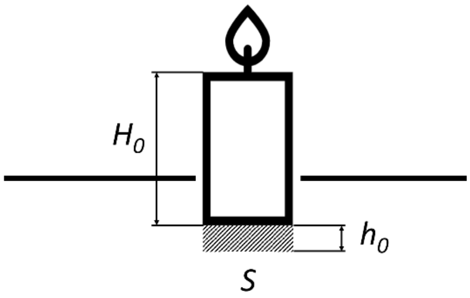
Задания отборочного этапа Олимпиады школьников СПбГУ по физике 2022-2023 гг.

9 класс задача 1, вариант 1

Парафиновая цилиндрическая свечка с прикрепленной к ней снизу алюминиевой шайбой плавает в бассейне (см. рисунок). Диаметры свечки и шайбы одинаковы, высота свечки – $\boldsymbol{H_0}$, высота шайбы – $\boldsymbol{h_0}$ Свечку поджигают и наблюдают за ее движением. Форма свечки при этом остается цилиндрической, ее высота уменьшается со скоростью ***c* мм/с**. Через некоторое время $\boldsymbol{t_0}$ верхняя грань свечки оказывается вровень с водой, и фитиль потухает. Определите время $\boldsymbol{t_0}$. Плотность парафина $\boldsymbol{\rho_п}$, плотность воды $\boldsymbol{\rho_в}$, плотность алюминия $\boldsymbol{\rho_{ал}}$. Считайте, что свечка перемещается в воде медленно и с постоянной скоростью.



Решение

Обозначим за ***H(t)*** зависимость высоты свечки от времени. Согласно условию, она изменяется как:

$$H(t) = H_0 - ct$$

Обозначим за ***h(t)*** ту часть всей конструкции (свечка+шайба), которая в данный момент погружена в воду. Тогда, считая, что свечка горит медленно, в каждый момент времени можно записать следующее выражение:

$$m_{\text{ал}}g + m_{\text{п}}(t)g = \rho_{\text{в}}gSh(t)$$

$$\rho_{\text{ал}}h_0 + \rho_{\text{п}}H(t) = \rho_{\text{в}}h(t)$$

В момент времени $\boldsymbol{t_0}$ свечка уходит под воду. Это означает, что в этот момент высота погруженной части равна сумме высот оставшейся части свечки и шайбы:

$$h(t_0) = h_0 + H_0 - ct_0$$

Откуда получаем:

$$\rho_{\text{ал}}h_0 + \rho_{\text{п}}(H_0 - ct_0) = \rho_{\text{в}}(h_0 + H_0 - ct_0)$$

$$(\rho_{\text{ал}} - \rho_{\text{в}})h_0 + (\rho_{\text{п}} - \rho_{\text{в}})(H_0 - ct_0) = 0$$

$$(H_0 - ct_0) = \frac{\rho_{\text{ал}} - \rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{п}}}h_0$$

$$t_0 = \frac{1}{c}\left(H_0 - \frac{\rho_{\text{ал}} - \rho_{\text{в}}}{\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{п}}}h_0\right)$$

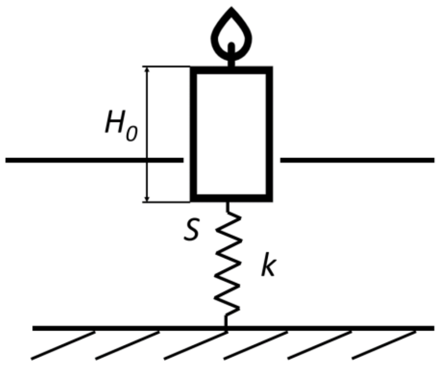
Числовые данные и ответы:

1. H_0 = 20 см, h_0 = 1 см, c = 0.3 мм/с, $\rho_п$ = 900 кг/м^3, $\rho_в$ = 1000 кг/м^3,, $\rho_{ал.}$= 2700 кг/м^3. Ответ: 100 с.

2. H_0 = 40 см, h_0 = 2 см, c = 0.2 мм/с, $\rho_п$ = 900 кг/м^3, $\rho_в$ = 1000 кг/м^3,, $\rho_{ал.}$= 2700 кг/м^3. Ответ: 300 с.

9 класс, задача 1, вариант 2

Парафиновая цилиндрическая свечка высотой $\boldsymbol{H_0}$ и площадью основания $\boldsymbol{S}$ плавает в бассейне. Свечка прикреплена к полу бассейна пружинкой с жесткостью $\boldsymbol{k}$ (см. рисунок). Свечку поджигают и наблюдают, как испаряется парафин. Форма свечки при этом остается цилиндрической, ее высота уменьшается со скоростью ***c* мм/с**. Через некоторое время $\boldsymbol{t_0}$ верхняя грань свечки оказывается вровень с водой, и фитиль потухает. Определите время $\boldsymbol{t_0}$, если известно, что растяжение пружины в этот момент составляло $\Delta\boldsymbol{x}$. Плотность парафина $\boldsymbol{\rho_п}$, плотность воды $\boldsymbol{\rho_в}$. Считайте, что свечка опускается в воду медленно и с постоянной скоростью.



