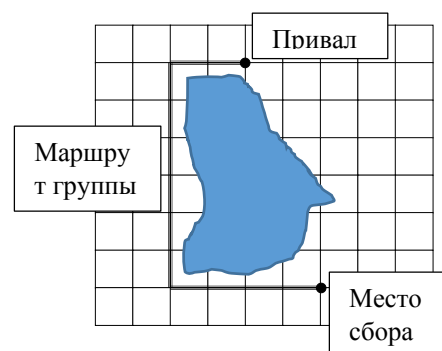


Открытая физико-математическая олимпиада. Физика. 7 класс. Решение.

1. Группа школьников пошла в поход по берегу озера по маршруту, показанному на рисунке. Петя Васечкин опоздал на целый час, и решил догнать группу, двигаясь по короткому пути. Школьники двигаются по маршруту со скоростью 4 км/ч, Петя, - со скоростью 5 км/ч. Группа вышла в 9 часов утра и будет идти три часа по маршруту. Нарисуйте маршрут Пети, идя по которому, он, одновременно с группой, окажется на месте привала.



Решение:

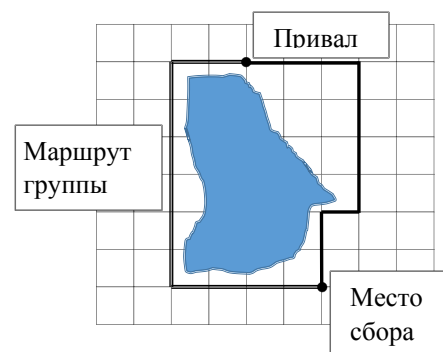
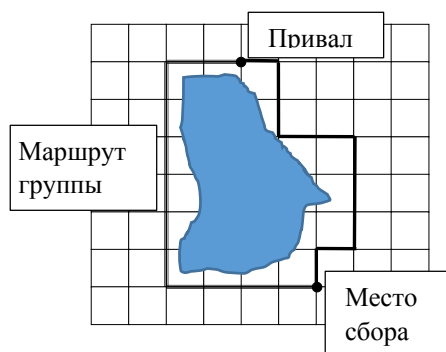
Найдем, какой путь пройдут школьники до привала:  $L_1 = v_1 t_1 = 4 \text{ км/ч} \cdot 3 \text{ ч} = 12 \text{ км}$

Определим масштаб рисунка: 12 км пути соответствует длина 12 клеточек, - длина одной клеточки соответствует 1 км.

Рассчитаем, какой путь должен пройти Петя, чтобы одновременно со школьниками прийти к месту привала:  $L_2 = v_2 t_2 = 5 \text{ км/ч} \cdot 2 \text{ ч} = 10 \text{ км}$

С учетом масштаба рисунка, ему предстоит пройти 10 клеточек.

Траекторий, соответствующих этому условию, великое множество! Нарисуем парочку:



Замечания:

При проверке встречались работы, в которых участники верно нарисовали маршрут Пети, но не привели решения, или привели неполное, «урезанное» решение. В этом случае ставилось 3-4 балла. Некоторые учащиеся, приведя полное решение, не смогли верно изобразить траекторию движения школьника: либо длина не соответствует, либо Петя идет по озеру... За такие решения тоже можно было получить 3-4 балла. При небольших огрехах в решении ставилось 5-6 баллов.

Хотя верных маршрутов много, достаточно было привести один. Только один участник олимпиады указал, что маршрутов может быть несколько, и на рисунке изобразил два.

2. Для проведения лабораторной работы по измерению плотности учитель с одной стороны (только там, где шкала) покрыл деревянную линейку слоем лака. Длина линейки 20 см, ширина – 2,5 см, толщина – 2 мм. Плотность древесины, из которой она изготовлена, равна 0,4 г/см<sup>3</sup>. Толщина покрытия составила 1 мм, плотность лака равна 1,0 г/см<sup>3</sup>. Какое значение плотности линейки получат школьники? На сколько сантиметров погрузится эта линейка, если ее вертикально поместить в достаточно глубокий сосуд с водой? Плотность воды 1 г/см<sup>3</sup>.



Решение:

Школьники получают плотность этой линейки, вычислив отношение ее массы к ее

объему:  $\rho = \frac{m}{V}$

Масса линейки равна сумме масс деревянной основы и лака:  $m = m_1 + m_2$

То же самое – с объемами:  $V = V_1 + V_2$

Найдем объемы:

$$V_1 = 20 \text{ см} \cdot 2,5 \text{ см} \cdot 0,2 \text{ см} = 10 \text{ см}^3$$

$$V_2 = 20 \text{ см} \cdot 2,5 \text{ см} \cdot 0,1 \text{ см} = 5 \text{ см}^3$$

