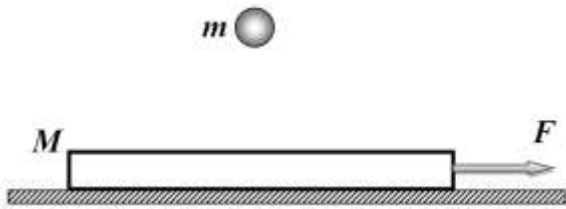


Задача 1 (10,0 балла)

Эта задача состоит из трех независимых частей.

Часть 1А

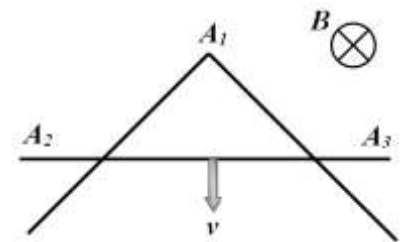


Пластинка массы $M = 11,5$ кг движется по шероховатой поверхности (коэффициент трения $k = 0,250$) под действием горизонтально направленной силы $F = 30,0$ Н. На пластинке вертикально прыгает шарик массой m так, что средняя скорость пластинки остается постоянной. Считая время удара пренебрежимо малым, найдите m . Ускорение

свободного падения равно $g = 10,0$ м/с².

Часть 1В

Угол изготовлен из идеального проводника, а по его сторонам может скользить проводящий стержень так, что он все время остается перпендикулярным биссектрисе. Угол находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 1$ Тл, перпендикулярном его плоскости. Найдите силу тока в цепи, если стержень движется с постоянной скоростью $v = 5$ м/с. Сечение стержня $S = 1$ мм², а его удельное сопротивление – $\rho = 5 \cdot 10^{-7}$ Ом · м.

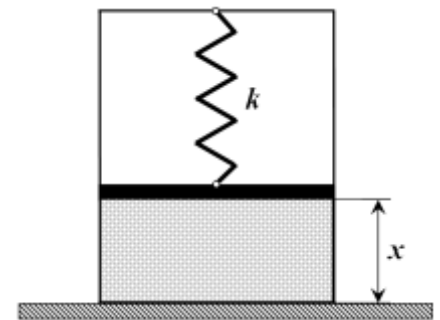


Часть 1С

Тонкая собирающая линза диаметром $D = 2$ см имеет фокусное расстояние $F_1 = 10$ см. Вдоль ее оптической оси просверлили круглое отверстие диаметром $d = 1$ см и вставили в него рассеивающую линзу с фокусным расстоянием $F_2 = 20$ см. Точечный источник света находится на главной оптической оси линз на расстоянии $L = 20$ см от них, а за линзами может перемещаться экран Э. Определите минимальный размер светового пятна D_{min} на экране.

Задача 2. Газовый цилиндр (10,0 балла)

Газ неон с молярной массой $\mu = 20,0$ г/моль и температурой $T_0 = 293$ К находится в сосуде под поршнем, который прикреплен к крышке сосуда пружиной жесткости $k = 1,00$ кН/м. Длина пружины в недеформированном состоянии совпадает с высотой сосуда, площадь поперечного сечения которого равна $S = 10,0$ см². Начальное расстояние от поршня до дна сосуда составляет $x_0 = 5,00$ мм, его масса – $m = 10,0$ кг, масса сосуда $M = 30,0$ кг, универсальная газовая постоянная равна $R = 8,31$ Дж/(моль · К). Сосуд теплоизолирован от окружающей среды, а действием силы тяжести можно пренебречь.



1. Найдите давление газа в сосуде.
2. Найдите массу газа, находящегося в сосуде.
3. До какой температуры T надо нагреть газ, чтобы расстояние между поршнем и дном сосуда увеличилось вдвое?
4. Какое количество теплоты Q надо сообщить газу, чтобы расстояние между поршнем и дном сосуда увеличилось вдвое?
5. Рассчитайте теплоемкость газа под поршнем и выразите ее в единицах универсальной газовой постоянной R .
6. Вычислите частоту ω малых колебаний поршня возле положения равновесия x_0 .

Продолжительность тура 5 часов.

7. Сосуд повернули набок и положили на гладкую горизонтальную плоскость. Найдите частоту ω_0 малых колебаний поршня в этом случае.

Задача 3. Черный ящик и катушка (10,0 балла)

В электрическую схему с источником напряжения U_0 (смотрите рисунок) включены последовательно катушка с индуктивностью $L = 1$ Гн и черный ящик X , чья вольтамперная характеристика представлена на рисунке.

1) Пусть $U_0 = 0,5$ В. Определите силу тока в цепи, установившуюся через достаточно большое время.

2) Пусть $U_0 = 1,2$ В. Определите силу тока в цепи, установившуюся через достаточно большое время.

Пусть в начальный момент времени сила тока в цепи равна нулю, а источник дает напряжение $U_0 = 1,0$ В.