Решение

Обозначим зависимость высоты свечки от времени как *H(t)*. По условию оно дается выражением:

$$H(t) = H_0 - ct$$

Обозначим за *h(t)* зависимость от времени высоты погруженной части свечки. По условию сказано, что свечка опускается медленно и с постоянной скоростью, поэтому второй закон Ньютона может быть записан как:

$$mg + k\Delta x = \rho_{\text{в}} g h(t) S => \rho_{\text{п}} H(t) + \frac{k\Delta x}{Sg} = \rho_{\text{в}} h(t)$$

В момент времени $\boldsymbol{t_0}$ свечка уходит под воду. Это означает, что в этот момент высота погруженной части равна высоте оставшейся части свечки:

$$h(t_0) = H(t_0) = H_0 - ct_0$$

Подставляем во второй закон Ньютона и находим:

$$\rho_п(H_0 - ct_0) + \frac{k\Delta x}{Sg} = \rho_в(H_0 - ct_0) => (\rho_п - \rho_в)(H_0 - ct_0) = -\frac{k\Delta x}{Sg}$$

$$(H_0 - ct_0) = \frac{1}{(\rho_в - \rho_п)}\frac{k\Delta x}{Sg}$$

$$t_0 = \frac{1}{c}\left(H_0 - \frac{1}{(\rho_в - \rho_п)}\frac{k\Delta x}{Sg}\right)$$

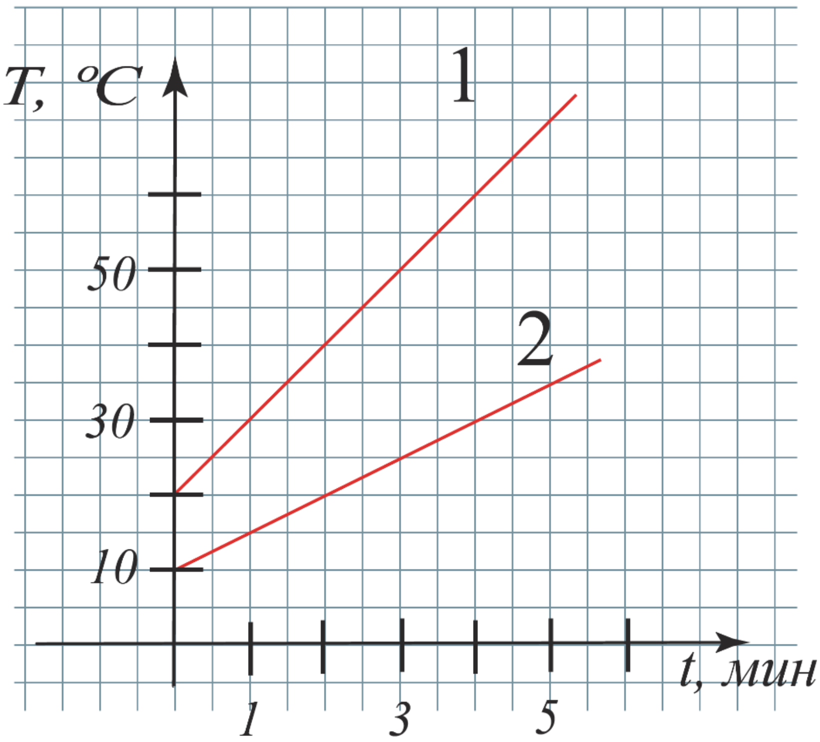
Числовые данные и ответы:

1. H_0 = 40 см, S = 0.05 м^2, k = 50 Н/м, c = 0.4 мм/с, Δx = 10 см, $\rho_п$ = 900 кг/м^3, $\rho_в$ = 1000 кг/м^3, g = 10 м/с^2. Ответ: 750 с.

2. H_0 = 50 см, S = 0.05 м^2, k = 100 Н/м, c = 0.4 мм/с, Δx = 20 см, $\rho_п$ = 900 кг/м^3, $\rho_в$ = 1000 кг/м^3, g = 10 м/с^2. Ответ: 250 с.

9 класс, задача 2, вариант 1

Экспериментатор нагревает воду в двух одинаковых стаканах с помощью двух одинаковых нагревателей. На рисунке изображены построенные им графики зависимости температуры воды в стаканах № 1 и № 2 от времени. Найдите отношение объемов воды V_2 к V_1. Мощности нагревателей считайте постоянными, теплопотерями и теплоемкостью стаканов пренебречь. Приведите ответ, округлив до целого числа.



Решение:

Запишем уравнение теплового баланса для жидкости в стаканах №1 и №2, обозначив мощность нагрева как P и выразив массу жидкости как произведение плотности ρ на объем V:

$$P\Delta t_1 = c\rho V_1 \Delta T_1$$
$$P\Delta t_2 = c\rho V_2 \Delta T_2$$

Разделим второе уравнение на первое:

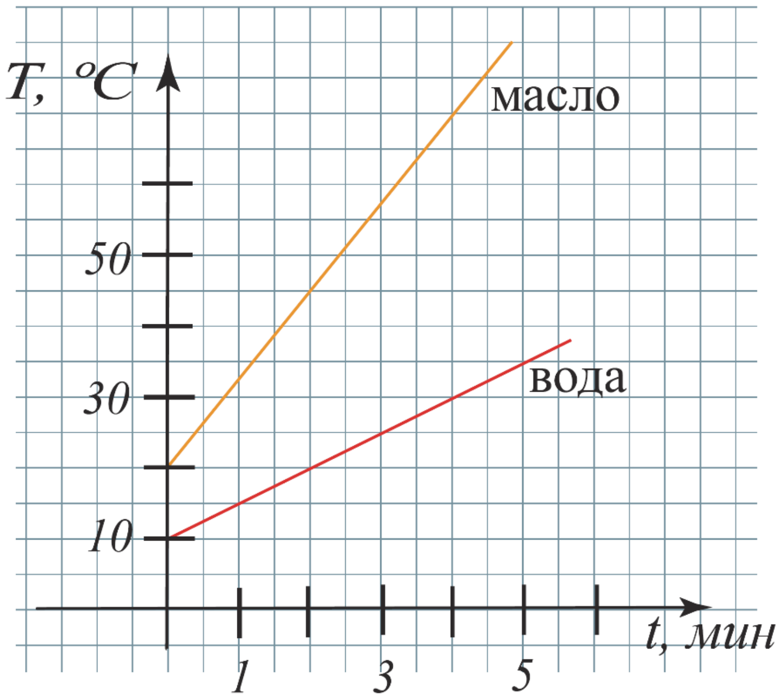
$$\frac{\Delta t_2}{\Delta t_1} = \frac{V_2 \Delta T_2}{V_1 \Delta T_1} => \frac{V_2}{V_1} = \frac{\Delta T_1 \Delta t_2}{\Delta T_2 \Delta t_1}$$

Из графиков определим (например), что ΔT_1 равно 2 клетки (10 ^{O}C) при $\Delta t_1 = 2$ клетки (1 минута), а ΔT_2 равно 1 клетка (5 ^{O}C) при $\Delta t_2 = 2$ клетки (1 минута). Заметим, что единицы измерения и цена деления осей графика не важны, т.к. они сокращаются при подстановке в отношение объемов.

