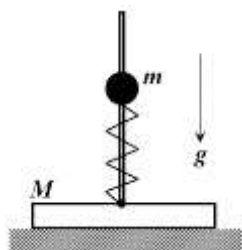


Задача 1. «Солянка» (10,0 балла)

Эта задача состоит из трех независимых частей.

Часть 1А



На подставке массой M прикреплен невесомый стержень, по которому может скользить шарик массой m . К нижней точке подставки с одной стороны и к шарiku с другой прикреплена пружина жесткости k , так что она намотана вокруг стержня и все время остается вертикальной. На шарик надавливают, вызывая в пружине начальное сжатие на величину x_0 , и отпускают из состояния покоя. Найдите минимальное значение x_0 при котором подставка подпрыгнет. Ускорение свободного падения равно g .

Часть 1В

При нагревании медного проводника сечением $S = 3,00 \cdot 10^{-2} \text{ мм}^2$ его сопротивление увеличилось на $\Delta R = 2,50 \text{ Ом}$. Плотность меди $\rho = 8,90 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, удельная теплоемкость – $c = 390 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$, температурный коэффициент сопротивления – $\alpha = 3,90 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1}$, удельная проводимость – $\sigma = 5,70 \cdot 10^5 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$. Найдите изменение внутренней энергии проводника при нагревании.

Часть 1С

Расстояние между прямым изображением, даваемым тонкой линзой, и предметом равно половине фокусного расстояния линзы. Найдите увеличение, с которым изображается предмет.

Задача 2. Ледяная вода (10,0 балла)

При решении данной задачи считайте известными следующие табличные данные:

плотность воды	$\rho_0 = 1000 \text{ кг/м}^3$
плотность льда	$\rho = 900 \text{ кг/м}^3$
теплоемкость воды	$c = 4200 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
удельная теплота плавления льда	$\lambda = 335 \text{ кДж/кг}$

Известное выражение гласит: «Это только верхушка айсберга». Оно означает, что большая часть чего-то видимого скрыта от нас, как подводная часть айсберга.

- 1) Вычислите отношение объема подводной части айсберга к объему его надводной части.
- 2) В цилиндрическом стакане с водой плавает кусок льда, который постепенно тает. Как при этом изменяется уровень воды в стакане. Ответ обоснуйте формулами.
- 3) В цилиндрический стакан с площадью сечения $S = 50,0 \text{ см}^2$ налили воду объемом $V = 250 \text{ мл}$. Найдите высоту уровня воды в стакане, если в нем плавает кусок льда массой $m = 50,0 \text{ г}$.

Известно, что калориметр представляет собой цилиндрический стакан с площадью сечения $S = 50,0 \text{ см}^2$, теплообмен которого с окружающей средой отсутствует. Проводят серию экспериментов с одинаковыми калориметрами, в каждый из которых кладут куски льда одинаковой массы, но добавляют разное количество воды при одной и той же температуре t_0 . Установлено, что уровень воды h во всех калориметрах за все время эксперимента не менялся, а зависимость установившейся температуры t в калориметрах от h может быть представлена в виде таблицы.

Продолжительность тура 5 часов.

$t, ^\circ\text{C}$	$h, \text{см}$
0	4,00
1,92	6,00
5,15	10,0
6,77	15,0
7,58	20,0

- 4) Используя данные таблицы, найдите массу куска льда в каждом калориметре.
5) Используя данные таблицы, найдите начальную температуру добавляемой воды t_0 .

В калориметр, к дну которого приморожен кусок льда, наливают воду объемом $V = 250$ мл. Через достаточно большое время оказалось, что часть льда растаяла, хотя сам кусок остался примороженным к дну, а уровень воды в калориметре изменился на $\Delta h = 2,51$ мм.

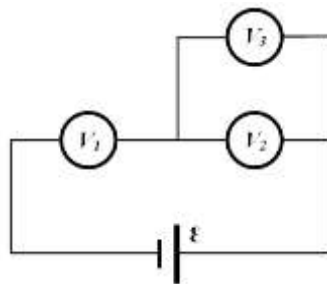
- 6) Уменьшился или увеличился уровень воды в калориметре?
7) Найдите начальную температуру t_0 налитой воды.

