

Решения
8 класс

1. Замороженный лед содержал в себе достаточно большое количество пузырьков воздуха, т.е. был пористым. Его накололи мелкими кусками и заполнили ими цилиндрический сосуд объемом $V_1 = 2$ литра. Затем куски пористого льда, придерживая так, чтобы они не всплывали, залили полностью водой, для чего потребовалось $V_2 = 0,8$ л воды. После того как лед растаял, уровень воды в сосуде понизился на $h = 23$ мм. Определите объемную долю пузырьков воздуха в пористом льде (объемная доля равна отношению объема пузырьков воздуха к объему пористого льда). Плотность непористого льда 900 кг/м^3 , плотность воды 1000 кг/м^3 , площадь поперечного сечения сосуда 60 см^2 .

Решение

Объем льда составлял $2000 - 800 = 1200 \text{ см}^3$, а объем воды, которая образовалась из него при таянии $1200 - 60 \cdot 2,3 = 1062 \text{ см}^3$. Значит, масса льда равнялась 1062 граммам, а объем «чистого» льда без пор был равен $1062 / 0,9 = 1180 \text{ см}^3$. На поры приходилось 20 см^3 , а их объемная доля составляла $20 / 1200 = 1 / 60$.

№	Этап решения	Соотношения и значения	Баллы
1	Определен объем льда с порами	1200 см^3	2
2	Определена масса льда	1062 г	4
3	Определен объем льда без пор	1180 см^3	2
4	Определена объемная доля пор	$1/60$	2

2. Компания рыбаков отправилась на рыбалку вниз по течению реки на моторной лодке. Расстояние до места рыбалки $S = 15$ км. У рыбаков бензина для мотора лодки ровно на $L = 30$ км плавания в стоячей воде (например, на 30 км пути по озеру, в котором нет течений). Смогут ли рыбаки вернуться обратно? Скорость лодки в стоячей воде $V = 10$ км/ч, скорость течения реки $V_0 = 3$ км/ч. Смогут ли рыбаки вернуться обратно, если поплывут на рыбалку на такое же расстояние вверх по течению реки?

Решение

Вниз по реке лодка плывет со скоростью 13 км/ч и проплывает 15 км за $\frac{15}{13}$ часа. Расход бензина при этом такой же, как при прохождении расстояния $\frac{10 \cdot 15}{13}$ км в стоячей воде. Вверх по реке лодка движется со скоростью 7 км/ч, проходит 15 км за $\frac{15}{7}$ часа и расход бензина соответствует $\frac{10 \cdot 15}{7}$ км. Значит, необходимое количество бензина соответствует расстоянию $15 \cdot \left(\frac{10}{13} + \frac{10}{7} \right)$ км, а это больше 30 км. Лодка не сможет вернуться обратно.

Если плыть сначала против течения, то расход бензина соответствует $\frac{10 \cdot 15}{7}$ км, меньше 30 км, а назад лодка может вернуться, вообще не включая мотор, за счет течения реки.

№	Этап решения	Соотношения и значения	Баллы
1	Рассчитан расход бензина при движении вниз по реке	$\frac{10 \cdot 15}{13}$ км	3
2	Рассчитан расход бензина при движении вверх по реке	$\frac{10 \cdot 15}{7}$ км	3
3	На основании первых двух пунктов сделан вывод, что бензина не хватает		1
4	При наличии пункта 2 высказана идея спуска вниз по реке без мотора		3

3. В калориметр, содержащий $m_1 = 100$ г льда при температуре $t_1 = -20^\circ\text{C}$, наливают $V_2 = 100$ миллилитров горячей воды при температуре $t_2 = 50^\circ\text{C}$ и впускают порцию водяного пара при температуре $t_3 = 100^\circ\text{C}$ массой $m_3 = 100$ г. Какая температура установится в калориметре? Сколько жидкости при этом будет в калориметре? Удельная теплоемкость льда $c_1 = 2100$ Дж/(кг·°C), удельная теплоемкость воды $c_2 = 4200$ Дж/(кг·°C), удельная теплота плавления льда $\lambda = 335$ кДж/кг, удельная теплота парообразования воды $L = 2,26$ МДж/кг (при 100°C), плотность воды $\rho = 1$ г/см³.

