

Ключи ответов

Решение каждой задачи оценивается целым числом баллов от 0 до 10.
В исключительных случаях допускаются оценки, кратные 0,5 балла.

Проверка работ осуществляется Жюри олимпиады согласно стандартной методике оценивания решений:

Баллы	Правильность (ошибочность) решения
10	Полное верное решение
8-9	Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение
6-7	Решение в целом верное, однако, содержит существенные ошибки (не физические, а математические)
4-5	Найдено решение одного из двух возможных случаев
2-3	Есть понимание физики явления, но не найдено одно из необходимых для решения уравнений, в результате полученная система уравнений не полна и невозможно найти решение
0-1	Есть отдельные уравнения, относящиеся к сути задачи при отсутствии решения (или при ошибочном решении)
0	Решение неверное, или отсутствует

1. Осадкомер.

Осадкомер это прибор, с помощью которого измеряют плотность осадков. Он представляет собой цилиндрический сосуд с площадью дна 250 см^2 и высотой 55 см . Во время измерений снежинки падали вертикально вниз со скоростью $0,3 \text{ м/с}$. За пять часов уровень снега в осадкомере достигла 12 см , а плотность снега в сосуде составила $0,18 \text{ г/см}^3$. Определите, чему равна плотность снега в воздухе во время снегопада?

Решение

Масса снега в сосуде $m = \rho_0 Sh = 0,18 \cdot 250 \cdot 55 = 2475 \text{ г}$

Найдем, какой объем занимает снег этой массы в воздухе строго над пробиркой. Так как снег падал вертикально вниз, с постоянной скоростью, то

$$V = SH = Svt = 250 \text{ см}^2 \cdot 30 \text{ см/с} \cdot 5 \cdot 3600 \text{ с} = 135000000 \text{ см}^3$$

Плотность снега в воздухе $\rho = m/V = 18,3 \cdot 10^{-6} \text{ г/см}^3 = 0,0183 \text{ кг/м}^3$

Ответ: плотность снега в воздухе равна $0,0183 \text{ кг/м}^3$

2. Незадачливый рыбак.

Рыбак на лодке с мотором, двигаясь вверх против течения реки, обронил весло. Пропажу он обнаружил через 5 минут, проплыв 1200 м . Развернул лодку и поплыл обратно. Когда он догнал весло, то заметил, что оно было снесено течением вниз на 600 м . Считая, что скорость течения реки и собственная скорость лодки были постоянны, определите:

1. Через какое время t_0 , после обнаружения пропажи весла, рыбак подплыл к нему?
2. Какова скорость течения реки?

3. Какова собственная скорость лодки в воде?

Решение:

1. Рассмотрим движение лодки относительно воды в реке. Так как весло относительно воды в реке неподвижно, то лодка удалялась от весла и приближалась к веслу одно и тоже время. Следовательно, рыбак достал весло из воды через $t_0 = 5$ минут после обнаружения пропажи.
2. Весло находилось в воде $5+5=10$ минут = 600с.
Скорость течения реки $v_p = 600\text{м}/600\text{с}=1$ м/с.
3. Вверх против течения реки рыбак плыл со скоростью
 $v_1 = 1200\text{м}/300\text{с} = 4$ м/с. Отсюда найдем собственную скорость лодки в воде $v = v_p + v_0 = 4+1=5\text{м/с}$

Ответ: 5 мин, 1м/с, 5 м/с.

3. Шарик

Шарик накачали гелием. Масса газа составляет 15% от массы всего шарика. Через день, когда часть гелия просочилась через стенки шарика, его объем уменьшился в 2 раза, а масса гелия стала составлять 5% от массы всего шарика. Определите, во сколько раз изменилась средняя плотность воздушного шарика.

Решение:

Масса шарика складывается из массы оболочки m и массы гелия m_1 – в первом случае и m_2 - во втором случае.

$$m_1 = 0.15(m_1+m) \quad m_2 = 0.05(m_2+m)$$

выразим массы m_1 и m_2 через массу m : $m_1=3m/17 \quad m_2 = m/19$

Отношение плотностей $\rho_2/\rho_1 = (m_2+m) V_1 / (m_1+m) V_2$; $\rho_2/\rho_1 = 34/19$.

Ответ: увеличилась приблизительно в 1,8 раза.

4. Мензурка

В мензурку налили некоторое количество воды и измерили её объем: $420 \text{ мл} \pm 20 \text{ мл}$. Затем, взяв линейку, измерили высоту слоя воды в мензурке: $12,4 \text{ см} \pm 1 \text{ мм}$.

А) Найдите площадь дна мензурки

Б) Подсчитайте, до какой высоты опустится уровень воды в мензурке, если в нее влить $300 \text{ мл} \pm 20 \text{ мл}$ воды.

Решение:

$$V_B = 420 \text{ мл} \pm 20 \text{ мл} = (420 \pm 20) \text{ см}^3$$

$$h = 12,4 \text{ см} \pm 1 \text{ мм} = (12,4 \pm 0,1) \text{ см}$$

$$V=S \cdot h$$

$$\text{А) } S = V : h.$$

Вычислим наименьшее значение площади:

$$S_{\min} = \frac{V_{\min}}{h_{\max}} = \frac{420-20}{12.4+0.1} = \frac{400}{12.5} = 32\text{см}^2$$

Вычислим наибольшее значение площади:

$$S_{\max} = \frac{V_{\max}}{h_{\min}} = \frac{420+20}{12.4-0.1} = \frac{440}{12.3} = 35.77\text{см}^2 = 36 \text{ см}^2$$

Площадь дна мензурки находится в пределах от 32 до 36 см², значит
 $S = 34 \pm 2$ см².

Б) $h = V:S$

Вычислим наименьшее значение высоты:

$$h_{\min} = \frac{V_{\min}}{S_{\max}} = \frac{300-20}{36} = \frac{280}{36} = 7,8 \text{ см}$$

Вычислим наибольшее значение высоты:

$$h_{\max} = \frac{V_{\max}}{S_{\min}} = \frac{300+20}{32} = \frac{320}{32} = 10,0 \text{ см}$$

$$h = (8,9 \pm 1,1) \text{ см}$$