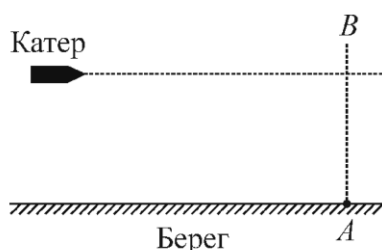


МОШ, 2014/15, заключительный этап, 10 класс

Условия

1 Волны от катера у берега

По спокойной поверхности озера плывёт маленький катер, траектория которого параллельна прямой линии берега и лежит от него на расстоянии L . Стоящий в точке A наблюдатель увидел, что первая волна от катера достигла точки A спустя время t после того, как катер пересёк прямую AB , перпендикулярную берегу (см. рис). После этого волны ударили о берег в этом месте с периодом T . Расстояние между соседними гребнями волн равно λ . Найдите скорость катера.



2 Бусинка на вертикальном кольце

В вертикальной плоскости закреплено круглое кольцо радиусом R , на которое в верхней точке надета бусинка массой m . После небольшого толчка бусинка начинает соскальзывать вниз по кольцу под действием силы тяжести. Всеми силами трения можно пренебречь.

1. С какой силой бусинка давит на кольцо в точке, лежащей на его горизонтальном диаметре?
2. Чему равен модуль импульса бусинки в момент, когда она не давит на кольцо?

3 Смеситель с двумя кранами

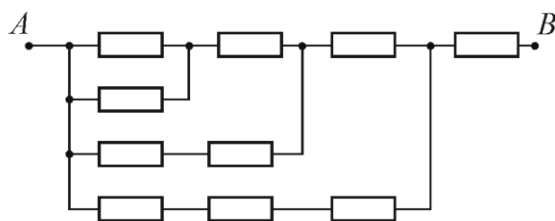
На водопроводном смесителе установлены два крана — холодный и горячий. Краны одинаковы по своей конструкции — она такова, что количество воды, протекающее через каждый кран за одну секунду, пропорционально углу поворота крана при его открывании. Если повернуть холодный кран на угол $\alpha_1 = 180^\circ$, а горячий кран — на угол $\beta_1 = 60^\circ$, из крана потечёт вода температурой $t_1 = 36^\circ\text{C}$. Если же повернуть холодный кран на угол $\alpha_2 = 120^\circ$, а горячий кран — на угол $\beta_2 = 90^\circ$, то из крана потечёт вода температурой $t_2 = 48^\circ\text{C}$. Найдите температуру воды, текущей из крана, когда холодный кран повернут на угол $\alpha_3 = 160^\circ$, а горячий кран повернут на угол $\beta_3 = 80^\circ$. Потерями теплоты в смесителе пренебречь.

4 Аргон под поршнем с водой

В нижней части вертикального цилиндрического сосуда, разделённого подвижным лёгким поршнем, находится аргон. Верхняя часть сосуда полностью заполнена водой массой $m = 1$ кг и открыта в атмосферу. При температуре $t_1 = 27^\circ\text{C}$ поршень расположен на высоте, составляющей $1/4$ высоты сосуда. После нагревания всей системы до температуры $t_2 = 127^\circ\text{C}$ равновесие достигается при расположении поршня на $1/2$ высоты сосуда. Найдите площадь S поперечного сечения сосуда и высоту H сосуда. Атмосферное давление $p_0 = 10^5$ Па. Абсолютный нуль считайте равным $t_0 = -273^\circ\text{C}$, плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³, ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

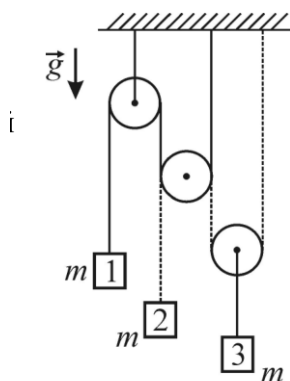
5 Перерезанный провод в цепи

Участок AB электрической цепи, схема которого показана на рисунке, состоит из одинаковых резисторов и проводов, сопротивление которых пренебрежимо мало. Сопротивление этого участка цепи равно $R_1 = 219$ Ом. После того, как школьник Вася перерезал один из проводов, сопротивление участка AB стало равным $R_2 = 255$ Ом. В каких точках Вася мог перерезать провод? Укажите две такие точки. Ответ обоснуйте.



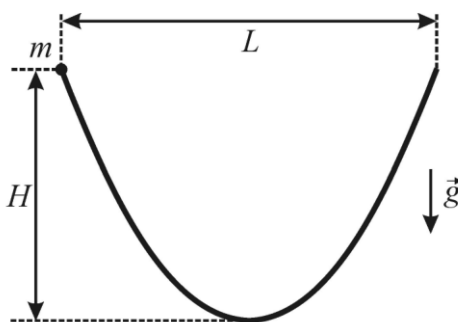
6 Система блоков с тремя грузами

Система, показанная на рисунке, состоит из трёх блоков, трёх одинаковых грузов, двух нитей (первая нить показана на рисунке сплошной линией, вторая — пунктирной) и короткой верёвочки. К концу первой нити, перекинутой через средний и левый блоки, прикреплен первый груз массой m . К концу второй нити, перекинутой через правый и средний блоки, прикреплен второй груз массой m . Третий груз такой же массой подвешен на верёвочке к оси правого блока. Участки нитей, не лежащие на блоках, вертикальны. Все блоки и нити можно считать невесомыми, нити и верёвочку нерастяжимыми, а силы трения пренебрежимо малы. При вращении среднего блока первая и вторая нити не мешают друг другу. Найдите модули ускорений грузов.



