

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

(МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП)

возрастная группа (8 класс)

ЗАДАНИЕ 1.

Линию, какой максимальной длины можно нарисовать текстовыделителем? Стержень текстовыделителя до рисования представлен на рисунке 1а. После изображения линий (рис. 1в), стержень стал выглядеть так, как показано на рисунке 1б. Краску, находящуюся в наконечнике считать не расходуемой, сторона клетки на рисунке 5 мм.

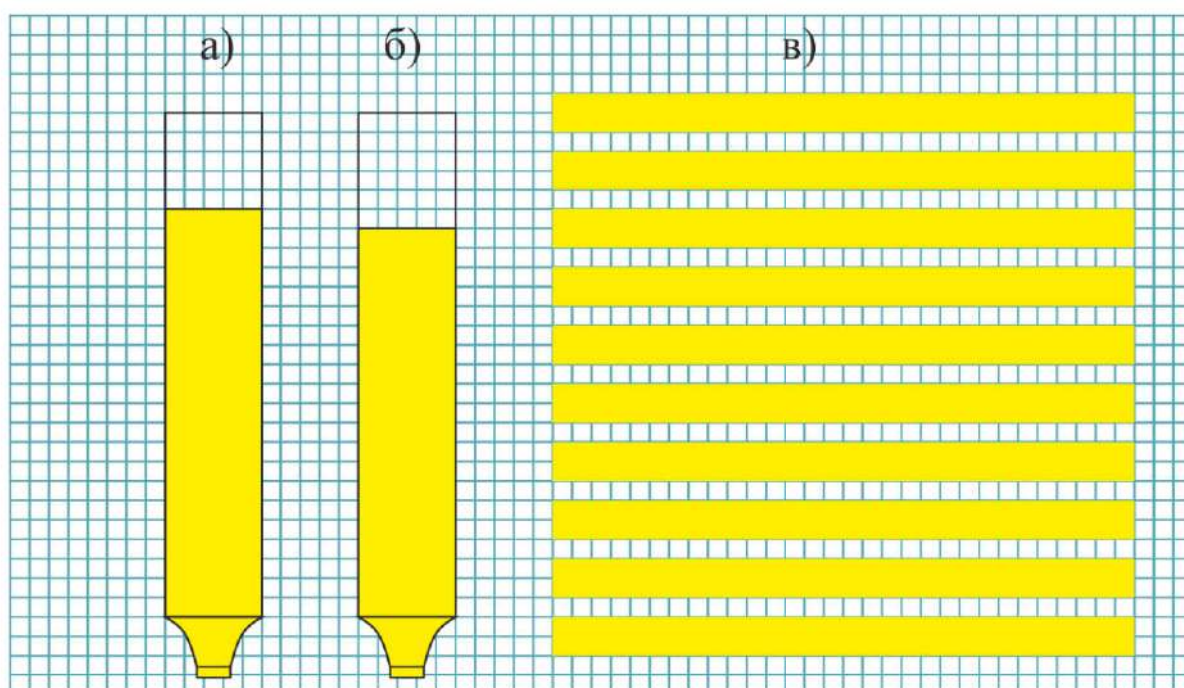


Рис. 1

Решение.

Первоначальная высота краски в маркере $h_0 = 5 \cdot 21 \text{ мм} = 105 \text{ мм}$, после рисования $n = 10$ линий длины $l = 5 \cdot 30 \text{ мм} = 150 \text{ мм}$, высота краски в маркере уменьшилась на $h_1 = 5 \text{ мм}$, т.е.

$$h_1 = knl, \quad h_0 = kL,$$

где k – коэффициент пропорциональности между расходуемым объемом маркера и длиной изображенной линии.

