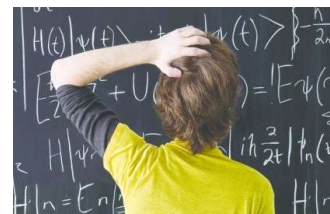


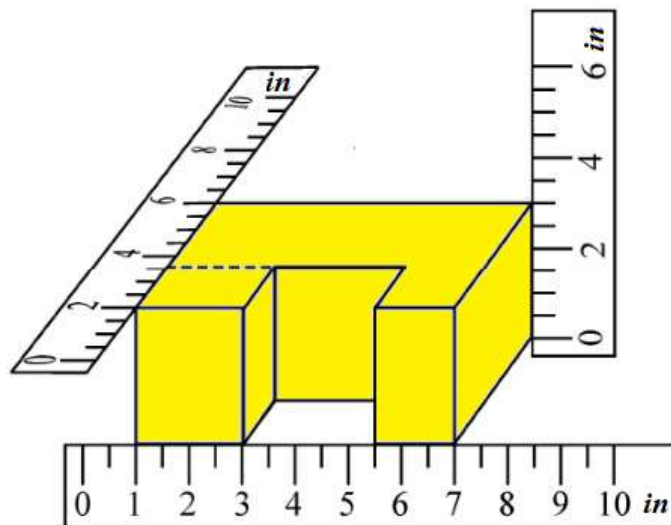
Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике

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.

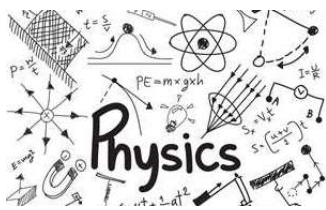
По левой линейке: $b = 6$ дюймов – 2 дюйма = 4 дюйма ≈ 10 см.

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;

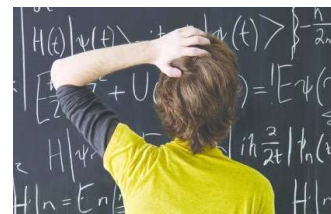
слева $b_1 = 3,5 - 2 = 1,5$ дюйма $\approx 3,75$ см;

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) Информацию о завышении показаний весов можно трактовать двояко. Поэтому стоит считать правильным два варианта: и что истинное значение массы детали $m = 900 \cdot 0,9 = 810 \text{ грамм}$, и что истинное значение массы детали $m = 900/1,1 \approx 818 \text{ грамм}$. **(1 балл)**

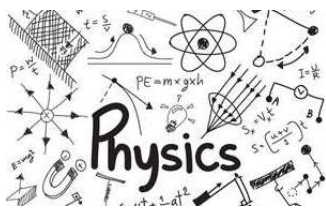
Тогда плотность детали:

$\rho = m/V = 810/949,22 \approx 0,85 \text{ г/см}^3$ либо $\rho = m/V = 818/949,22 \approx 0,86 \text{ г/см}^3$. **(2 балла, из них 1 балл за формулу, 1 балл за вычисления)**

Итого максимум 10 баллов за задачу.

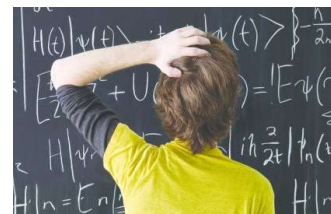
Задача № 2. Из жизни жуков.

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 ско-



**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике**

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



ростью поднимается уровень жидкости в сосуде; 2) массовый расход жидкости; 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 $t/10$.

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 $m = \rho V = \rho h S / 2$ жидкости, поэтому массовый расход жидкости

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

Получим численное значение:

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

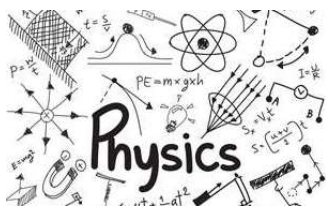
(0,5 балла за нахождение массы налитой жидкости + 1 балл за результирующую формулу массового расхода + 0,5 балла за численный ответ).

