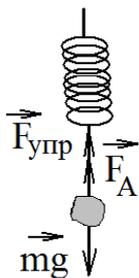


8 класс

Вариант 1

1. Ученик на уроке физики проводил опыт. Он повесил металлическую гирьку массой 160г на пружину и опускал её в 2 сосуда с разными жидкостями так, чтобы груз был погружён в жидкость целиком. При опускании в первый сосуд длина пружины изменилась на $x_1=6\text{см}$, а при опускании во второй на $x_2=8\text{см}$. Плотность первой жидкости $\rho_1=1400\text{кг/м}^3$, а второй $\rho_2=800\text{кг/м}^3$. Определите жёсткость пружины.

Решение



В данном опыте на тело действуют сила тяжести $mg = \rho_m gV$, сила упругости $F = kx$ и сила Архимеда $F_A = \rho_{\text{ж}} gV$. С учётом направлений этих сил: $mg - F_A - kx = 0$. Обозначим плотность тела ρ .

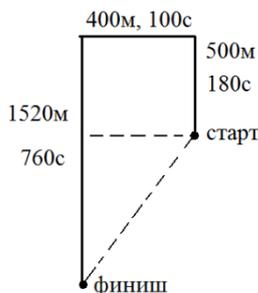
Запишем для каждой жидкости:
$$\begin{cases} mg - kx_1 - \rho_1 gV = 0, \\ mg - kx_2 - \rho_2 gV = 0, \end{cases} \quad \text{тогда } \frac{mg - kx_1}{mg - kx_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{7}{4}.$$

Из последнего выражения определяем жёсткость пружины $k = \frac{3mg}{7x_2 - 4x_1} = 15\text{Н/м}$

Ответ: 15 Н/м

2. Спортсмен на тренировке пробежал 500 м на север за 3 мин, затем повернул на восток и пробежал 400м со скоростью 4м/с, затем повернул на юг и бежал 400 секунд со скоростью 2м/с. А) Определите среднюю скорость спортсмена. Б) Сколько времени затратил бегун на возвращения к старту, если бежал напрямик со средней скоростью?

Решение



Изобразим путь спортсмена на чертеже.

Время на первом участке $t_1 = 180\text{с}$, на втором $t_2 = \frac{S_2}{V_2} = 100\text{с}$.

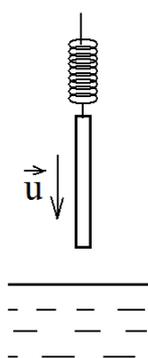
Время, затраченное на третий участок 760с, путь $S_3 = V_3 t_3 = 1520\text{с}$.

Средняя скорость $V = \frac{S_1 + S_2 + S_3}{t_1 + t_2 + t_3} = \frac{500 + 400 + 1520}{180 + 100 + 760} = 2,3\text{ м/с}$.

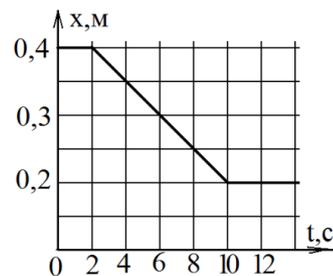
Расстояние от финиша до старта найдём из прямоугольного треугольника по теореме Пифагора $S = \sqrt{1020^2 + 400^2} = 1096\text{м}$

Тогда время $t = \frac{S}{V} = 476\text{с} = 7,9\text{мин}$.

Ответ: 2,3 м/с; 7,9 мин



3. Над поверхностью водоёма на пружине подвешена свая с квадратным сечением S длины L . Её начинают медленно со скоростью $u = 0,1\text{ м/с}$ опускать и каждую секунду фиксируют удлинение пружины x . Результаты измерений представлены на графике. По этим данным определите площадь сечения сваи. Жёсткость пружины $k = 400\text{ Н/м}$.



Плотность сваи $\rho_1 = 3000\text{ кг/м}^3$, плотность воды $\rho_2 = 1000\text{ кг/м}^3$.

Решение

Из графика следует, что первые 2 секунды свая опускалась в воздухе, а через 10 секунд полностью погрузилась в воду. Если время погружения 8 секунд, то длина сваи $L = 80$ см.

