

Олимпиада «Курчатов» по физике

8 класс, 2022 год

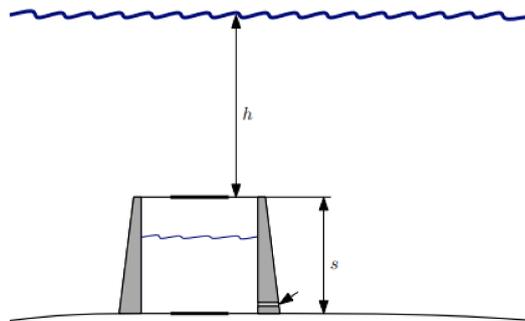
1. V_1 литров воды и V_2 литров этанола смешивают друг с другом так, что объем их раствора равен $V = 1$ дм³ и что массовая доля этанола в растворе равна $p = 0,441$. Из-за протекания химических реакции при смешивании этих жидкостей происходит сжатие $\gamma = 6\%$, то есть объем полученного раствора на 6% меньше, чем суммарный объем воды и этанола $V_1 + V_2$. Найдите объемы V_1 и V_2 . Плотность воды $\rho_1 = 1000$ кг/м³, этанола $\rho_2 = 790$ кг/м³.

$$V_1 = 0,532 \text{ м}^3, V_2 = 0,468 \text{ м}^3$$

2. В черном ящике находится электрическая схема из трех резисторов и идеального амперметра, показания которого известны в любой момент времени. Кроме того, черный ящик имеет три выходных провода A , B и C . Если между выводами A и B приложено напряжение $U = 12$ В, то показания амперметра $I_{AB} = 2$ А. Если такое же напряжение приложить к выводам A и C , то показания $I_{AC} = 4$ А, а если к выводам B и C приложить тоже $U = 12$ В, то $I_{BC} = 6$ А. Установите вид электрической схемы в черном ящике и найдите сопротивления резисторов.

$$1 \text{ Ом}, 2 \text{ Ом}, 4 \text{ Ом}$$

3. Джеймс Бонд сбегает с подводной лодки через ее башню. Первоначально давление в башне такое же, как и давление воздуха на воду: $p_0 = 100$ кПа. После закрытия люка, отделяющего башню от остальной части подводной лодки, Бонд делает отверстие внутри стенки башни (см. рисунок), после чего башня частично заливается водой. Далее Бонд открывает потолочный люк и выплывает на поверхность с высвободившимся воздухом.

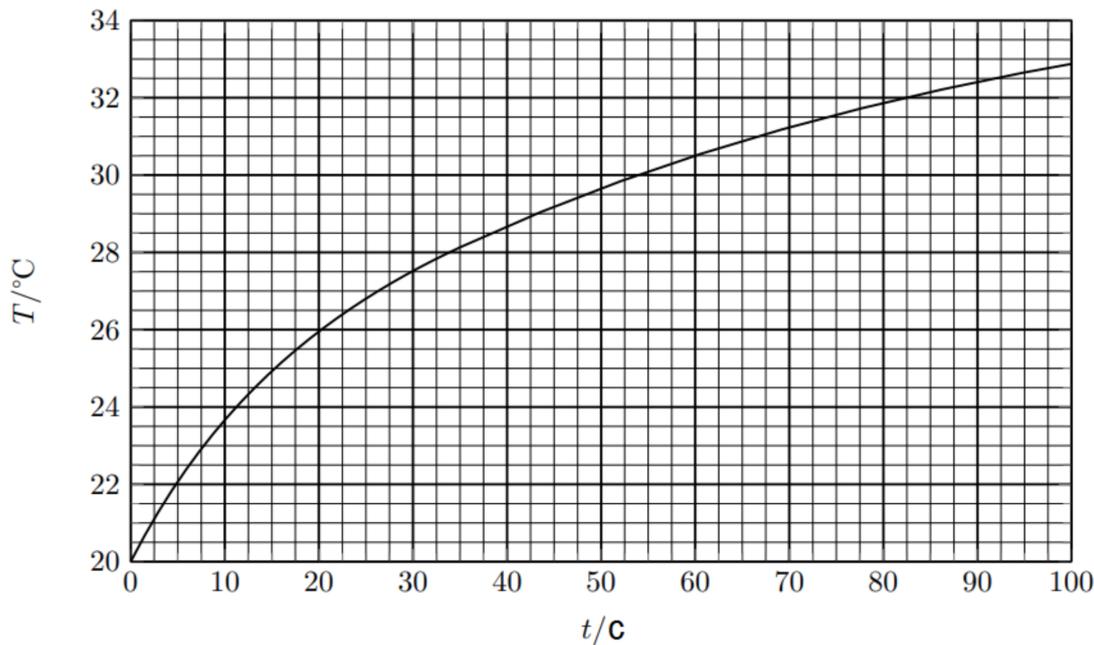


1. Какой толщины слой воздуха внутри башни до открытия потолочного люка и после того, как внутрь перестала поступать вода?
2. Насколько велика суммарная сила, приложенная к потолочному люку со стороны воздуха и воды до открытия люка и в течение времени, когда уровень воды внутри башни пришел в стабильное состояние?

Площадь люка $S = 0,50$ м², уровень воды над люком $h = 25$ м, высота башни $l = 2,0$ м. Плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³, ускорение свободного падения $g = 9,8$ м/с².

$$F = p \cdot S = \rho \cdot g \cdot h \cdot S = 1000 \cdot 9,8 \cdot 25 \cdot 0,50 = 122500 \text{ Н}$$

4. В водонагревателе мощностью $P = 2,0$ кВт изначально находится вода массы m_0 и температуры $T_0 = 20^\circ\text{C}$. Водонагреватель включают, и в этот же момент вода с той же температурой $T_1 = 20^\circ\text{C}$ начинает поступать извне в нагреватель с постоянной скоростью, то есть масса поступающей извне воды в единицу времени постоянна и равна $\mu = \text{const}$ (г/с). Когда нагреватель полностью наполняется водой, вода начинает вытекать из отверстия сверху. Температура вытекающей воды продолжает расти до установления на уровне 36°C . График изменения температуры воды, вытекающей из нагревателя, показан на рисунке. Найдите начальную массу воды m_0 и массу поступающей извне воды в единицу времени μ . Предположим, что, кроме вытекающей из нагревателя воды, потерь тепла нет, а вода в нагревателе всегда имеет одинаковую температуру. Удельная теплоемкость воды $c = 4,2$ кДж/(кг \cdot $^\circ\text{C}$).



$$c \mu t \approx \frac{(T - T_0)c}{d} = \mu t \text{ и } T - T_0 = \frac{\mu t c}{d} = \mu t$$

5. К потолку прикреплены 64 одинаковые пружины. Вторым концом все 64 пружин присоединены к невесомой доске. К этой доске с другой стороны прикреплены 32 такие же пружины, которые присоединены ко второй невесомой доске. Эту систему продолжали так, что на каждом следующем уровне было в два раза меньше пружин, пока в конце не осталась всего одна пружина. К ее свободному концу подвесили небольшой груз. Под весом этого груза система пружин немного растянулась. Определите, на сколько сантиметров растянулась система пружин от своего первоначального положения, если отношение массы груза к жесткости одной пружины равно 32 кг \cdot см/Н.

3 см