3) **Внимание! В условии задачи оказалась ошибка в численных данных! В связи с этим нужно оценивать два варианта решения.**

Вариант 1. Участник решает задачу в общем виде, не анализируя времена движения жука. Тогда решение выглядит так (и оценивается соответствующим образом).

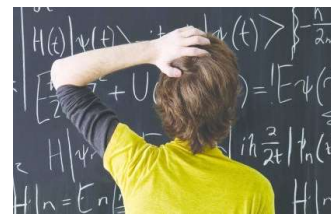
Если скорость движения жука вниз $2v$, то скорость движения жука вверх равна v . Чтобы определить среднюю путевую скорость движения надо весь путь (обозначим его за S) разделить на все время t (**0,5 балла за формулу средней скорости**):

$$v_{\text{ср}} = \frac{S}{t}.$$



**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике**

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



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:

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

(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:

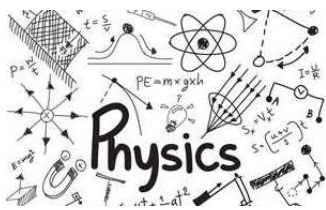
$$v_{\text{ср1}} = \frac{S_1}{t} = \frac{7,2vt - h}{6t} = \frac{7,2 \cdot 1,5 \cdot 10 - 20}{6 \cdot 10} \approx 1,47 \text{ см/с.}$$

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

Вариант 2. Участник просчитывает, что таким образом жук плыть не может, так как время подъема жука при указанных скоростях оказывается больше 10 с. При этом указать этот факт участник может на любом этапе решения третьей части задачи. Если участник посчитал времена и указал на невозможность такого плавания, то за всю вторую часть решения нужно поставить максимум баллов (**При этом формула для средней скорости у участника все равно должна быть (0,5 балла) + еще 6 баллов за размышления о невозможности такого плавания**).

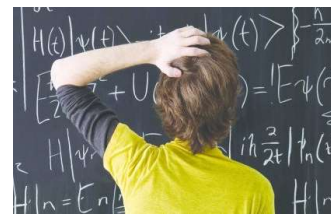
Указание 1. Участник может решать альтернативными способами. В таком случае баллы выставляются в зависимости от его продвижения к правильному ответу.

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.



**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике**

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



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:

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 $3|v_1 - v_2| = v_1 + v_2$.

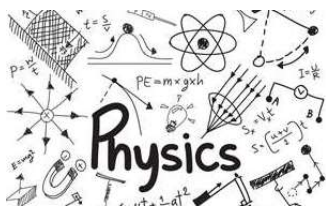
Модуль возник из-за того, что в условии не задано, какая из скоростей больше.

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).**

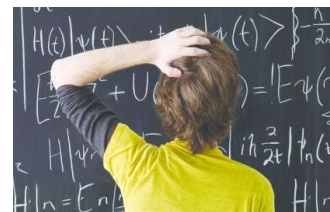
2) Обозначим среднюю скорость поезда 013Е (поезд Коли) за u_1 , а среднюю скорость 392У за u_2 . Так как они выехали одновременно, то до места встречи двигались $\tau_{\text{вс}}$. После встречи поезд Коли двигался еще $\tau_1 = 4$ часа, а второй поезд $\tau_2 = 9$ часов.

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



**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике**

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



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.

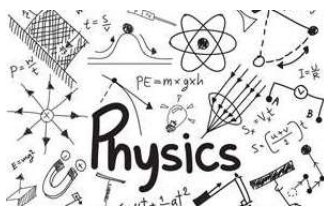
Задача № 4. Песочница (Псевдоэксперимент)