Ответ: $V_2/V_1 = 2$

9 класс, задача 2, вариант 2

Экспериментатор нагревает два одинаковых стакана с помощью двух одинаковых нагревателей. В одном из стаканов находится растительное масло, в другом – вода. На рисунке изображены построенные им графики зависимости температуры жидкостей от времени. Найдите отношение массы масла к массе воды. Мощности нагревателей считайте постоянными, теплопотерями в окружающую среду и теплоемкостями стаканов пренебрегите. Удельные теплоемкости воды и масла равны 4200 Дж/кг·^{o}C и 1680 Дж/кг·^{o}C, соответственно. Ответ приведите, округлив до целого числа.



Решение:

Запишем уравнение теплового баланса для масла и воды обозначив мощность нагрева как P:

$$P\Delta t_M = c_M m_M \Delta T_M$$
$$P\Delta t_B = c_B m_B \Delta T_B$$

Разделим первое уравнение на второе:

$$\frac{\Delta t_M}{\Delta t_B} = \frac{c_M m_M \Delta T_M}{c_B m_B \Delta T_B} => \frac{m_M}{m_B} = \frac{c_B \Delta T_B \Delta t_M}{c_M \Delta T_M \Delta t_B}$$

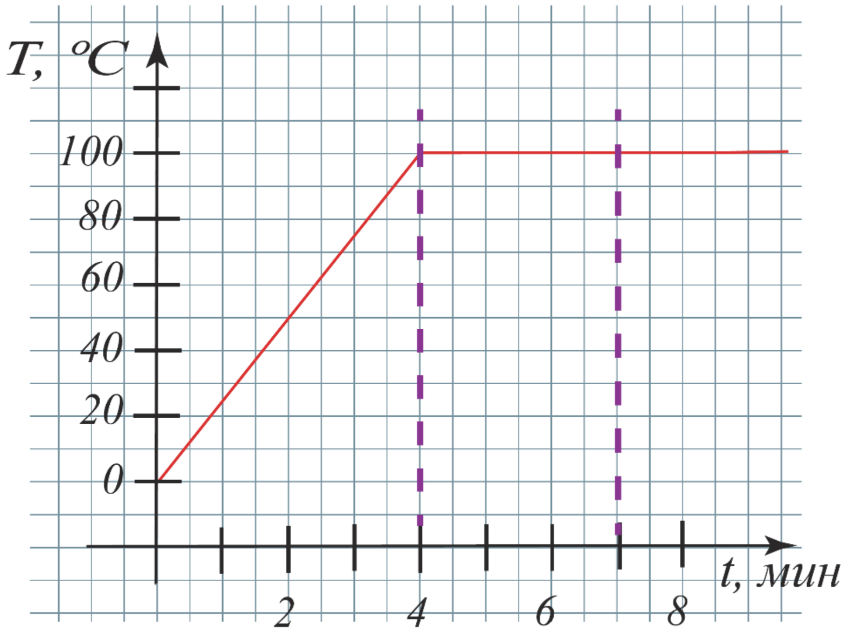
Из графиков определим (например), что ΔT_M равно 5 клеток (25 ^{O}C) при $\Delta t_M = 4$ клетки (2 минуты), а ΔT_B равно 1 клетка (5 ^{O}C) при $\Delta t_B = 2$ клетки (1 минута). Заметим, что единицы измерения и цена деления осей графика не важны, т.к. они сокращаются при подстановке в отношение объемов. Подставим эти значения и величины теплоемкостей:

$$\frac{m_M}{m_B} = \frac{4200 \cdot 1 \cdot 4}{1680 \cdot 5 \cdot 2} = 1$$

Ответ: $m_M/m_B = 1$

9 класс, задача 3, вариант 1

Экспериментатор разбирал свои старые заметки и нашел график зависимости температуры воды от времени. Помогите ему определить, какой процент жидкости выкипел за интервал времени, отмеченный вертикальными линиями. Известно, что мощность нагревателя была постоянной, удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/кг·°С , удельная теплота парообразования $L = 2{,}3 \cdot 10^6$ Дж/кг. Ответ приведите в процентах, округлив до целого числа.



Решение:

Запишем уравнение теплового баланса для процесса испарения и процесса нагрева воды, обозначив мощность нагрева как P:

$$P\Delta t_1 = L\Delta m$$
$$P\Delta t_2 = cm\Delta T$$

Разделим первое уравнение на второе:

$$\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = \frac{L}{c\Delta T}\frac{\Delta m}{m}$$

Выразим $\Delta m/m$:

