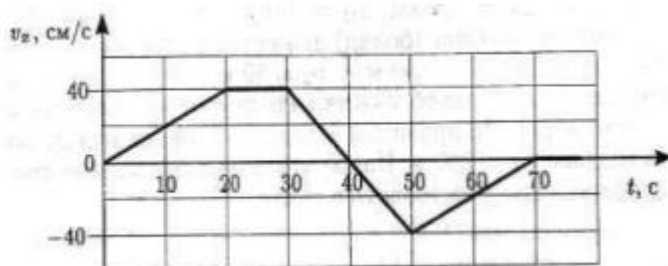


9 класс

Задача 1

Черепаша ползла по прямой дорожке. Девятиклассник Петя измерил ее скорость и построил график зависимости проекции скорости черепахи на дорожку от времени. Помогите по этим данным его другу Коле найти путь, пройденный черепахой за 20, 40, 70 секунд, а также среднюю скорость черепахи за 70 с.



Решение:

При движении в одном направлении пройденный путь равен площади под графиком скорости. Найдем площади треугольников и трапеции. Получим 400 см, 1000 см и 1600 см для заданных моментов времени.

Среднюю скорость найдем по формуле

$$V_{\text{ср}} = L_{\text{бш}} / t_{\text{общ}} = 1600 / 70 = 5,7 \text{ см/с.}$$

критерии оценивания	баллы
Указано, что путь может быть найден как площадь под графиком	4
Найдены значения путей для указанных моментов времени	1
Записана формула для средней скорости	3
Найдено численное значение средней скорости	2
Итого	10

В случае решения с поиском ускорений на каждом участке и перемещений по формулам первые два пункта критериев оцениваются по принципу - 1 балл за каждый участок пути.

Задача 2

При игре в гольф небольшой гладкий металлический шарик скользит по горизонтальной гладкой плоскости со скоростью $v = 10 \text{ м/с}$ и попадает в лунку, которая образована двумя отвесными параллельными стенками,

находящимися на расстоянии $d = 5$ см друг от друга. Скорость шарика перпендикулярна стенкам лунки. Глубина лунки $H = 20$ см. Сколько раз шарик ударится о стенки лунки, прежде чем упадет на дно? Удар о стенку считать абсолютно упругим.

Решение:

Время свободного падения шарика в лунку:

$$t = \sqrt{2H/g}.$$

Если бы шарик двигался только горизонтально, то за это время прошел бы расстояние:

$$s = vt = v \cdot \sqrt{2H/g}.$$

Тогда количество ударов шарика о стенки лунки:

$$n = s/d = v \cdot \sqrt{2H/g} / d$$

Подставляя числовые значения величин находим $n = 40$.

критерии оценивания	баллы
Определено время падения шарика в лунку	2
Определено общее расстояние по горизонтали	3
Получена формула для числа ударов о стенку	4
Получен числовой ответ	1
Итого	10

Задача 3

Цирковые гимнасты при выступлениях используют пружинный механизм, который состоит из двух платформ с массами $m = 30$ кг и $M = 70$ кг скрепленных пружиной. Если данный механизм подвешен к потолку цирка (рис.1), то длина пружины $l_1 = 85$ см. Если механизм поставить на подставку (рис.2), то длина пружины $l_2 = 50$ см. Чему равна длина ненапряженной пружины l_0 ?

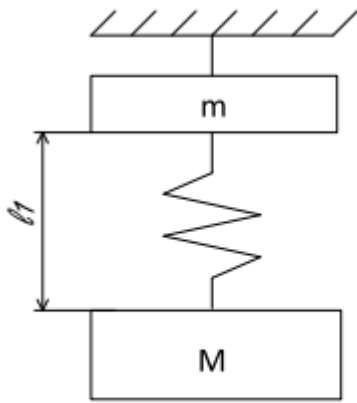


Рис.1

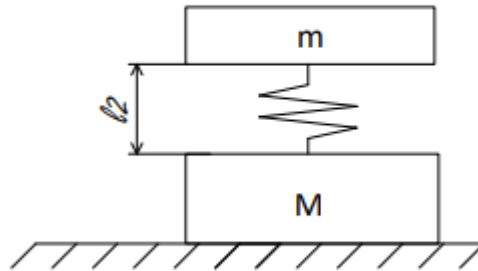


Рис.2

Решение:

Если механизм подвешен к потолку, то пружину растягивает нижний груз и условием его равновесия будет уравнение:

$$Mg = k (l_1 - l_0).$$

Если механизм стоит на подставке, то сжимает пружину верхний груз и условием его равновесия будет уравнение:

$$m g = k(l_0 - l_2).$$

Решая систему уравнений, получаем:

$$l_0 = (m l_1 + M l_2) / (M + m).$$

Подставим числа и вычислим: $l_0 = (30 \cdot 0,85 + 70 \cdot 0,5) / 100 = 0,605 \text{ м} = 60,5 \text{ см}$

критерии оценивания	баллы
Получено условие равновесия для нижнего груза	2
Получено условие равновесия для верхнего груза	2
Найдено выражение для длины пружины	4
Получен числовой ответ	2
Итого	10

Задача 4

В чашку налили раствор цикория при температуре $t_1 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ и бросили туда несколько кубиков льда, взятого при температуре плавления $t_0 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$. Когда лёд растаял, температура раствора оказалась равной $t_2 = 50 \text{ }^\circ\text{C}$. На сколько процентов уменьшилась концентрация цикория в растворе? Теплообмен раствора цикория с окружающей средой не учитывать. Удельные теплоёмкости раствора цикория и воды равны $c = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C})$, удельная

теплота плавления льда $\lambda = 330$ кДж/кг. Под концентрацией понимается отношение массы чистого цикория ко всей массе раствора.