Тогда

$$L = \frac{h_0}{h_1} nl = \frac{105 \text{ мм}}{5 \text{ мм}} \cdot 10 \cdot 150 \text{ мм} = 31500 \text{ мм} = 31,5 \text{ м.}$$

Критерии оценивания

1.	Верно определена первоначальная высота краски в маркере	1 балл
2.	Верно определена высота краски в маркере после рисования линий	1 балл
3.	Верно определена суммарная длина изображенных линий	1 балл
4.	Получена формула для нахождения максимальной длины линии (или набор формул, приводящих к верному результату)	5 баллов
5.	Верно рассчитана максимальная длинна линии	2 балла
Всего		10 баллов

ЗАДАНИЕ 2.

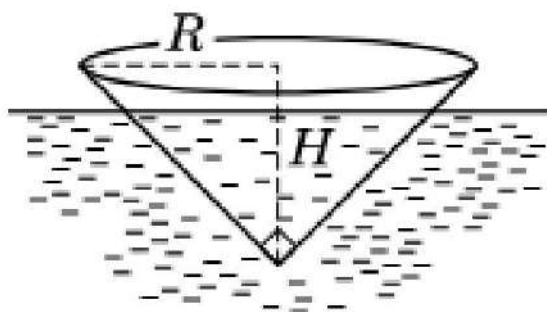


Рис. 2

Конусообразная льдина (рис. 2) с прямым углом вершины находится на плаву в водоёме. Требуется определить наименьший возможный радиус R её основания, при котором ребёнок весом $m=50$ кг способен спокойно находиться посередине ледяной поверхности, оставаясь сухим.

Табличные данные		
Плотность воды	Плотность льда	Объем конуса
1000 кг/м^3	900 кг/м^3	$V = \frac{1}{3} \pi R^2 H$

Решение.

Так как льдина является конусом с прямым углом при вершине, то $H=R$. Значит объем всей льдины равен:

$$V = \frac{1}{3}\pi R^3$$

Обозначим массу льдины как M , из условия плавания льдины:

$$F_A = Mg$$

$$\rho_0 V_{\text{п}} g = \rho V g$$

$$\frac{V_{\text{п}}}{V} = \frac{\rho}{\rho_0} = 0,9$$

Тогда над поверхностью воды находится объем льда

$$V_1 = 0,1V = \frac{0,1}{3}\pi R^3$$

Чтобы ребенок не намочил себя дополнительная сила тяжести должна компенсироваться силой Архимеда, действующей на V_1 :

$$mg = \rho_0 V_1 g$$

$$m = \frac{0,1}{3}\rho_0 \pi R^3$$

$$R = \sqrt[3]{\frac{3m}{0,1\rho_0\pi}} = \sqrt[3]{\frac{3 \times 50}{0,1 \times 1000 \times 3,14}} = 78 \text{ см}$$

Критерии оценивания

1.	Использовано равенство высоты и радиуса основания	2 балла
2.	Отношение $\frac{V_{\text{п}}}{V}$	2 балла
3.	Объем надводной части V_1	1 балл
4.	Связь mg и силы Архимеда, действующей на V_1	3 балла
5.	Выражение для R	1 балл
6.	Численно верный ответ	1 балл
<i>Всего</i>		<i>10 баллов</i>

ЗАДАНИЕ 3.

В сосуде находится смесь массой 300 грамм из льда и воды. При постоянной мощности теплообмена в смеси и с окружающей средой через 58 минут температура смеси стала равной $1,8^{\circ}\text{C}$, а через 1 час 10 минут $9,0^{\circ}\text{C}$. Какой была масса льда в начальный момент времени? Через какое время весь лед растаял? Удельная теплота плавления льда $\lambda = 330 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$, удельная теплоемкость воды $c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}}$.

Решение.

1) плавление льда $Q_1 = m_{\text{л}}\lambda = P\tau_1$,

2) нагревание смеси с $t_1 = 1,8^{\circ}\text{C}$ до $t_2 = 9,0^{\circ}\text{C}$ за 12 мин

$$Q_2 = cm(t_2 - t_1) = P\tau_2, \text{ откуда } P = \frac{cm(t_2 - t_1)}{\tau_2},$$

где m – масса смеси.