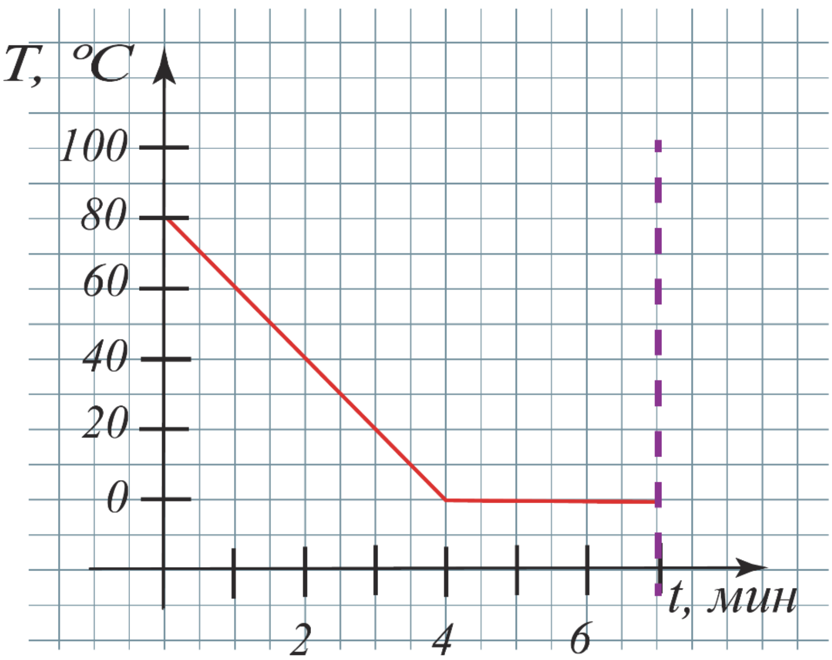
$$\frac{\Delta m}{m} = \frac{c\Delta T}{L}\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}$$

Подставим $\Delta t_1 = 3$ минуты, и Δt_2 и ΔT, найденные по графику. Пусть $\Delta t_2 = 2$ минуты и $\Delta T = 50^o$. Тогда $\frac{\Delta m}{m} = 0{,}1369$. Переведем в проценты и округлим до целого числа – 14%.

Ответ: 14%

9 класс, задача 3, вариант 2

Аня выполняет лабораторную работу по охлаждению воды и строит график зависимости температуры от времени. Помогите ей рассчитать на основе полученных данных, какая часть воды превратилась в лед к концу измерений. Известно, что мощность теплоотвода была постоянна, удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/кг·°С, удельная теплота плавления льда $\lambda = 3{,}4 \cdot 10^5$ Дж/кг. Ответ приведите в процентах, округлив до ближайшего целого.



Решение:

Запишем уравнение теплового баланса для замерзания и охлаждения воды, обозначив мощность нагрева как P:

$P\Delta t_1 = -\lambda\Delta m$ – количество теплоты, выделяющееся при замерзании массы льда Δm, $P\Delta t_2 = cm\Delta T$ – количество теплоты, выделяющееся при охлаждении воды. Поскольку конечная температура меньше начальной, то эта величина отрицательная. Разделим первое уравнение на второе:

$$\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = \frac{-\lambda}{c\Delta T}\frac{\Delta m}{m}$$

Выразим искомое время $\frac{\Delta m}{m}$:

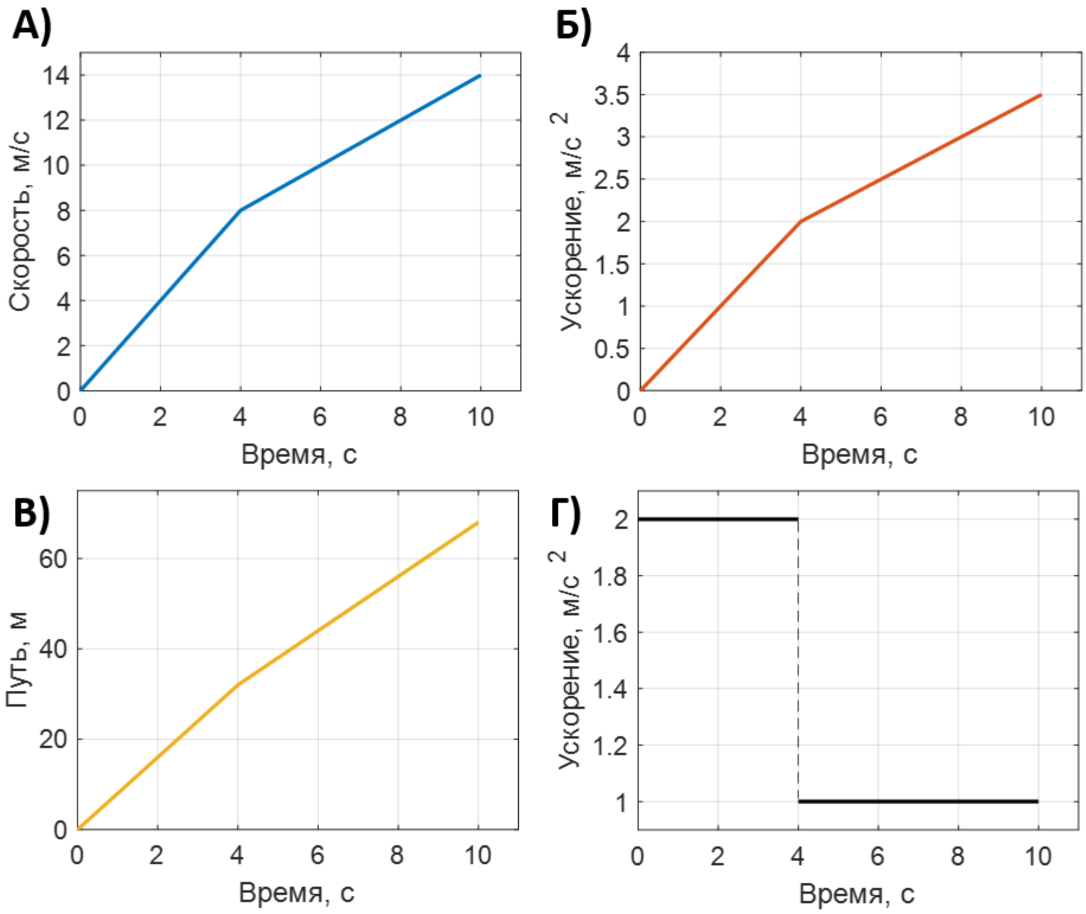
$$\frac{\Delta m}{m} = -\frac{c\Delta T}{\lambda}\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}$$