Решение:

Пусть n_1 – начальная концентрация цикория в растворе, n_2 – конечная, M – масса раствора, m – масса льда. Масса чистого цикория в растворе постоянна и равна

$$Mn_1 = (M + m)n_2,$$

а отношение концентраций выражается через отношение масс:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{M}{M + m} = \frac{1}{1 + m/M}$$

Чтобы найти отношение масс раствора цикория и льда, запишем уравнение теплового баланса.

Раствор цикория отдаёт количество теплоты

$$Q_1 = cM(t_1 - t_2),$$

лёд получает количество теплоты

$$Q_2 = \lambda m + cm(t_2 - t_{пл}),$$

поэтому

$$cM(t_1 - t_2) = \lambda m + cm(t_2 - t_{пл}), \text{ и}$$

$$\frac{m}{M} = \frac{c(t_1 - t_2)}{\lambda + c(t_2 - t_{пл})} = \frac{4200 \cdot 50}{330000 + 4200 \cdot 50} = \frac{4,2 \cdot 5}{33 + 4,2 \cdot 5} = \frac{21}{54} = \frac{7}{18}$$

Используя это соотношение, получаем искомое отношение концентраций:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{1 + 7/18} = \frac{18}{25} = 0,72$$

Следовательно, концентрация цикория в растворе уменьшится на 28 %

критерии оценивания	баллы
Составлено уравнение теплового баланса	2
Найдено отношение масс льда и раствора	2
Найдена масса чистого кофе, идея её сохранения	2
Формула отношения концентраций	2
Выполнена подстановка и получен правильный ответ	2
Итого	10

Задача 5

На экспериментальном туре олимпиады ребятам выдали два абсолютно одинаковых гальванометра. Цена деления приборов $i_0 = 10$ мкА/дел, внутреннее сопротивление $r = 50$ Ом и они имеют $n = 100$ делений. Из одного

прибора нужно сделать вольтметр с пределом измерения напряжения $U_0 = 200$ В. Из второго – миллиамперметр с пределом измерения тока $I_0 = 800$ мА. Что нужно было делать школьникам? В их распоряжении имеются любые резисторы. Решение пояснить соответствующими схемами и расчётами.

Решение:

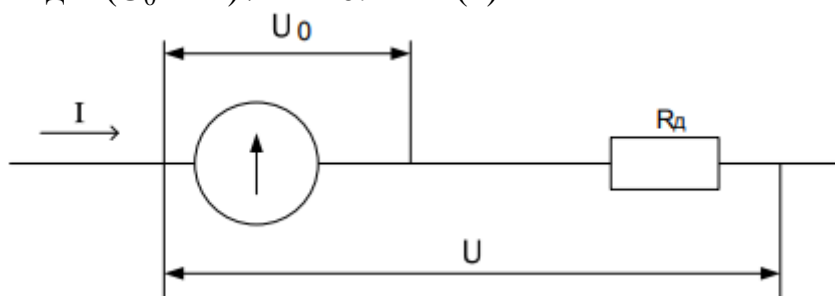
Шкала прибора соответствует току через прибор

$$I = i_0 * N = 10^{-3} \text{ А.}$$

Чтобы сделать из этого прибора вольтметр, необходимо включить последовательно с ним добавочное сопротивление R_d (см. рис.), которое можно найти из уравнения:

$$U_0 = I r + I R_d \quad (1)$$

$$\text{откуда } R_d = (U_0 - I r) / I \approx 0,2 \text{ Ом} \quad (2)$$

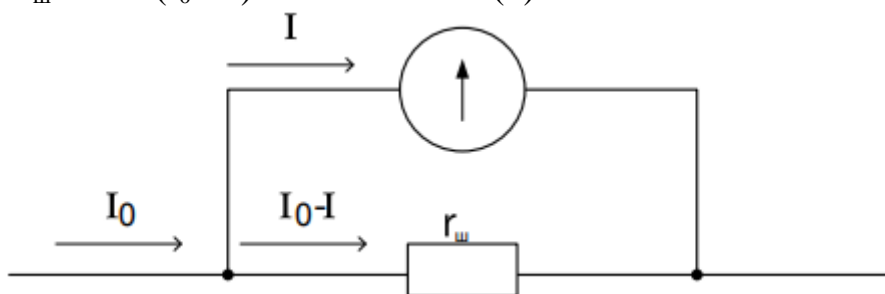


Чтобы сделать из прибора миллиамперметр, необходимо шунтировать прибор (см. рис.).

Сопротивление шунта находим из уравнения:

$$I r = (I_0 - I) R_{ш} \quad (3)$$

$$\text{откуда } R_{ш} = I r / (I_0 - I) \approx 0,063 \text{ Ом} \quad (4)$$



Ответ: Схема с рассчитанным дополнительным сопротивлением $R_d \approx 0,2$ Ом, схема с рассчитанным шунтом $R_{ш} \approx 0,063$ Ом.

критерии оценивания	баллы
Нарисована схема с добавочным резистором	2
Получена формула для добавочного сопротивления и его значение	2+1
Нарисована схема с шунтом	2
Получена формула для сопротивления шунта и его значение	2+1
Итого	10