Лед плавится при температуре 0°C , найдем, сколько времени потребуется для нагревания от $t_3 = 0^{\circ}\text{C}$ до $t_1 = 1,8^{\circ}\text{C}$

$$Q_3 = cm(t_1 - t_3) = P\tau_3,$$

$$\text{откуда } \tau_3 = \frac{cm(t_1 - t_3)}{P} = \tau_2 \frac{(t_1 - t_3)}{(t_2 - t_1)} = 12 \text{ мин} \cdot \frac{1,8^{\circ}\text{C}}{7,2^{\circ}\text{C}} = 3 \text{ мин}.$$

Так как мощность теплообмена постоянна, можно было догадаться, что если на нагревание на $7,2^{\circ}\text{C}$ требуется 12 минут, то на нагрев до температуры в четыре раза меньше – 3 минуты.

Таким образом, весь лед растаял через $\tau_1 = 55$ мин.

Тогда масса льда

$$m_{\text{л}} = \frac{P\tau_1}{\lambda} = \frac{cm(t_2 - t_1)}{\lambda} \frac{\tau_1}{\tau_2},$$
$$m_{\text{л}} = \frac{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}} \cdot 0,3 \text{ кг} \cdot 7,2^{\circ}\text{C}}{330 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}} \cdot \frac{55 \text{ мин}}{12 \text{ мин}} = 0,126 \text{ кг} = 126 \text{ г}.$$

Критерии оценивания

1.	Найдена связь количества теплоты, необходимого для плавления льда с мощностью	2 балла
2.	Найдена связь количества теплоты, необходимого для нагревания смеси, с мощностью	2 балла
3.	Определен момент времени, к которому весь лед растаял $\tau_1 = 55$ мин	3 балла
4.	Определена масса льда в начальный момент времени 126 г	3 балла
Всего		10 баллов

ЗАДАНИЕ 4.

Оборудование: линейка, Приложение 1.

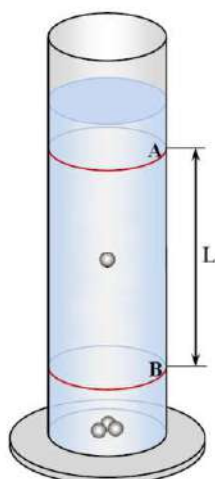


Рис. 4

Металлические шарики разной плотности, но одного объема $V = 34 \text{ мм}^3$ поочередно сбрасывают в цилиндрический сосуд, заполненный касторовым маслом (рис. 4). От кольца A до кольца B шарики движутся с постоянной скоростью. Расстояние между кольцами $L = 30 \text{ см}$. Экспериментатор измеряет с помощью секундомера время движения шариков между этими кольцами: в момент прохождения шариком кольца A секундомер включается, в момент прохождения им же кольца B секундомер останавливается.

Результаты всех измерений экспериментатор записывает в таблицу 1.

Таблица 1

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\rho_{\text{ш}}, \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$	7,33	7,60	7,70	7,98	8,10	8,35	8,48	8,74	8,86	9,12
$t, \text{с}$	6,21	6,02	5,84	5,67	5,52	5,37	5,22	5,09	4,96	4,84

Задание.

1. Дополните таблицу недостающими данными из условия.