Общий объем  $V = 10 \text{ см}^3 + 5 \text{ см}^3 = 15 \text{ см}^3$

Используя формулу плотности, рассчитаем массы:

$$m_1 = \rho_1 V_1 = 0,4 \text{ г/см}^3 \cdot 10 \text{ см}^3 = 4 \text{ г}$$

$$m_2 = \rho_2 V_2 = 1,0 \text{ г/см}^3 \cdot 5 \text{ см}^3 = 5 \text{ г}$$

Общая масса  $m = 4 \text{ г} + 5 \text{ г} = 9 \text{ г}$

Плотность линейки, покрытой лаком:  $\rho = \frac{9 \text{ г}}{15 \text{ см}^3} = 0,6 \text{ г/см}^3$

Если тело плавает, то сила Архимеда уравновешена силой тяжести:  $F_A = F_{\text{тяж}}$

Подставив сюда выражение для сил, получим:  $\rho_{\text{ж}} g V_{\text{погр}} = mg$

Выразив массу тела через его плотность и объем, сократив на  $g$ , получим:

$$\rho_{\text{ж}} V_{\text{погр}} = \rho_m V$$

Объем прямоугольного параллелепипеда равен площади основания на высоту.

$$\rho_{\text{ж}} S h_{\text{погр}} = \rho_m S h$$

Отсюда найдем ответ:  $h_{\text{погр}} = \frac{\rho_m}{\rho_{\text{ж}}} \cdot h = \frac{0,6 \text{ г/см}^3}{1,0 \text{ г/см}^3} \cdot 20 \text{ см} = 12 \text{ см}$

Открытая физико-математическая олимпиада. Физика. 7 класс. Решение.

Ответ:  $\rho = 0,6 \text{ г/см}^3$ ;  $h_{\text{погр}} = 12 \text{ см}$

Замечания:

За полное правильное решение первой части задачи (нахождение плотности линейки, покрытой лаком) давалось 5 баллов, за вторую часть (нахождение длины погруженной части) – 2 балла. При этом, за нахождение объема деревянной основы – 1 балл, объема лакового покрытия – 1 балл, массы деревянной основы – 1 балл, лакового покрытия – 1 балл, нахождение плотности – 1 балл.

Некоторые участники «покрывали» линейку лаком с трех-пяти сторон. Это не соответствует условию задачи. Максимальная оценка в этом случае – 2 балла, - за нахождение объема и массы деревянной основы.

Многие участники олимпиады ошибались, переходя от одних единиц измерения к другим, делая арифметические вычисления. В зависимости от «тяжести» ошибки, полноты решения, в этом случае ставилось от 2 до 4 баллов из 5 за этот этап.

Большинство участников не приступало к решению второй части этой задачи.

3. Воздушный шарик, наполненный гелием, весенним днем выпустили из рук, и он начал подниматься. На какую высоту поднимется шарик? Суммарная масса оболочки шарика и гелия равна 3,6 г, его объем  $3000 \text{ см}^3$ . Плотность воздуха у поверхности земли при температуре  $10^\circ\text{C}$  равна  $1,25 \text{ кг/м}^3$  и уменьшается на  $0,01 \text{ кг/м}^3$  при подъеме на каждые 70 м. Объем шарика при подъеме не изменяется.



Решение:

Тела могут плавать не только в жидкости, но и в газе, - это известно.

Тело плавает в толще жидкости (или газа), если его плотность равна плотности этой жидкости (или газа).

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{3,6 \text{ г}}{3000 \text{ см}^3} = 0,0012 \text{ г/см}^3 = 1,2 \text{ кг/м}^3$$

Найдем плотность шарика:

Рассчитаем, насколько отличается плотность у поверхности земли и на максимальной высоте подъема шарика:  $\Delta\rho = \rho_0 - \rho = 1,25 \text{ кг/м}^3 - 1,20 \text{ кг/м}^3 = 0,05 \text{ кг/м}^3$

По условию, на каждые 70 метров подъёма, плотность воздуха уменьшается на  $\Delta\rho_0 = 0,01 \text{ кг/м}^3$

$$H = h \cdot \frac{\Delta\rho}{\Delta\rho_0} = 70 \text{ м} \cdot \frac{0,05 \text{ кг/м}^3}{0,01 \text{ кг/м}^3} = 350 \text{ м}$$

Найдем высоту:

