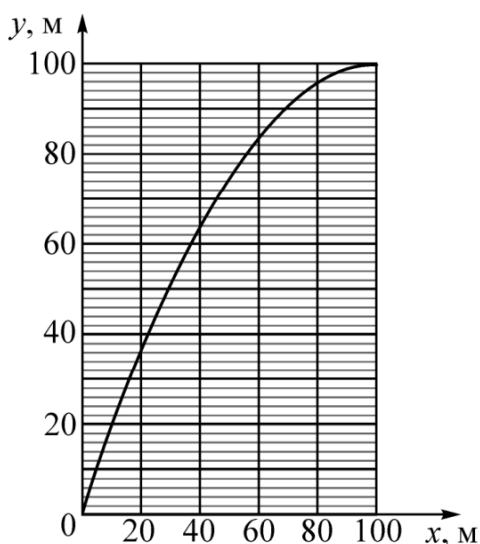


МОШ, 2011/12, заключительный этап, 9 класс

Условия, ответы и решения

1 Лодка в реке

Лодка отплыла от берега реки, текущей со скоростью, постоянной по всей ширине реки. В системе отсчета, связанной с водой, лодка все время двигалась перпендикулярно берегу, причем движение было равнозамедленным, с начальной скоростью 2 м/с. На рисунке изображен вид сверху на траекторию лодки в системе отсчета, связанной с берегом реки. Ось x направлена вдоль берега реки, ось y — перпендикулярно берегу. Определите скорость течения реки и модуль ускорения лодки.



Подсказка

Вдоль берега лодка движется равномерно со скоростью течения, поперёк — равнозамедленно. Заметьте, что в конце траектории лодка остановилась относительно воды.

Ответ

Скорость течения реки 1 м/с, модуль ускорения лодки $0,02 \text{ м/с}^2$.

2 Лыдина с грузом и школьником

Когда на льдину поставили груз массой $M = 90 \text{ кг}$, объем ее надводной части уменьшился на 30%. Потом на льдину вышел школьник Антон, и объем надводной части уменьшился еще на 30%. Найдите массу Антона и массу льдины. Отношение плотностей льда и воды $\rho_{\text{л}} : \rho_{\text{в}} = 0,9$.

Подсказка

Выразите объём надводной части через массу всего, что плавает: он равен полному объёму льдины минус объём погружённой части.

Ответ

Масса льдины $M_0 = 30M = 2700$ кг, масса школьника $m = 0,7M = 63$ кг.

3 Подобные кипятильники

Школьницы Алиса и Василиса нагревают воду в полных стаканах при помощи кипятильников. Кипятильник Василисы является точной копией кипятильника Алисы, увеличенной в три раза, а стакан Василисы — увеличенной в два раза копией стакана Алисы. Кипятильники включают в розетки с одинаковым напряжением. Вода у Алисы закипает за 3 минуты. За какое время закипит вода у Василисы? Считать, что вся выделяющаяся энергия идет на нагревание воды. Теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Подсказка

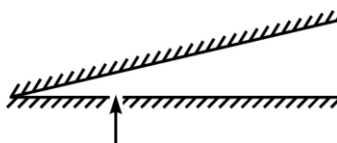
Как меняются сопротивление спирали, мощность и масса воды при увеличении всех размеров в k раз?

Ответ

$\tau_B = 8$ мин.

4 Два зеркала под углом

Два зеркала сложены под углом 7° . Школьник Станислав направил через маленькое отверстие в одном из зеркал луч лазерной указки перпендикулярно этому зеркалу. Сколько всего отражений испытает луч от этих зеркал?



Подсказка

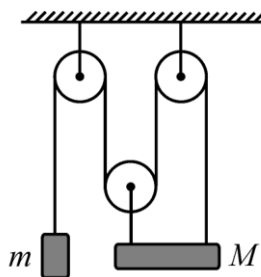
Проследите, как меняется угол луча с перпендикуляром к зеркалу после каждой пары отражений, и когда луч перестанет падать на зеркала.