Подставим $\Delta t_1 = 3$ минуты и Δt_2 и ΔT, найденные по графику. Пусть $\Delta t_2 = 2$ минуты и $\Delta T = -40^o$. Тогда $\frac{\Delta m}{m}$ ≈74 %

Ответ: 74 %

9 класс, задача 4, вариант 1

Мешок с песком спускают по наклонной плоскости, состоящей из двух прямых сегментов, имеющих разный угол наклона к горизонту – первый из них более крутой, чем второй. Переход между сегментами плавный, его длина много меньше длины каждого из сегментов. Определите, какие из графиков, представленных ниже, корректно описывают движение мешка, и определите по ним среднюю скорость. Мешок скользит без трения, размерами мешка пренебрегите. Ответ приведите в м/с, округлив до ближайшего целого.



Решение:

По условию сказано, что мешок движется без трения. Следовательно, он будет двигаться равноускоренно, значение ускорение будет равно проекции ускорения свободного падения на плоскость, по которой движется мешок. Поскольку сегментов плоскости два, то будет два участка движения, по каждому из которых мешок движется с постоянным ускорением. Этому условию соответствуют графики А и Г. График Б неверный, поскольку он показывает меняющееся со временем ускорение. График В неверный, поскольку он показывает, что пройденным мешком путь во временем растет линейно, т. е. равномерное движение.

Из графика А по углу наклона можно найти значения ускорения мешка на разных сегментах, они равны 2 и 1 м/с^2, соответственно. Значения ускорений и отрезки времени в точности совпадают с графиком Г, поэтому анализ каждого из них даст одинаковые значения средней скорости.

Найдем среднюю скорость:

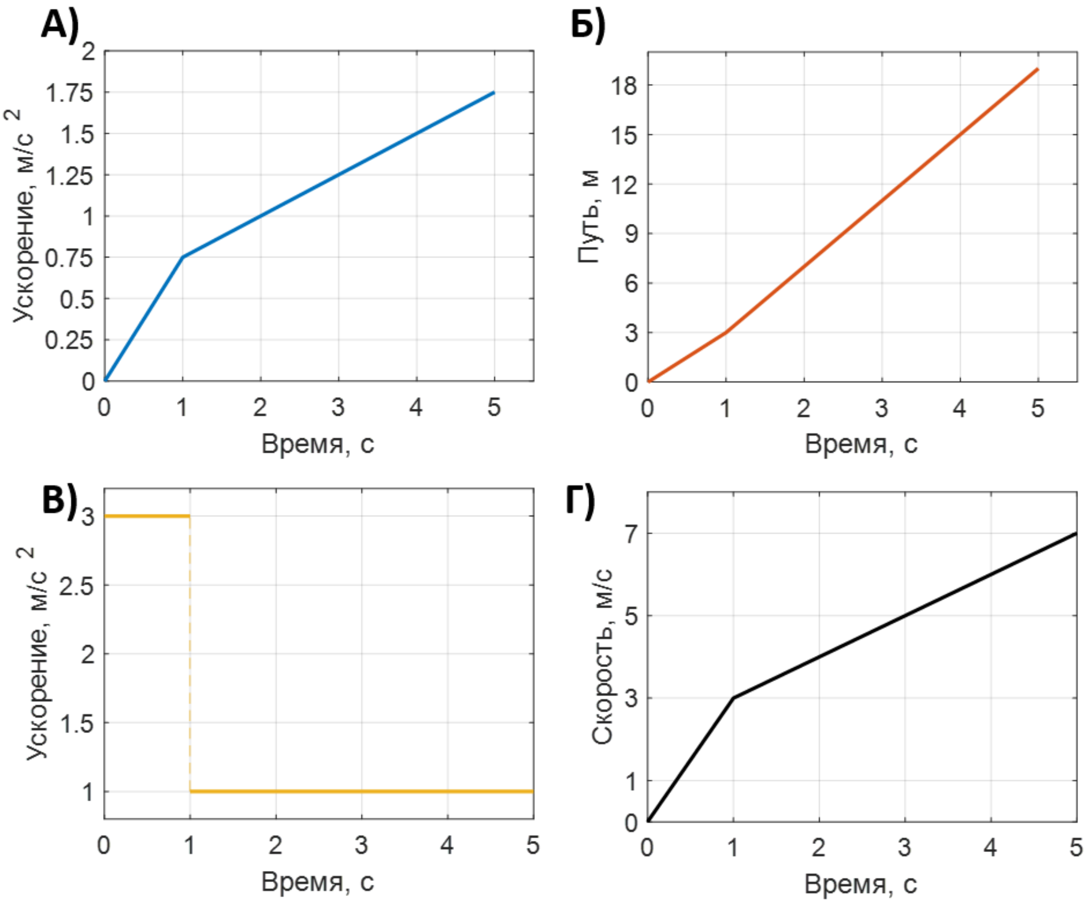
$$v_{\text{ср}} = \frac{S}{t} = \frac{S_1 + S_2}{t_1 + t_2} = \frac{1}{2}\frac{a_1 t_1^2 + 2a_1 t_1 t_2 + a_2 t_2^2}{t_1 + t_2} = \frac{1}{2}\frac{2 * 4^2 + 2 * 2 * 4 * 6 + 1 * 6^2}{4 + 6} = 8.2 \text{ м/с}$$

Ответ: 8 м/с

9 класс, задача 4, вариант 2

Вариант 2

Мешок с песком спускают по наклонной плоскости, состоящей из двух прямых сегментов, имеющих разный угол наклона к горизонту – первый из них более крутой, чем второй. Переход между сегментами плавный, его длина много меньше длины каждого из сегментов. Определите, какие из графиков, представленных ниже, корректно описывают движение мешка, и по определите по ним среднюю скорость. Мешок скользит без трения, размерами мешка пренебрегите. Ответ приведите в м/с, округлив до ближайшего целого.



