8 класс

1. Мощность струи воды текущей из шланга диаметром $D = 2$ *см* равна $P = 4{,}2$ *Вт.* Определить скорость вытекающей из шланга воды. Плотность воды $\rho = 1000\,^{\text{кг}}/_{\text{м}^3}$.

Решение

Кинетическая энергия вытекающей струи $\mathbf{E} = \frac{mU^2}{2}$, где U – скорость вытекающей струи.

За время t масса вытекающей воды $m = \rho V = \rho Sx = \rho\,\pi\,R^2\,U\,t.$

Мощность $P = \frac{E}{t} = \frac{\rho\,\pi\,R^2\,U\,t\,U^2}{2t} = \frac{\rho\,\pi\,R^2\,U^3}{2}$.

Выражаем скорость $U = \sqrt[3]{\frac{2P}{\rho\,\pi\,R^2}} = \sqrt[3]{\frac{2\cdot 4{,}2}{1000\cdot 3{,}14\cdot 10^{-4}}} = 3\text{м/с}$

Ответ: 3 м/с

2. В калориметре находится смесь воды и льда при $t_1 = 0\,^0C$. Массы льда и воды одинаковы и равны $m_1 = m_2 = 1$*кг*. В эту смесь опускают стальную деталь массой $m_3 = 0{,}5$ *кг* при температуре $t_2 = 200\,^0$C. Сколько воды останется в калориметре после установления теплового равновесия? Теплоёмкостью калориметра пренебречь.

Справочные материалы: удельная теплоёмкость воды $c_1 = 4200\frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$, удельная теплоёмкость льда $c_2 = 2100\frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$, удельная теплоёмкость стали $c_3 = 460\,\frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 3{,}3\cdot 10^5\text{Дж/кг}$, удельная теплота парообразования $L = 2{,}3\cdot 10^6\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$.

Решение

Количество теплоты, необходимое для плавления льда

$Q_1 = m_2\lambda = 1\cdot 3{,}3\cdot 10^5 = 330\cdot 10^3\text{Дж} = 330\text{кДж}$

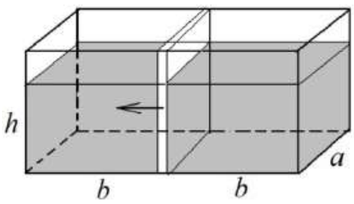
Количество теплоты, которое выделит деталь при остывании до $0°\text{C}$

$Q_2 = m_3c_3(t_2 - t_1) = 0{,}5\cdot 460(0 - 200) = -46\cdot 10^3\text{Дж}.$

Следовательно, этого тепла не хватит для плавления всего льда, т.е. конечная температура $0°\text{C}$ и растает только часть льда $\Delta m = \frac{|Q_2|}{\lambda} = \frac{46\cdot 10^3}{3{,}3\cdot 10^5} = 0{,}14\text{кг}.$

Тогда масса воды $m_в = m_1 + \Delta m = 1{,}14\text{кг}$

Ответ: 1,14 кг



3. В ёмкость с вертикальными стенками и прямоугольным основанием налита вода до высоты $h = 0{,}8$ *м*. Длина ёмкости $2b = 2$*м*, ширина $a = 0{,}6$ *м.* В центр этой ёмкости помещают плотно прилегающую ко дну и боковым стенкам перегородку, а затем смещают её влево на расстояние равное a. Определить силу давления на перегородку, которое оказывает вода, находящаяся слева от неё. Плотность воды $\rho = 1000\,^{\text{кг}}/_{\text{м}^3}$.

Решение

При перемещении перегородки объём воды в левой части не изменяется, следовательно

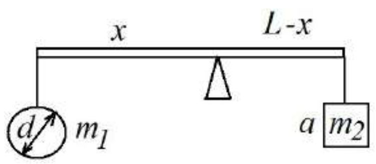
$h\,b\,a = h_1\,a\,(b-a)$ и высота воды станет $h_1 = \frac{hb}{b-a} = \frac{0{,}8\cdot 1}{1-0{,}6} = 2\text{м}$.