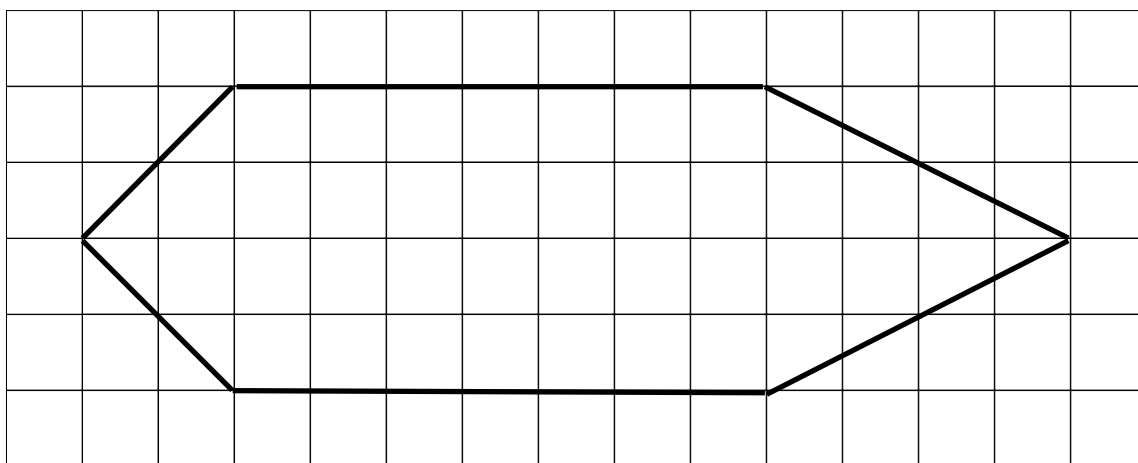
Ответ:  $H = 350 \text{ м}$

Открытая физико-математическая олимпиада. Физика. 7 класс. Решение.

Замечания:

Встречалось другое решение этой задачи: указав, что шарик перестанет подниматься, когда сила Архимеда сравняется с силой тяжести, участник находил изменение силы Архимеда при подъеме на эту высоту, а также изменение силы Архимеда при подъеме на 70 метров, рассчитав затем высоту подъема. Это верное решение, и оно оценивалось полным количеством баллов.

4. Когда все пассажиры зашли на судно, его осадка увеличилась на 6 см. Определите, сколько их было, если средняя масса одного человека 80 кг, а вид судна в разрезе на уровне воды представлен на рисунке. Длина стороны одной клетки равна 1 метру. Плотность воды 1000 кг/м<sup>3</sup>.



Судно плавает, поэтому сила Архимеда уравнивает силу тяжести.

Когда пассажиры зашли на судно, сила тяжести увеличилась, увеличилась и сила Архимеда, вместе с тем они по-прежнему равны!

Значит, сила тяжести, действующая на пассажиров, равна изменению силы Архимеда:  
 $Nmg = \rho g(\Delta V)$ .

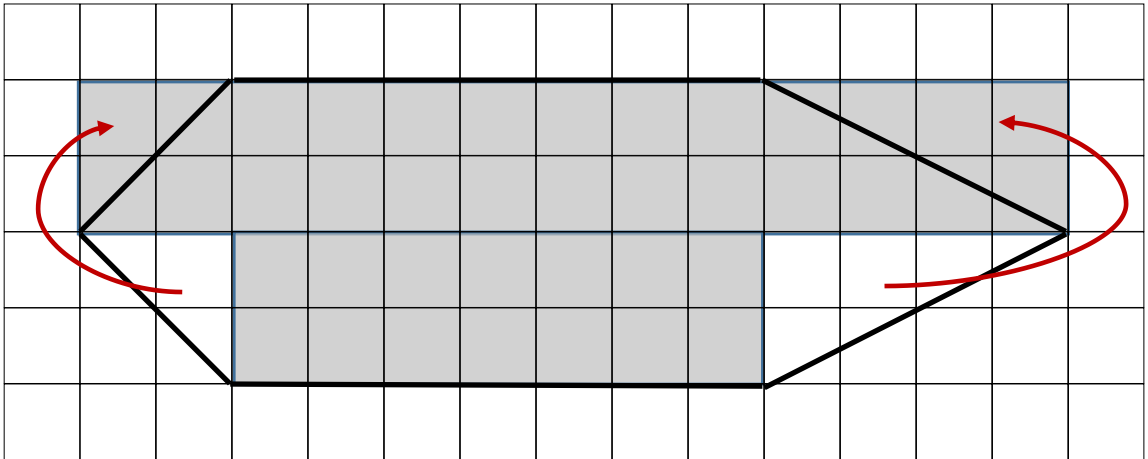
Здесь  $\Delta V$  - увеличение погруженной части судна. Сократив на  $g$ , выразим число

$$N = \frac{\rho(\Delta V)}{m}$$

пассажиров:

Найти  $\Delta V$  легко: можно, не изменяя объема, «превратить» эту часть судна в два прямоугольных параллелепипеда, а объем этой фигуры находить умеет каждый!

Открытая физико-математическая олимпиада. Физика. 7 класс. Решение.



$$\Delta V = Sh = (13 \cdot 2 + 7 \cdot 2) \text{ м}^2 \cdot 0,06 \text{ м} = 2,4 \text{ м}^3 \text{ И вот он, ответ:}$$

$$N = \frac{1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 2,4 \text{ м}^3}{80 \text{ кг}} = 30$$

Ответ:  $N = 30$  человек.

Замечания:

За нахождение площади сечения корабля давалось 2 балла. Допускался любой вариант, лишь бы он был верным и обоснованным.