Решение:

По условию сказано, что мешок движется без трения. Следовательно, он будет двигаться равноускоренно, значение ускорение будет равно проекции ускорения свободного падения на плоскость, по которой движется мешок. Поскольку сегментов плоскости два, то будет два участка движения, по каждому из которых мешок движется с постоянным ускорением. Этому условию соответствуют графики В и Г. График А неверный, поскольку он показывает меняющееся со временем ускорение. График Б неверный, поскольку он показывает, что пройденным мешком путь во временем растет линейно, т. е. равномерное движение.

Из графика А по углу наклона можно найти значения ускорения мешка на разных сегментах, они равны 3 и 1 м/с^2, соответственно. Значения ускорений и отрезки времени в точности совпадают с графиком Г, поэтому анализ каждого из них даст одинаковые значения средней скорости.

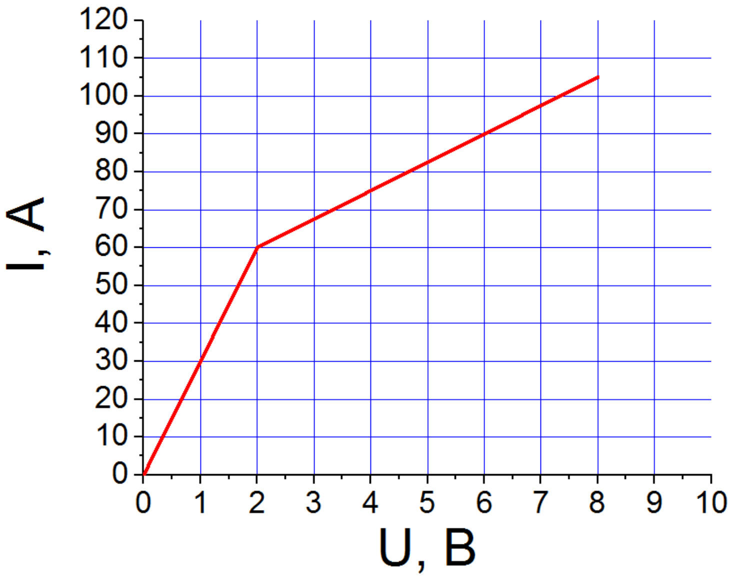
Найдем среднюю скорость:

$$v_{\text{ср}} = \frac{S}{t} = \frac{S_1 + S_2}{t_1 + t_2} = \frac{1}{2}\frac{a_1 t_1^2 + 2a_1 t_1 t_2 + a_2 t_2^2}{t_1 + t_2} = \frac{1}{2}\frac{3 * 1^2 + 2 * 3 * 1 * 4 + 1 * 4^2}{1 + 4} \approx 4.3 \text{ м/с}$$

Ответ: 4 м/с

9 класс, задача 5, вариант 1

Электрический прибор, вольт-амперная характеристика которого изображена на рисунке, подключен в цепь постоянного тока. Найдите ток, проходящий через прибор, если известно, что им потребляется мощность в 540 Вт.



Решение:

Прибор потребляет мощность в 540 Вт, поэтому для прибора справедливо выражение: $I * U = 540$.

Составим уравнение для первого линейного участка вольт амперной характеристики вида $y_1 = k_1 * x_1$. Получим: $y_1 = 30 * x_1$.

И для второго участка вида $y_2 = k_2 * x_2 + b$ по двум точкам с координатами (2, 60) и (6, 90):

$$\begin{cases} 60 = k_2 * 2 + b \\ 90 = k_2 * 6 + b, \end{cases}$$

$$\begin{cases} b = 60 - k_2 * 2 \\ b = 90 - k_2 * 6, \end{cases}$$

$$60 - k_2 * 2 = 90 - k_2 * 6,$$

$$k_2 * 4 = 30,$$

$$k_2 = 7{,}5,$$

Найдем далее b и получим уравнение для второго участка: $y_2 = 7{,}5 * x_2 + 45$.

Таким образом вольт амперная характеристика состоит из двух линейных участков:

$$\begin{cases} y = 30 * x, 0 \leqslant x \leqslant 2 \\ y = 7{,}5 * x + 45, 2 \leqslant x \leqslant 8, \end{cases}$$

Таким образом получаем две системы уравнений:

$$\begin{cases} U = \dfrac{540}{I} \\ I = 30 * U, \end{cases}$$

$$I^2 = 30 * 540 = 16200,$$

$$I \approx \pm 127,$$

Очевидно, данные значения тока не удовлетворяют представленной вольт амперной характеристике. И вторая система уровней:

