

## 9.2. Плавление

**9.2.1.** Во сколько раз больше требуется энергии для плавления льда при температуре  $0^\circ\text{C}$ , чем для нагревания воды той же массы на  $\Delta t = 1^\circ\text{C}$ ?

**9.2.2.** Масса серебра  $m = 10$  г. Найдите энергию, которая выделится при его отвердевании и охлаждении до температуры  $t = 60^\circ\text{C}$ , если серебро взято при температуре плавления.

**9.2.3.** Объем формы для пищевого льда  $V = 750$  см<sup>3</sup>. Форму заливают водой при температуре  $t_1 = 12^\circ\text{C}$ , из которой получают лед при температуре  $t_2 = -5^\circ\text{C}$ . На сколько при этом уменьшилась внутренняя энергия воды?

**9.2.4.** Кусок льда с начальной температурой  $t = -20^\circ\text{C}$  и массой  $m = 0,8$  кг растопили на электроплитке мощностью  $N = 1$  кВт.

олученную воду довели до кипения и кипятили до тех пор, пока не испарилась ее четвертая часть. Время всего процесса  $\tau = 40$  мин. Определите КПД плитки.

**9.2.5.** Тигель с оловом нагревают электрическим током. Количество теплоты, ежесекундно подводимое к тиглю, постоянно. За время  $\tau_1 = 10$  мин олово нагрелось от температуры  $t_1 = 20^\circ\text{C}$  до  $t_2 = 70^\circ\text{C}$  и спустя еще  $\tau_2 = 83$  мин полностью расплавилось. Найдите удельную теплоту плавления олова.

**9.2.6.** Конькобежец массой  $m = 55$  кг, имеющий начальную скорость  $v = 8,5$  м/с, скользит по льду и останавливается. Лед находится при температуре  $t = 0^\circ\text{C}$ . Какая масса льда растает, если  $\eta = 50\%$  количества теплоты, выделенной в результате трения, поглощается льдом?

**9.2.7.** На сколько энергия молекулы воды при температуре  $0^\circ\text{C}$  больше энергии молекулы льда при температуре  $0^\circ\text{C}$ ?

**9.2.8.** С какой наименьшей высоты должна упасть льдинка, чтобы при ударе о землю она растаяла? Начальная температура льдинки  $t = 0^\circ\text{C}$ . Сопротивление воздуха не учитывать. Считать, что вся энергия идет на плавление льдинки.

**9.2.9.** При какой скорости свинцовая пуля, ударившись о преграду, плавится? Температура пули до удара  $t = 100^\circ\text{C}$ . При ударе  $\eta = 60\%$  энергии пули превращается во внутреннюю.

**9.2.10.** При выстреле вертикально вверх свинцовая пуля ударила о неупругую преграду и расплавилась. На какой высоте произошло это столкновение, если начальная скорость пули  $v_0 = 350$  м/с, а на нагревание и плавление пули ушло  $\eta = 50\%$  выделившегося количества теплоты? Температура пули в момент соударения  $t_0 = 100^\circ\text{C}$ . Сопротивление воздуха не учитывать.

**9.2.11.** С какой минимальной скоростью относительно поверхности космического корабля должен двигаться небольшой железный метеорит, чтобы расплавиться в результате удара? Считать, что удар абсолютно неупругий и до столкновения температура метеорита  $T_0 = 100$  К, а на плавление и нагревание идет  $\eta = 25\%$  выделившейся при ударе энергии.

**9.2.12.** Два одинаковых кусочка льда летят навстречу друг другу с равными скоростями и при ударе обращаются в воду. Оцените минимально возможные скорости льдинок перед ударом, если они имели одинаковую температуру  $t_1 = -12^\circ\text{C}$  до удара и  $t_2 = 80^\circ\text{C}$  после удара.

**9.2.13.** С какой минимальной скоростью свинцовая пуля должна ударить в подвижный экран, чтобы расплавиться? Считать, что удар абсолютно неупругий и на нагрев и плавление пули идет  $\eta = 60\%$  энергии неупругой деформации. Масса пули  $m = 10$  г. Масса экрана  $M = 1$  кг. К моменту удара температура пули  $t = 100^\circ\text{C}$ .

$$9.2.1. \text{ В } n = \frac{\lambda}{c\Delta t} = 80 \text{ раз.}$$

$$9.2.2. E = 3,25 \text{ кДж.}$$

$$9.2.3. \Delta E = m[c_n(t_1 - t_{пл}) + \lambda + c_l(t_{пл} - t_2)] = 300 \text{ 675 кДж.}$$

$$9.2.4. \eta = \frac{m[c_n(t_{пл} - t) + \lambda + c_n(t_n - t_{пл}) + 0,25r]}{N\tau} = 0,424; \eta = 42,4\%.$$

$$9.2.5. \lambda = c \left[ \frac{\tau_2}{\tau_1} (t_2 - t_1) - t_{пл} + t_1 \right] = 56,8 \text{ кДж/кг.}$$

$$9.2.6. m_n = \frac{\eta m v^2}{2\lambda} = 2,98 \text{ г.}$$

$$9.2.7. \Delta E = \frac{\lambda M}{N_A} = 9,96 \cdot 10^{-21} \text{ Дж.}$$

$$9.2.8. h = \frac{\lambda}{g} = 33,98 \text{ км.}$$

$$9.2.9. v = \sqrt{\frac{2[c(t_{пл} - t) + \lambda]}{\eta}} = 418 \text{ м/с.}$$

$$9.2.10. h = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{c_n(T_{пл} - T_0) + \lambda}{\eta g} \approx 283 \text{ м.}$$

$$9.2.11. v_{\min} = \sqrt{\frac{2[c_n(T_{пл} - T_0) + \lambda]}{\eta}} = 2,9 \text{ км/с.}$$

$$9.2.12. v_{\min} = \sqrt{c_l(t_{пл} - t_1) + \lambda + c_n(t_2 - t_{пл})} = 832 \text{ м/с.}$$