Пока свая находится в воздухе силы тяжести и упругости пружины уравновешены, то есть

$$mg = kx_1, \quad (1) \quad \text{где } k \text{ – жёсткость пружины, } x_1 = 0,4 \text{ м – деформация пружины.}$$

Когда свая полностью погрузилась в воду $mg - F_{Ар} - kx_2 = 0$, (2) где $x_2 = 0,2$ м, сила Архимеда $F_{Ар} = \rho_2 g V = \rho_2 g S L$. (3)

Подставляя (3) в (2) получаем $\rho_1 g V - \rho_2 g V = kx_2$, или $S L g (\rho_1 - \rho_2) = kx_2$.

$$\text{Площадь сечения сваи } S = \frac{kx_2}{Lg(\rho_1 - \rho_2)} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2.$$

$$\text{Ответ: } 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 = 50 \text{ см}^2$$

4. Кит, находящийся на глубине $H = 200$ м, выпустил пузыри воздуха. Во сколько раз увеличится радиус пузырей на глубине $h = 16,25$ м? Температуру воды считать одинаковой по всей глубине. Атмосферное давление $P_0 = 10^5$ Па.

Решение

Пусть на глубине h радиус пузырька увеличится в N раз, то есть станет $R = Nr$. Следовательно, объём пузырька увеличится в N^3 раз, а давление уменьшится в N^3 раз, т.е.

$$P_1 = N^3 P_2. \quad \rho g H + P_0 = N^3 (\rho g h + P_0). \quad \text{Отсюда } N^3 = \frac{\rho g H + P_0}{\rho g h + P_0} = 8. \quad \text{Следовательно, } N = 2.$$

Радиус пузырей увеличится в 2 раза.

Ответ: в 2 раза

5. В открытый сосуд налили воду и включили нагреватель. Спустя $\tau_1 = 40$ минут после начала кипения в сосуд добавили воду, масса которой равна массе выкипевшей за это время воды. Через $\tau_2 = 4$ минуты вода снова закипела. А) Какова была первоначальная температура добавленной воды? Б) Через сколько минут выкипит такая же масса воды как в первом случае если спустя τ_1 добавить не воду, а тающий лёд масса которого равна массе выкипевшей за 40 мин воды?

Удельная теплоёмкость воды $c = 4200$ Дж/(кг·°C), удельная теплота парообразования воды $r = 2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг, удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг.

Решение

Мощность нагревателя обозначим P , масса выкипевшей воды m . Тогда

$$\text{А) } P\tau_1 = m r. \quad (1) \quad P\tau_2 = m c(t - t_0) \quad (2)$$

Разделив (1) на (2) получаем $\frac{\tau_1}{\tau_2} = \frac{r}{c(t - t_0)}$ и находим начальную температуру

$$t_0 = t - \frac{r \tau_2}{c \tau_1} = 45^\circ\text{C}.$$

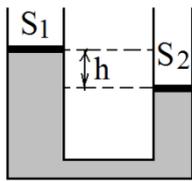
где $t=100^\circ\text{C}$ – температура кипения воды.

Б) Если добавить лёд, то после его плавления вода будет иметь температуру 0°C и тогда $P\tau_3 = m c(t - 0) + m\lambda + mr$. (3)

Делим (3) на (1) и выражаем $\tau_3 = \tau_1 \frac{\lambda + c(t-0) + r}{r} = 53$ мин

Ответ: А) 59° Б) 53 мин

Вариант 2



1. В двух сообщающихся сосудах налита вода. Сосуды имеют площади $S_1=2S$ и $S_2=S$. Масса поршней на поверхностях воды в сосудах различна. В начальный момент разность уровней в сосудах равна h . Если на первый поршень налить слой масла, то поршни окажутся на одном уровне. Если масло перелить на второй поршень, то разность уровней будет $H=15$ см. Определите начальную разность уровней h .

Решение

Для исходного состояния из условия равенства давлений: $\frac{m_1 g}{S_1} + \rho g h = \frac{m_2 g}{S_2}$, где m_1 и m_2 массы левого и правого поршней, ρ - плотность воды. Тогда $\rho g h = \frac{m_2 g}{S_2} - \frac{m_1 g}{S_1}$

Пусть масса налитого масла равна m_3 . Тогда для второго случая $\frac{m_1 g}{S_1} + \frac{m_3 g}{S_1} = \frac{m_2 g}{S_2}$, $\rho g h = \frac{m_3 g}{S_1}$

Если масло налить на правый поршень, то $\frac{m_1 g}{S_1} + \rho g H = \frac{m_3 g}{S_2} + \frac{m_2 g}{S_2}$.

Из этих уравнений получаем $\rho g H = \rho g h + \rho g S_1 / S_2$.

Разность уровней в начальный момент $h = \frac{H S_2}{S_1 + S_2} = 5$ см.

Ответ: 5 см

2. Кит, находящийся на глубине $H = 160$ м, выпустил пузыри воздуха. На какой глубине радиус пузырей увеличится вдвое? Температуру воды считать одинаковой по всей глубине. Атмосферное давление $P_0 = 10^5$ Па. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

Решение

Пусть на глубине h радиус пузырька увеличится в два раза, то есть станет $R = 2r$. Следовательно, объём пузырька увеличится в 8 раз, а давление уменьшится в 8 раз, т.е. $P_1 = 8P_2$.