Решение

При конденсации пара может выделиться количество теплоты $Q_1 = Lm_3 = 226$ кДж.

Для плавления льда и нагревания воды массой $m_1 + m_2$ до 100°C требуется теплота $Q_2 = c_1 m_1 (0 - t_1) + \lambda m_1 + c_2 m_1 100 + c_2 m_2 (100 - t_2) = 100,7$ кДж.

Так как $Q_1 > Q_2$ сконденсируется не весь, а только $\Delta m = m_3 \cdot \frac{Q_2}{Q_1} = 44,6$ г пара. При этом в сосуде окажется 55,4 г пара и 244,6 г воды при 100°C .

№	Этап решения	Соотношения и значения	Баллы
1	Использованы верные выражения для количества теплоты при плавлении, нагреве и конденсации	$Q = Lm$ $Q = \lambda m$ $Q = cm\Delta t$	3
2	Получены верные значения количества тепла по этим формулам		3
3	Проведено сравнение требуемых количеств теплоты нагрева и плавления льда, и нагрева воды с теплотой, выделяющейся при конденсации пара. Сделан вывод о неполной конденсации пара		2
4	Определена масса сконденсировавшегося пара, получен верный ответ	55,4 г пара и 244,6 г воды при 100°C	2

Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике
2016-2017 учебный год
Алтайский край

4. В двух одинаковых цилиндрических сообщающихся сосудах, расположенных вертикально в поле тяжести находится ртуть. Насколько повысится уровень ртути в одном колене, если в другое налить столб воды высотой $h = 136$ мм? Плотность ртути $\rho_1 = 13,6$ г/см³, плотность воды $\rho_2 = 1$ г/см³.

Решение

Давление столба воды высотой 136 мм такое же, как столба ртути высотой 10 мм, так как плотности их отличаются в 13,6 раза. Следовательно, результат будет таким же, как если бы вместо воды долили столб ртути высотой 10 мм. Но тогда уровень ртути в сосудах повысится на 5 мм, так как изменение высоты ртути в обоих сосудах одинаковое.

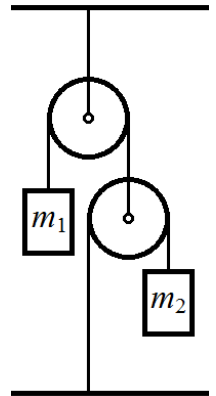
№	Этап решения	Соотношения и значения	Баллы
1	Идея замены столба воды столбом ртути		4
2	Определена высота столба ртути, который доливается вместо воды	10 мм	2
3	Указано, что подъем уровня жидкости одинаков для обоих сосудов		2
4	Получен верный ответ	5 мм	2

Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике
2016-2017 учебный год
Алтайский край

5. В системе двух грузов и двух блоков, представленной на рисунке, груз массой m_1 опускается вниз со скоростью $V_1 = 10$ см/сек. С какой скоростью поднимается при этом груз m_2 ?

Решение

Если нижний блок поднимется на некоторое расстояние x , то длина участка нити между полом и этим блоком также увеличится на x . Тогда расстояние между грузом m_2 и нижним блоком станет меньше на x . Итого: блок переместился вверх на x , а груз приблизился к нему на x , то есть груз поднялся при этом на $2x$ и движется в два раза быстрее самого блока. Но скорость блока равна скорости груза m_1 . Следовательно, груз m_2 движется в 2 раза быстрее груза m_1 и его скорость равна 20 см/с.



№	Этап решения	Соотношения и значения	Баллы
1	Установлена связь между перемещением нижнего блока и груза m_1		2
2	Доказано, что груз m_2 перемещается на расстояние в два раза большее, чем нижний блок		6
3	При наличии первых двух пунктов получен верный ответ		2