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

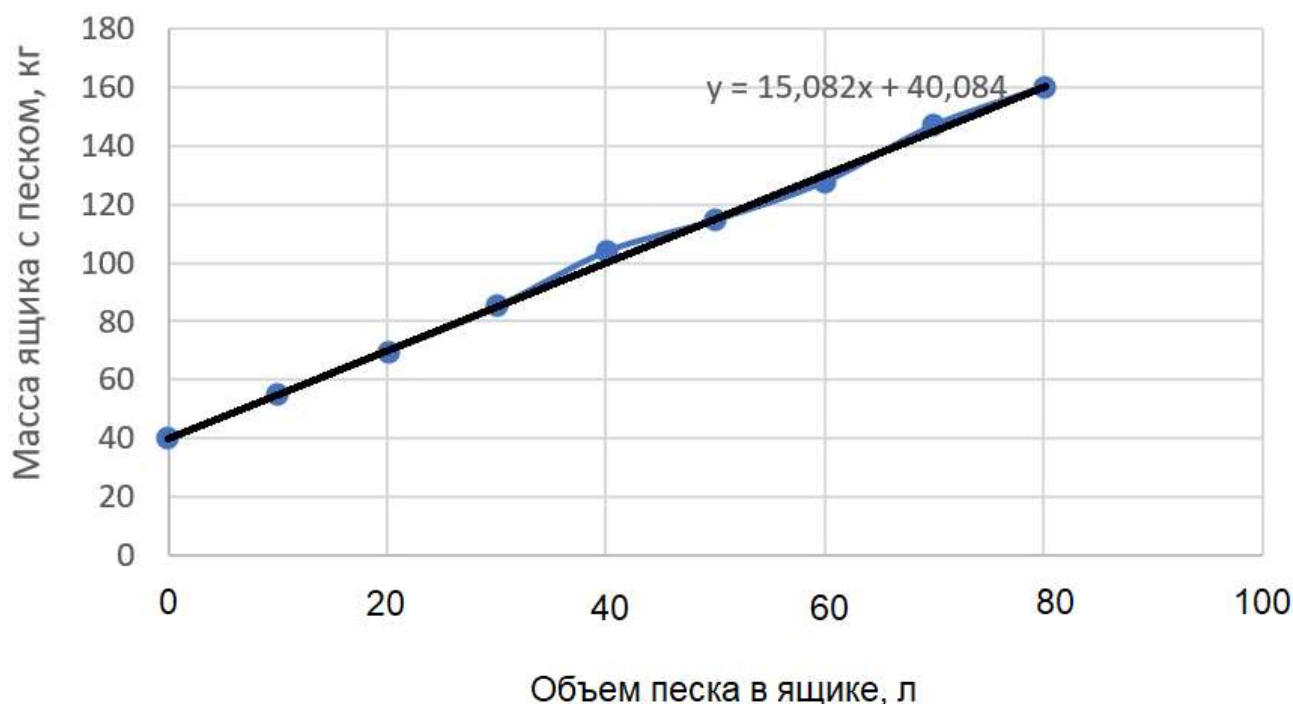
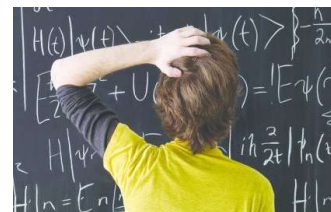
- 1) Построить график зависимости массы ящика от объёма насыпанного песка.
- 2) Определите по графику массу пустого ящика.
- 3) С помощью графика найдите плотность песка.

Возможное решение:



Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике

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



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**

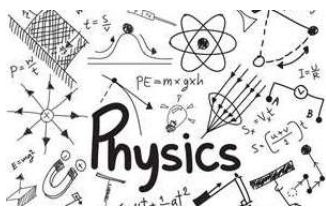
2) Продлим построенную прямую до пересечения с вертикальной осью. В момент, соответствующий точке пересечения, в ящике не было песка, поэтому полученная масса – это масса пустого ящика и она равна 40 кг (см. график).

(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.

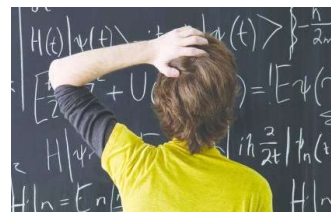
Это, например, точка (40, 0) и точка (160, 80). Тогда плотность песка:

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



**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по физике**

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



(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.