$\rho g H + P_0 = 8\rho g h + 8P_0$. Отсюда $h = \frac{\rho g H - 7P_0}{8\rho g} = 11,25$ м.

Ответ: 11,25 м

3. В открытый сосуд налили воду и включили нагреватель. Спустя $\tau_1 = 40$ минут после начала кипения в сосуд добавили воду, масса которой равна массе выкипевшей за это время воды. Через $\tau_2 = 3$ минуты вода снова закипела. А) Какова была первоначальная температура добавленной воды? Б) Через сколько минут закипит содержимое сосуда если добавить не воду, а лёд масса которого равна массе выкипевшей за 40 мин воды?

Удельная теплоёмкость воды $c = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$, удельная теплота парообразования воды $r = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж}/\text{кг}$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж}/\text{кг}$.

Решение

Мощность нагревателя обозначим P , масса выкипевшей воды m . Тогда

$$\text{А) } P\tau_1 = m r. \quad (1) \qquad P\tau_2 = m c(t - t_0) \quad (2)$$

Разделив (1) на (2) получаем $\frac{\tau_1}{\tau_2} = \frac{r}{c(t-t_0)}$ и находим начальную температуру $t_0 = t - \frac{r \tau_2}{c \tau_1}$,

где $t = 100^\circ\text{C}$ – температура кипения воды. Получаем $t_0 = 59^\circ\text{C}$.

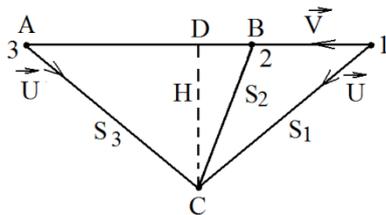
Б) Если добавить лёд, то после его плавления вода будет иметь температуру 0°C и тогда $P\tau_3 = m c(t - 0) + m\lambda. \quad (3)$

Делим (3) на (1) и выражаем $\tau_3 = \tau_1 \frac{\lambda + c(t-0)}{r} = 13$ мин

Ответ: А) 59° Б) 13,04 мин

4. Володя скучал, сидя у окна, так как на улице была гроза. Квартира находилась на верхнем этаже, и видно было далеко. Он стал наблюдать за движением грозовой тучи. Увидев молнию, Володя засёк время и обнаружил, что гром услышал только через $T_1 = 10 \text{ с}$. Через $t_1 = 3$ мин после первой вспышки молнии он зафиксировал вторую и на этот раз услышал гром спустя $T_2 = 2,5 \text{ с}$. Через $t_2 = 4$ мин после второй Володя зафиксировал третью вспышку и услышал гром через $T_3 = 10 \text{ с}$ после вспышки. Определите по этим данным скорость движения тучи. Скорость звука в воздухе принять $320 \text{ м}/\text{с}$.

Решение



Так как времена $T_1 = 10 \text{ с}$ и $T_3 = 10 \text{ с}$, то точки 1 и 3 находятся на одинаковом расстоянии от Володи. Изобразим ситуацию на рисунке. Опустим перпендикуляр из точки C (в которой находится наблюдатель) на линию перемещения тучи.

$$\text{Выразим расстояние } H \text{ из } \triangle ADC \text{ и } \triangle DBC \quad \begin{cases} H^2 = S_3^2 - AD^2 \\ H^2 = S_2^2 - DB^2 \end{cases} \quad (1)$$

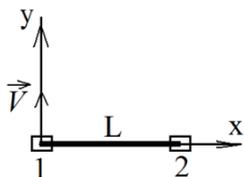
Обозначим скорость тучи V , а скорость звука U .

$$\text{Тогда } S_3 = UT_3, \text{ а } S_2 = UT_2, AD = V \frac{t_1 + t_2}{2}, DB = V \frac{t_1 - t_2}{2}. \quad (2)$$

В системе уравнений (1) приравниваем правые части и с учётом (2) выражаем скорость тучи

$$V = U \cdot \sqrt{\frac{T_3^2 - T_2^2}{t_1 t_2}} = 14,9 \text{ м/с.}$$

Ответ: 14,9 м/с



5. Два стержня соединены под прямым углом. Тело 1 и 2 соединены шарнирно стержнем длины $L=20$ см. Первое тело начинает подниматься со скоростью $V = 2$ см/с. Найти координаты первого и второго тела спустя 3 с от начала движения.

Решение

Координата по оси $y = Vt = 6$ см.

Так как тела соединяются жёстким стержнем, то по теореме Пифагора $x^2 + y^2 = L^2$.

Следовательно, координата по $x = \sqrt{L^2 - y^2} = 19,1$ см.

Ответ: $x = 19,1$ см , $y = 6$ см