7 Бусинка на параболической проволоке

Отрезок проволоки изогнут в виде симметричного участка параболы и расположен так, что ось её симметрии вертикальна. На этот отрезок надевают маленькую бусинку массой m , удерживая её у одного из краёв проволоки. Затем бусинку отпускают без начальной скорости, и она начинает скользить по проволоке под действием силы тяжести. Найдите модуль силы, с которой бусинка будет давить на проволоку, находясь в самой нижней точке своей траектории. Трение пренебрежимо мало. Размеры L и H , указанные на рисунке, известны.



8 Цикл из политропных процессов

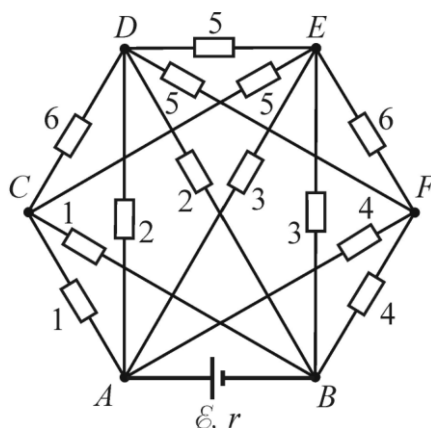
Один моль идеального газа участвует в циклическом процессе $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$ тепловой машины, работающей в режиме теплового двигателя. В состоянии 1 газ имеет температуру T_1 и объём V_1 . Известно, что все переходы газа из одного состояния в другое — политропические. Показатель политропы процесса $2 \rightarrow 3$ на единицу больше показателя политропы процесса $3 \rightarrow 1$ и на единицу меньше показателя политропы процесса $1 \rightarrow 2$. В процессе $1 \rightarrow 2$ объём газа увеличивается в k раз. Один из процессов цикла — изотермический, причём в этом процессе объём газа изменяет своё значение в максимально широких пределах в этом цикле.

1. Определите объём и температуру газа в состоянии 3.
2. Изобразите на pV -диаграмме цикл, соответствующий условию задачи, указав для каждого из процессов его показатель политропы.

Справка: Политропическим называется процесс, в течение которого теплоёмкость газа не изменяется: $C = \text{const}$. Уравнение такого процесса имеет вид $pV^n = \text{const}$, или $p_1 V_1^n = p_2 V_2^n$. Величину n называют показателем политропы.

9 Мощность в цепи ACDEFB

Найдите тепловую мощность, выделяющуюся в участке $ACDEFB$ цепи, подключённом в точках A и B к батарее с ЭДС $\mathcal{E} = 5$ В и внутренним сопротивлением $r = 1,04$ Ом. Сопротивления резисторов указаны на схеме в Ом, сопротивлением соединительных проводов можно пренебречь. Провода соединены только в местах, обозначенных точками.

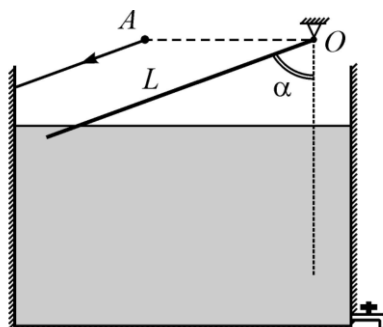


10 Палочка в жидкости и лазерный луч

Отличник Тимофей уравновесил тонкую однородную палочку, прикрепленную одним концом к шарниру, опустив другой её конец в вертикальный сосуд с жидкостью. При этом палочка находилась в равновесии, располагалась под углом α к вертикали и была погружена в жидкость на $1/n$ часть своей длины. Площадь горизонтального поперечного сечения сосуда S , длина палочки L , плотность её материала ρ . Стенки сосуда и поверхность палочки посеребрены.

В некоторой точке A над поверхностью жидкости, на одной высоте с точкой крепления палочки, экспериментатор Тимофей расположил выходное окно лазерной указки, и направил от

неё на стенку сосуда узкий световой луч, идущий параллельно палочке. Этот луч, распространяясь только в воздухе, отразился от стенки сосуда, затем отразился от палочки, и вернулся обратно в точку A . Но тут «добрая» подруга Анфиса решила привлечь внимание Тимофея и приоткрыла кран, через который жидкость начала медленно выливаться из сосуда. Тимофей сначала рассердился, но быстро успокоился, так как понял, что через некоторое время луч всё равно вернётся в точку A — главное, вовремя закрыть кран! Какую массу жидкости следует вылить из сосуда для того, чтобы при неизменном угле падения света на стенку сосуда луч света, испущенный из точки A , распространяясь только в воздухе, опять вернулся в эту точку?



Источник: Московская олимпиада школьников по физике, 2014/15, заключительный этап, 10 класс — условия (1), условия (2), решения (1), решения (2). Задачи перенабраны на botay.pro, решения — по официальным.