$$\begin{cases} U = \dfrac{540}{I} \\ I = 7{,}5 * U + 45, \end{cases}$$

$$I = \frac{7{,}5 * 540}{I} + 45,$$

$$I^2 - 45 * I - 4050 = 0,$$

$$\mathrm{D} = (-45)^2 - 4 \cdot 1 \cdot (-4050) = 2025 + 16200 = 18225,$$

$$\mathrm{I}_1 = \frac{45 - \sqrt{18225}}{2 * 1} = -45,$$

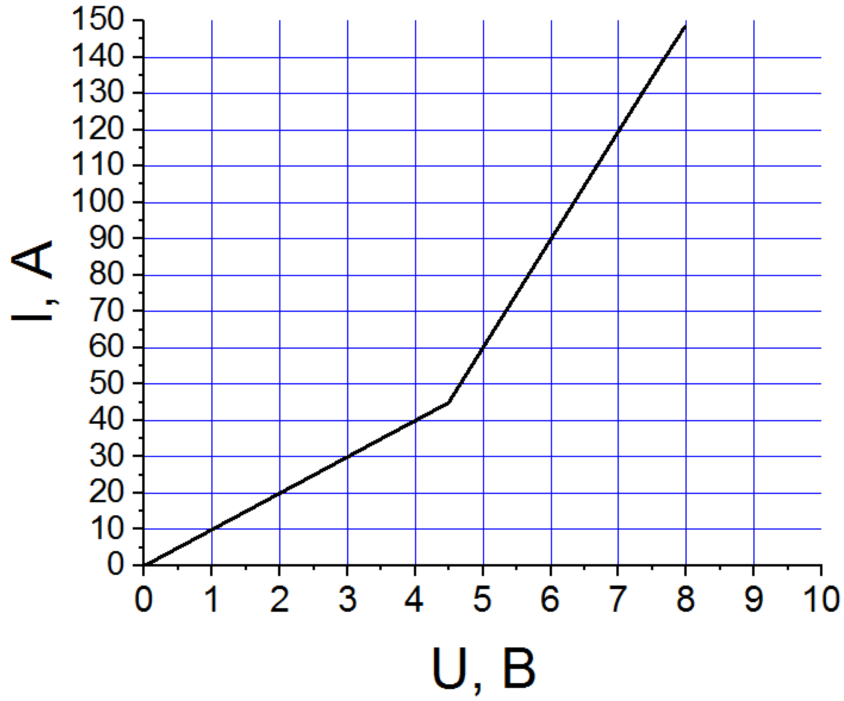
$$\mathrm{I}_2 = \frac{45 + \sqrt{18225}}{2 * 1} = 90.$$

Таким образом получается $I = 90$ А.

Ответ: $I = 90$ А.

9 класс, задача 5, вариант 2

Электрический прибор, вольт-амперная характеристика которого изображена на рисунке, подключен в цепь постоянного тока. Найдите напряжение на приборе, если им потребляется мощность 840 Вт.



Решение:

Прибор потребляет мощность в 840 Вт, поэтому для прибора справедливо выражение: $I * U = 840$.

Составим уравнение для первого линейного участка вольт амперной характеристики вида $y_1 = k_1 * x_1$. Получим: $y_1 = 10 * x_1$.

И для второго участка вида $y_2 = k_2 * x_2 + b$ по двум точкам с координатами (5, 60) и (6, 90):

$$\begin{cases} 60 = k_2 * 5 + b \\ 90 = k_2 * 6 + b, \end{cases}$$

$$\begin{cases} b = 60 - k_2 * 5 \\ b = 90 - k_2 * 6, \end{cases}$$

$$60 - k_2 * 5 = 90 - k_2 * 6,$$

$$k_2 = 30,$$

Найдем далее b и получим уравнение для второго участка: $y_2 = 30 * x_2 - 90$.

Таким образом вольт амперная характеристика состоит из двух линейных участков:

$$\begin{cases} y = 10 * x, 0 \leqslant x \leqslant 4{,}5 \\ y = 30 * x - 90, 4{,}5 \leqslant x \leqslant 8, \end{cases}$$

Таким образом получаем две системы уравнений:

$$\begin{cases} I = \dfrac{840}{U} \\ I = 10 * U, \end{cases}$$

$$U^2 = 84,$$

$$U \approx \pm 9,$$

И вторая система уровней:

$$\begin{cases} I = \dfrac{840}{U} \\ I = 30 * U - 90, \end{cases}$$

$$30U^2 - 90 * U - 840,$$

$$\mathrm{D} = (-90)^2 - 4 \cdot 30 \cdot (-840) = 8100 + 100800 = 108900,$$

$$\mathrm{U}_1 = \frac{90 - \sqrt{108900}}{2 * 30} = -4,$$

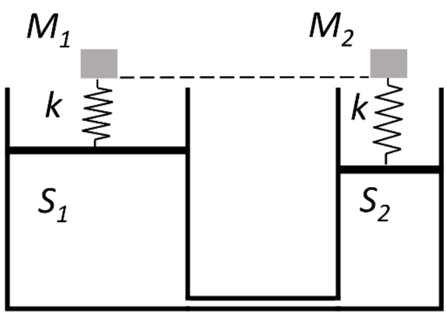
$$\mathrm{U}_2 = \frac{90 + \sqrt{108900}}{2 * 30} = 7.$$

Таким образом получается набор напряжений: $U = \pm 9, -4, 7$ В. Вольт-амперной характеристике удовлетворяет значение $U = 7$ В.

Ответ: $U = 7$ В.

9 класс, задача 6, вариант 1

Два цилиндрических сообщающихся сосуда с площадями оснований $\boldsymbol{S_1}$ и $\boldsymbol{S_2}$ заполнены водой (плотность $\boldsymbol{\rho}$). В каждом сосуде на поверхности воды находится по невесомой платформе, плотно прилегающей к стенкам сосуда. На каждой платформе установлено по невесомой пружине с одинаковыми жёсткостями $\boldsymbol{k}$ и длинами $\boldsymbol{L_0}$. На пружину на первой платформе кладут груз массой $\boldsymbol{M_1}$. Определите, груз какой массы $\boldsymbol{M_2}$ надо положить на пружину на второй платформе, чтобы оба груза оказались на одной высоте? Ответ приведите в килограммах, округлив до ближайшего целого. Положение грузов отсчитывается по их нижней поверхности. Ускорение свободного падения примите равным $\boldsymbol{g}$. Силами трения пренебрегите, пружины всегда остаются вертикальными.



Решение:

Пружина давит на платформу с той же силой, что и груз давит на пружину. Поэтому для того, чтобы понять, как изменится положение платформ, пружины можно не учитывать.