Давление на боковую стенку станет $P = \frac{1}{2}\rho g h_1$. Сила давления $F = PS = \frac{\rho g h_1 \cdot h_1 a}{2} = \frac{\rho g a h_1^2}{2} = \frac{10^3\,10\cdot 4\cdot 0{,}6}{2} = 12\cdot 10^3 H = 12\text{кН}$.

Ответ: 12 кН

4. К концу **А** невесомого стержня длиной $L=3м$ подвешен на тонкой невесомой нити шар, а к другому концу **В** куб из того же материала. Диаметр шара d равен диагонали куба. На каком расстоянии от конца **А** надо поместить опору, чтобы система находилась в равновесии?

Справка: Объём шара $V = \frac{4}{3}\pi R^3$, где π=3,14, R – радиус шара.

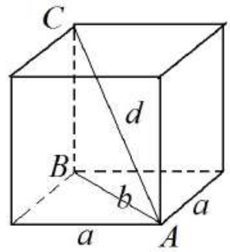


Решение

В состоянии равновесия моменты сил

$m_1 g\,x = m_2\,g(L-x)$. (1)

Радиус шара $R = d/2$.



Масса шара $m_1=V_1\rho = \frac{4}{3}\pi\left(\frac{d}{2}\right)^3\rho = \frac{4}{3}\pi\left(\frac{d^3}{8}\right)\rho = \frac{\pi d^3}{3\cdot 2}\rho$. (2)

Диагональ стороны куба по теореме Пифагора $b = a\sqrt{2}$, где a – сторона куба.

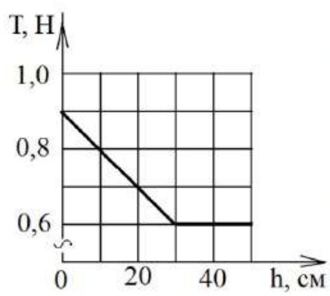
Из треугольника АВС находим диагональ куба $d^2 = a^2 + 2a^2 = 3a^2$. Сторона куба $a = \frac{d}{\sqrt{3}}$

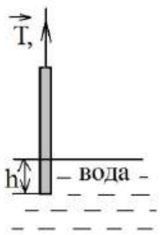
Масса куба $m_2 = V_2\rho = a^3\rho = \frac{d^3}{3\sqrt{3}}\rho$. (3). Так как массы одинаковы, приравниваем (2) и (3)

$\frac{\pi d^3}{3\cdot 2}\rho g x = \frac{d^3}{3\sqrt{3}}\rho g(L-x)$. Упрощая это выражение, получаем $\frac{\pi}{2}\,x = \frac{1}{\sqrt{3}}(L-x)$.

Получаем $x = \frac{L}{\left(\frac{\pi\sqrt{3}}{2}+1\right)} = 0{,}806\text{ м} \approx 0{,}8\text{ м}$

Ответ: 0,8 м



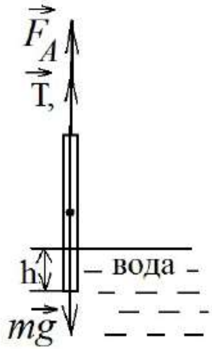


5. Стержень длиной L опускают в воду. Зависимость силы натяжения троса от глубины жения дана на графике. Определите площадь поперечного сечения стержня. Плотность воды

ρ_1=1000 *кг/м³*, плотность стержня ρ_2=3000 *кг/м³*. Ускорение свободного падения $g = 10 м/с^2$.

Решение

На стержень действуют сила тяжести, сила Архимеда и сила натяжения троса (см. рис.), причём $F_A + T = mg$ (1). Масса стержня $m = \rho_2 SL$, $F_A = \rho_1 g V = \rho_1 g S h$, где h – глубина погруженной в жидкость части стержня.



При глубине погружения 30 см сила натяжения перестаёт меняться, т.е. стержень целиком погружён в воду и его длина L = 0,3м.

При h=0 сила натяжения равна силе тяжести $T = mg = \rho_2 SLg$, следовательно, площадь сечения стержня $S = \frac{T}{\rho_2 L g} = \frac{0,9}{3000 \cdot 0,3 \cdot 10} = 1 \cdot 10^{-4}$ м².

Ответ: 10^{-4} м²

\