3) Определите момент времени t , когда ток в цепи будет $I = 0,4$ мА.

4) В течении какого промежутка времени Δt сила тока в цепи увеличится от $I_0 = 0,4$ мА до $I = 0,9$ мА.

5) Найдите величину тока в цепи в момент времени $t_0 = 2,5$ мс.

6) Найдите величину тока в цепи в момент времени $t_0 = 12,1$ мс.

Считайте, что реактивных элементов в черном ящике нет. Пусть источник дает постоянное напряжение с небольшой добавкой переменного напряжения, так что $U_0 = [0,9 + 0,01\sin(\omega t)]$ В, где $\omega = 115$ рад/с. Через достаточно большое время на катушке и черном ящике установятся колебания напряжения и тока.

7) Чему равна разность фаз φ между колебаниями напряжения на катушке индуктивности и черном ящике?

8) Найдите зависимость напряжения $U_d(t)$ на катушке индуктивности от времени.

9) Найдите зависимость напряжения $U_x(t)$ на черном ящике от времени.

10) Найдите зависимость силы тока в цепи $I(t)$ от времени.

11) Какие элементы могут находиться внутри черного ящика?

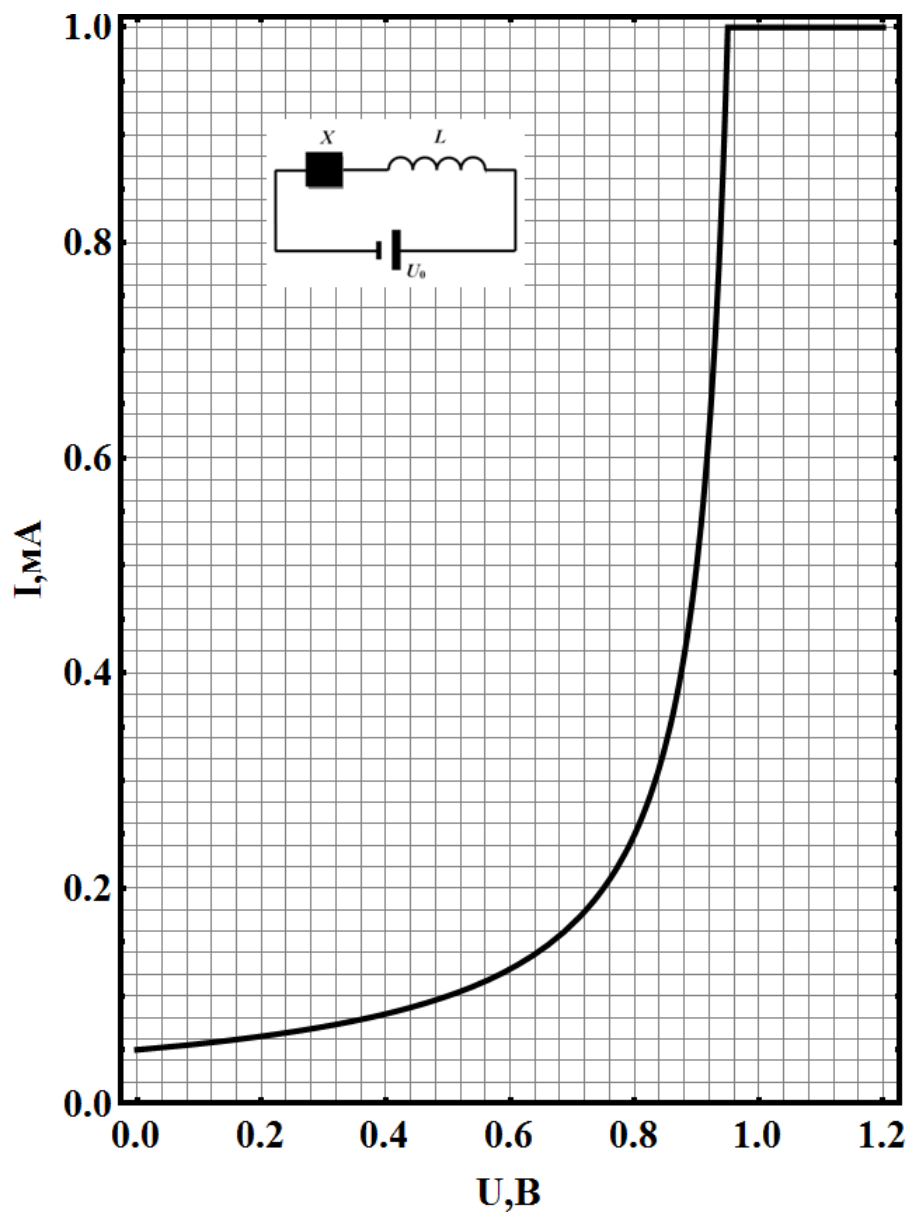


Схема подключения черного ящика X и его вольтамперная характеристика