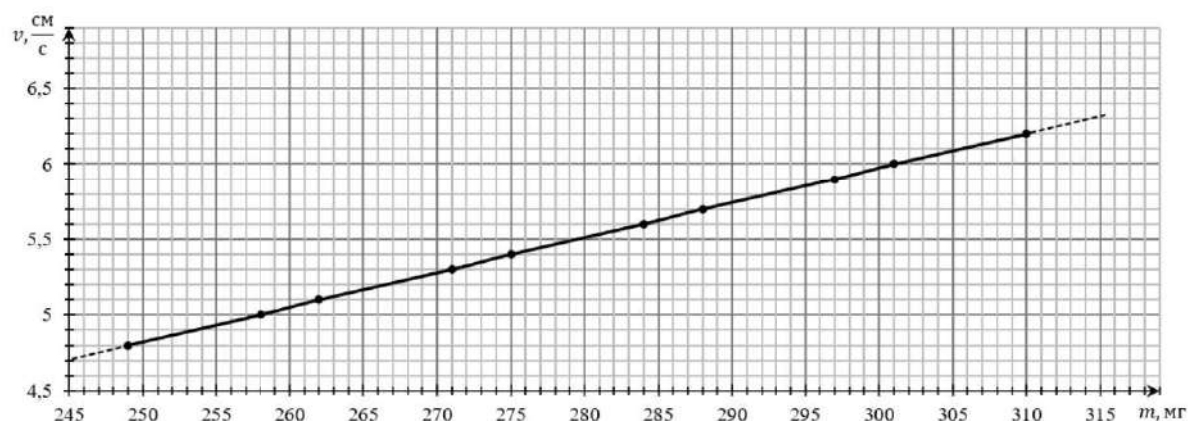
2. Постройте график зависимости v от m (миллиметровая бумага для графика – Приложение 1 сдается вместе с работой).
3. Определите, с какой скоростью будет двигаться в этом сосуде шарик того же объема, изготовленный из чугуна с плотностью $7,2 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.
4. Найдите плотность материала, из которого был изготовлен, двигавшийся в этом сосуде со скоростью $6,3 \frac{\text{см}}{\text{с}}$.

Решение.

1. Занесем в таблицу остальные необходимые данные (выделено жирным).

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\rho_{\text{ш}}, \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$	7,33	7,60	7,70	7,98	8,10	8,35	8,48	8,74	8,86	9,12
$t, \text{с}$	6,21	6,02	5,84	5,67	5,52	5,37	5,22	5,09	4,96	4,84
$m, \text{мг}$	249	258	262	271	275	284	288	297	301	310
$v, \frac{\text{см}}{\text{с}}$	4,8	5,0	5,1	5,3	5,4	5,6	5,7	5,9	6,0	6,2

2. Построим график зависимости v от m .



3. Учитывая, что $1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ равен $1 \frac{\text{мг}}{\text{мм}^3}$, рассчитаем массу чугунного шарика:
 $m = 7,2 \frac{\text{мг}}{\text{мм}^3} \cdot 34 \text{ мм}^3 \approx 245 \text{ мг}$. Продлив график влево, определим скорость движения этого шарика: $v(245 \text{ мг}) = 4,7 \frac{\text{см}}{\text{с}}$.

4. Продлим график вправо и определим, что значению скорости в $6,3 \frac{\text{см}}{\text{с}}$, соответствует значение массы $m = 314$ мг. Так как все шарики имеют одинаковый объем, то плотность материала шарика с такой массой: $\rho = \frac{314 \text{ мг}}{34 \text{ мм}^3} \approx 9 \frac{\text{мг}}{\text{мм}^3}$ или $9 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.

Критерии оценивания

1.	Верно определены массы всех шариков и значения их скоростей	2 балла
2.	Верно построен график зависимости v от m : 2.1. Оси подписаны и отложены единицы измерения по осям (0,5 балла); 2.2. Выбран рациональный масштаб по осям (0,5 балла); 2.3. Нанесены шкалы на оси (0,5 балла); 2.4. Точки, нанесенные на график, соответствуют табличным значениям (0,5 балла); 2.5. Проведена прямая $v(m)$ (1 балл).	3 балла
3.	Верно определена скорость, с которой будет двигаться в сосуде шарик объемом 34 мм^3 , изготовленный из чугуна с плотностью $7,2 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.	2 балла
4.	Верно определена плотность материала, из которого был изготовлен шарик двигавшийся в сосуде со скоростью $6,3 \frac{\text{см}}{\text{с}}$.	3 балла
<i>Всего</i>		<i>10 баллов</i>