Пусть H1 и H2 - это высоты платформ над дном стакана, тогда справедливо соотношение:

$$\rho g H_1 + \frac{M_1 g}{S_1} = \rho g H_2 + \frac{M_2 g}{S_2}$$

Тогда разница высот платформ

$$H_1 - H_2 = \frac{1}{\rho}\left(\frac{M_2}{S_2} - \frac{M_1}{S_1}\right)$$

Пусть L1 и L2 - это длины пружин после того, как на них положили грузы. Для пружин можно записать соотношения

$$M_1 g = k(L_0 - L_1)$$

$$M_2 g = k(L_0 - L_2)$$

$$L_1 = L_0 - \frac{M_1 g}{k}$$

$$L_2 = L_0 - \frac{M_2 g}{k}$$

Условие, что грузы находятся на одной высоте, запишется как

$$H_1 + L_1 = H_2 + L_2$$

Откуда

$$H_1 - H_2 = L_2 - L_1 = \frac{g}{k}(M_1 - M_2)$$

Приравнивая два выражения для разницы высот, получаем

$$M_1\left(\frac{g}{k} + \frac{1}{\rho S_1}\right) = M_2\left(\frac{g}{k} + \frac{1}{\rho S_2}\right)$$

И ответ

$$M_2 = M_1 \frac{S_2}{S_1} \frac{\rho g S_1 + k}{\rho g S_2 + k}$$

Наборы чисел и ответы:

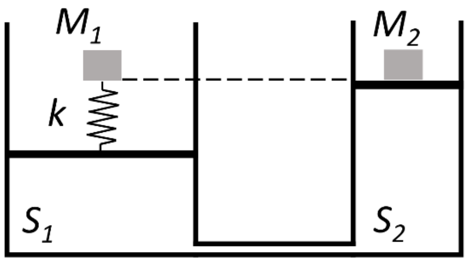
S_1 = 0.2 м^2, ***S_2*** = 0.1 м^2, **ρ** = 1000 кг/м^3, ***k*** = 1000 Н/м, ***M_1*** = 8 кг, ***g*** = 10 м/с^2 => ***M_2*** = 6 кг

S_1 = 0.3 м^2, ***S_2*** = 0.2 м^2, **ρ** = 1000 кг/м^3, ***k*** = 1000 Н/м, ***M_1*** = 9 кг, ***g*** = 10 м/с^2 => ***M_2*** = 8 кг

S_1 = 0.3 м^2, ***S_2*** = 0.1 м^2, **ρ** = 1000 кг/м^3, ***k*** = 1000 Н/м, ***M_1*** = 24 кг, ***g*** = 10 м/с^2 => ***M_2*** = 16 кг

9 класс, задача 6, вариант 2

Два цилиндрических сообщающихся сосуда с площадями оснований S_1 **и** S_2 заполнены водой (плотность **ρ**). В каждом сосуде на поверхности воды находится по невесомой платформе, плотно прилегающей к стенкам сосуда. На первую платформу установлена пружина с жёсткостью k и длиной L_0 в недеформированном состоянии, и поверх этой пружины установлен груз массой M_1. Какой массы M_2 надо положить груз на вторую платформу, чтобы после установления равновесия грузы оказались на одной высоте? Ответ приведите в килограммах, округлив до ближайшего целого. Положение грузов отсчитывается по их нижней поверхности. Ускорение свободного падения примите равным g. Силами трения пренебрегите, пружина всегда остается вертикальной.



Решение:

Пружина давит на платформу с той же силой, что и груз давит на пружину. Поэтому для того, чтобы понять, как изменится положение платформ, пружину можно не учитывать.

Пусть H1 и H2 - это высоты платформ над дном стакана, тогда справедливо соотношение:

$$\rho g H_1 + \frac{M_1 g}{S_1} = \rho g H_2 + \frac{M_2 g}{S_2}$$

Тогда разница высот платформ

$$H_1 - H_2 = \frac{1}{\rho}\left(\frac{M_2}{S_2} - \frac{M_1}{S_1}\right)$$

Длина пружины после деформации составит

$$L_1 = L_0 - \frac{M_1 g}{k}$$

Условие, что грузы находятся на одной высоте, запишется как

$$H_1 + L_1 = H_2$$

Откуда

$$H_2 - H_1 = L_1$$

Приравнивая два выражения для разницы высот, получаем ответ

$$M_2 = M_1\left(\frac{S_2}{S_1} + \frac{\rho g S_2}{k}\right) - \rho S_2 L_0$$

Наборы чисел и ответы:

$\boldsymbol{S_1}$ = 0.2 м^2, $\boldsymbol{S_2}$ = 0.1 м^2, **ρ** = 1000 кг/м^3, $\boldsymbol{k}$ = 1000 Н/м, $\boldsymbol{L_0}$ = 0.5 м, $\boldsymbol{M_1}$ = 38 кг, $\boldsymbol{g}$ = 10 м/с^2 => $\boldsymbol{M_2}$ = 7 кг

$\boldsymbol{S_1}$ = 0.3 м^2, $\boldsymbol{S_2}$ = 0.1 м^2, **ρ** = 1000 кг/м^3, $\boldsymbol{k}$ = 1000 Н/м, $\boldsymbol{L_0}$ = 0.5 м, $\boldsymbol{M_1}$ = 45 кг, $\boldsymbol{g}$ = 10 м/с^2 => $\boldsymbol{M_2}$ = 10 кг

$\boldsymbol{S_1}$ = 0.3 м^2, $\boldsymbol{S_2}$ = 0.2 м^2, **ρ** = 1000 кг/м^3, $\boldsymbol{k}$ = 1000 Н/м, $\boldsymbol{L_0}$ = 0.4 м, $\boldsymbol{M_1}$ = 48 кг, $\boldsymbol{g}$ = 10 м/с^2 => $\boldsymbol{M_2}$ = 48 кг