Воду объемом $V = 250$ мл переохладили в калориметре до температуры $t_0 = -4,00$ $^\circ\text{C}$, после чего в нее бросили металлический гвоздь плотностью $\rho_s = 7800$ $\text{кг}/\text{м}^3$ при температуре $t = 0$ $^\circ\text{C}$. В результате на гвозде началась интенсивная кристаллизация льда.

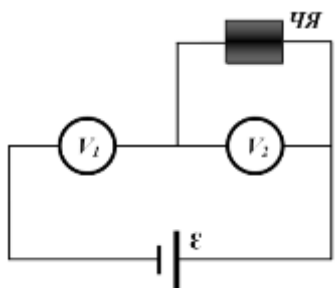
- 8) Найдите максимальную массу гвоздя, при котором он будет плавать в калориметре.

Задача 3. Черный ящик (10,0 балла)

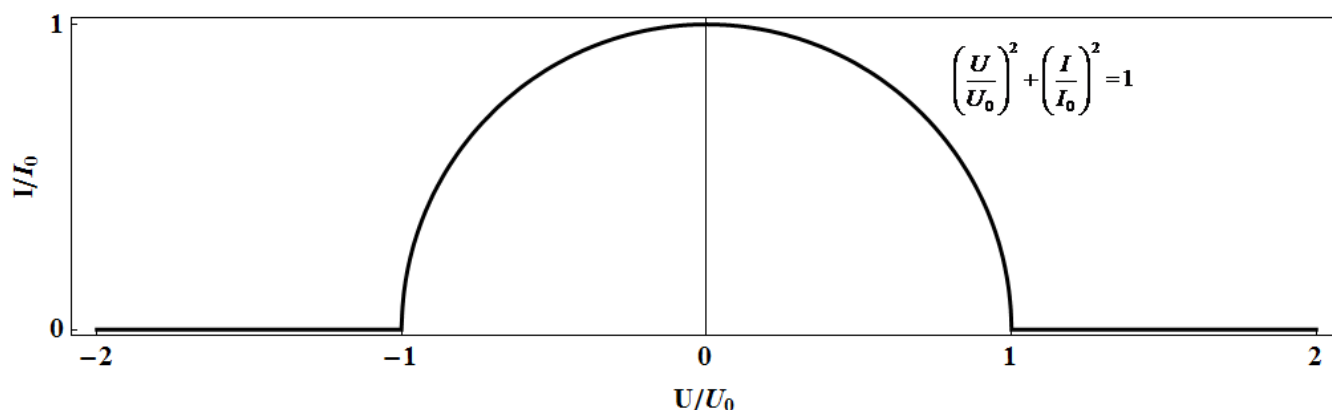
- 1) В электрической схеме, показанной на рисунке, все вольтметры одинаковые и имеют сопротивление $R = 1,00$ кОм . Найдите показания всех вольтметров, если к ним подключен идеальный источник с напряжением $\mathcal{E} = 9,00$ В.



Вместо одного из вольтметров подключают черный ящик, вольтамперная характеристика которого имеет вид, показанный на рисунке внизу, где $U_0 = 1,00$ В и $I_0 = 1,00$ мА. В дальнейшем считайте, что напряжение, даваемое источником, можно регулировать.



Продолжительность тура 5 часов.



- 2) Какой элемент обязательно находится внутри черного ящика?
- 3) Найдите максимальную мощность, развиваемую черным ящиком.
- 4) Найдите напряжение \mathcal{E} источника, при котором черный ящик развивает максимальную мощность. Чему равны при этом показания вольтметров?
- 5) Найдите показания вольтметров при напряжении источника равном нулю.
- 6) Найдите показания вольтметров при напряжении источника равном $\mathcal{E} = 3,00$ В.
- 7) Найдите напряжение источника, при котором сила тока в черном ящике максимальна.
- 8) Найдите показания вольтметров при напряжении источника равном $\mathcal{E} = 2,10$ В.
- 9) Максимальное напряжение источника, при котором сила тока не равна нулю.