

**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по физике.
2023-24 учебный год. 10 класс. Максимальный балл – 50.**

Задача №1

Два калориметра (первый – только с водой, второй – только со льдом) одновременно ставят на нагреватели одинаковой мощности. Начальная температура в обоих калориметрах $t = 0^\circ\text{C}$. В момент времени $\tau = 6$ мин первый калориметр сняли с нагревателя и всю воду из него плавно перелили во второй калориметр. На рис. 10.1 показано, как менялась масса воды (в жидком состоянии) во втором калориметре с течением времени. Удельная теплоемкость воды $c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 330 \text{ кДж/кг}$. Потерями тепла пренебречь.

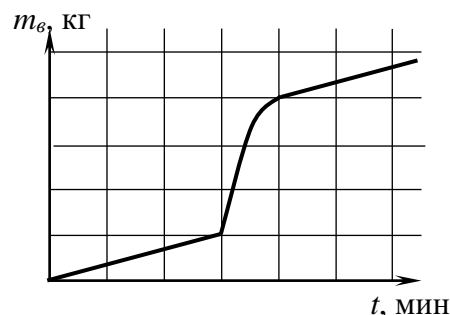


Рис. 10.1

Определите:

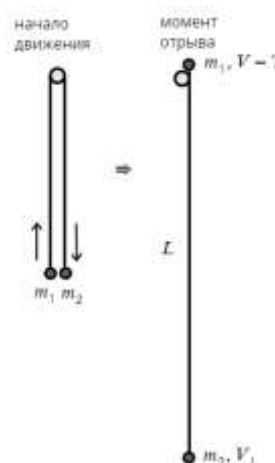
1. мощность нагревателя P ;
2. массу воды m_w , которая была перелита из первого калориметра во второй.

Задача №2

Через идеальный небольшой неподвижный блок перекинута нить длиной L , к концам которой подвешены два маленьких шарика массами m_1 и m_2 . Изначально шарики находились неподвижно на одной высоте над землёй. Двигаясь по блоку, шарик массой m_1 облетает его, и нить отрывается от блока.

1. Определить скорость \vec{V} (направление и модуль) шарика с меньшей массой в момент отрыва нити от блока, если известно, что шарик с большей массой двигался в этот момент времени со скоростью V_1 .

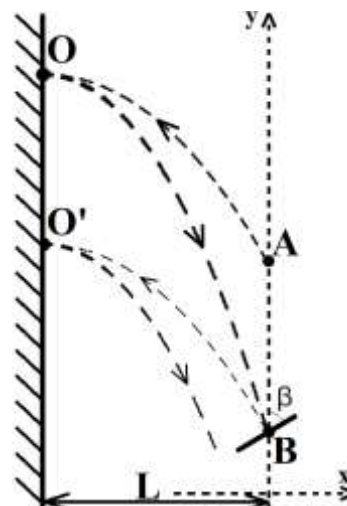
2. После отрыва от блока конструкция летит по воздуху, причём нить всегда натянута. В итоге, шарики падают на землю одновременно. На каком расстоянии от блока (по горизонтали) оказался шарик с меньшей массой в момент касания земли?



Размерами блока и шариков, сопротивлением воздуха пренебречь. Считать, что взаимодействие шарика с блоком происходит без потерь энергии.

Задача № 3

Гладкая ракетка поступательно движется вдоль вертикальной оси y , отстоящей от неподвижной стенки на расстояние L . Поверхность ракетки наклонена под углом β к вертикали (см. рис). Между ракеткой и стенкой движется лёгкий шарик, масса которого мала по сравнению с массами остальных объектов. Траектория шарика показана на рисунке. Ракетка движется так, что перед каждым ударом шарика о стенку его скорость горизонтальна и равна v_0 . Рассмотрим различные модели описанного движения.



Модель №1. Будем считать удары шарика о стенку и ракетку абсолютно упругими, а ракетку, как следствие, неподвижной.

Вопрос №1: Определите угол β для этой модели.

Модель №2.