Ответ

12 отражений.

5 Грузы и блоки

Изображенная на рисунке система состоит из грузов массами m и M , двух неподвижных и одного подвижного блока. Не лежащие на блоках участки нитей вертикальны. Определите ускорения грузов, считая, что груз массой M при движении сохраняет горизонтальное положение, нити невесомы и нерастяжимы, блоки легкие, трения нет.



Подсказка

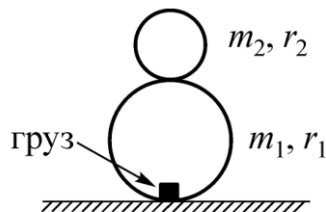
Из нерастяжимости нитей найдите связь перемещений грузов, затем запишите второй закон Ньютона для каждого груза, учитывая, что у лёгкого блока сила натяжения с двух сторон одинакова.

Ответ

Проекции ускорений грузов массами M и m на ось, направленную вниз: $a_M = \frac{(M - 3m)g}{M + 9m}$ и $a_m = -3a_M = -\frac{3(M - 3m)g}{M + 9m}$.

6 Неваляшка

Детская игрушка «неваляшка» состоит из двух пластмассовых шаров радиусами $r_1 = 9$ см и $r_2 = 6$ см (см. рисунок), полых внутри. Игрушка стоит на горизонтальном столе. В нижней точке нижнего шара закреплён маленький груз массой $M = 250$ г. «Неваляшка» обладает следующим свойством: если её положить набок, так, чтобы оба шара касались стола, и отпустить, то она «встанет» и вновь примет вертикальное положение. При каких массах m_1 и m_2 нижнего и верхнего шаров соответственно игрушка обладает этим свойством? Считать, что центры масс шаров совпадают с их геометрическими центрами.



Подсказка

Положение равновесия устойчиво, если в наклонённой игрушке момент силы тяжести груза относительно точки касания стола больше момента силы тяжести верхнего шара.

Ответ

Масса m_1 может быть любой, а $m_2 < \frac{Mr_1}{r_1 + r_2} = 150$ г.

7 Медный комок в воде

Вася нашел старую медную проволоку с сильно попорченной изоляцией. Намереваясь сдать в пункт приема цветных металлов медь, он скомкал проволоку и бросил комок в костер. После такой обработки полностью избавленная от изоляции медь массой 2 кг имела температуру 600 °С. Вася зацепил проволоку железным крючком и, не торопясь, опустил горячий комок проволоки в открытое ведро с 5 литрами воды при начальной температуре 20 °С. Когда перестало раздаваться шипение, Вася круговыми движениями комка проволоки перемешал воду в ведре. Какой стала температура воды в ведре после того, как медь остыла? Удельная теплоемкость меди равна примерно 380 Дж/(кг·°С), удельная теплоемкость воды 4200 Дж/(кг·°С), удельная теплота испарения воды 2,3 МДж/кг.

Подсказка

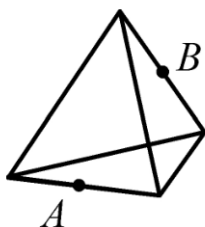
Шипение означает, что часть воды у комка нагрелась до кипения и испарилась. Составьте два уравнения теплового баланса: пока шипит, и после выравнивания температур.

Ответ

Температура воды в ведре стала равной примерно 23 °С.

8 Проволочная пирамида

Из проволоки сделали правильную треугольную пирамиду, все ребра которой имеют одинаковую длину и сопротивление R . К серединам двух противоположных взаимно перпендикулярных ребер подсоединили выводы A и B омметра — прибора для измерения сопротивлений. Что покажет омметр?



Подсказка

Используйте симметрию: найдите точки пирамиды с равными потенциалами и перерисуйте схему через последовательные и параллельные соединения.

Ответ $3R/4.$

Источник: Московская олимпиада школьников по физике, 2011/12, заключительный этап, 9 класс — условия (1), условия (2), решения (1), решения (2). Задачи перенабраны на botay.pro, решения — по официальным.