Введём коэффициент потерь энергии k при соударении шарика со стенкой следующим образом:

$$E_{\text{кин},2} = k \cdot E_{\text{кин},1},$$

где $E_{\text{кин},1}$ и $E_{\text{кин},2}$ – кинетическая энергия шарика до и после соударения соответственно и $0 < k < 1$.

Удары о ракетку продолжаем считать упругими. Из-за потерь энергии шарик будет «дрейфовать» вниз.

Вопрос №2: Найдите скорость «дрейфа» шарика $v_{\text{др}}$, т.е. отношение перемещения шарика ко времени за достаточно большое число ударов.

Вопрос №3: Определите угол β и проекцию скорости ракетки на ось y в момент соударения с шариком в этой модели, если реализуется описанное выше движение.

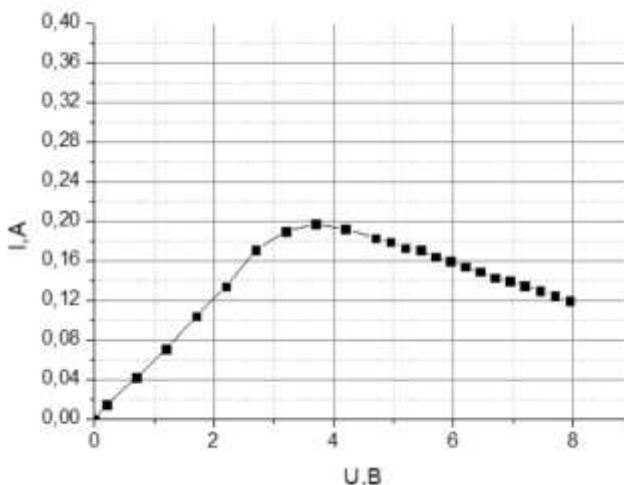
Задача №4

На графике представлена вольт-амперная характеристика нелинейного нагревательного элемента. Его сопротивление изменяется из-за нагрева, когда по нему протекает значительный электрический ток. Данная ВАХ получена в стационарных условиях, для снятия каждой точки дожидались установления теплового равновесия.

Вопрос №1: Каким будет начальный ток, если нагреватель при комнатной температуре подключить к источнику с напряжением 6 В? Считайте, что температура нагревателя не успевает существенно измениться.

Вопрос №2: Какой ток будет протекать через нагреватель спустя длительное время, если его подключить к источнику с напряжением 6 В с последовательно подключенным дополнительным сопротивлением 30 Ом?

Вопрос №3: Температура нагревателя практически перестает изменяться при увеличении напряжения источника выше некоторого значения. Определите это значение напряжения.



Задача №5

Инженер конструкторского бюро Н.Е.Летайло поручил лаборанту Винтику решить задачу:

«Искусственный спутник массой $M = 2$ т (полная масса спутника вместе с топливом) движется по круговой орбите Луны со скоростью $v_1 = 1600$ м/с. Для спуска и посадки на поверхность Луны спутник должен снизить скорость до $v_2 = 800$ м/с и перейти на эллиптическую орбиту. Для этого на малое время включаются двигатели, тормозящие спутник.

Из экспериментов, проведенных с прототипом спутника, известно, что скорость истечения топлива u относительно спутника зависит от массы истраченного топлива m следующим образом:

$$u(m) = (M - m) \cdot (C_0 - C \cdot m),$$

где M – масса спутника, C_0, C – некоторые коэффициенты.

В таблице приведены экспериментальные данные, отображающие зависимость $u(m)$:

m, т	0	0,01	0,01	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4
u, м/с	3200	3197,3	3211	3037,1	2847,9	2508,1	1921,5	1356,2	926	649,7	271,1	111

Определите:

- 1) значения коэффициентов C_0, C ;
- 2) массу топлива m , которое необходимо сжечь для осуществления данного маневра.

Оценка погрешности в данной задаче не требуется.

Примечание: Инженер на полях дописал формулу:

$$v_1 - v_2 = C_0 \cdot m - \frac{C}{2} \cdot m^2$$