

МОШ, 2010/11, отборочный этап, 11 класс

Условия, ответы и решения

1 Человек в лодке

Человек массой 80 кг переходит с носа на корму первоначально покоящейся лодки массой 120 кг и длиной 5 м. На какое расстояние сместится при этом лодка? Ответ выразите в м.

Подсказка

Система «человек + лодка» замкнута по горизонтали, поэтому её центр масс не смещается. Запишите это условие через смещения человека и лодки относительно берега.

2 Газ по обе стороны поршня

Закрытый горизонтальный цилиндр с гладкими стенками разделен на две части подвижным тонким поршнем. Слева от поршня в цилиндре имеется некоторое количество газа при температуре -73°C , а справа от поршня — такое же количество этого газа при температуре 27°C . Поршень находится в равновесии. Общий объем цилиндра 500 см^3 . Определите объем, занимаемый газом в левой части цилиндра. Ответ приведите в кубических сантиметрах.

Подсказка

В равновесии давления газа слева и справа от поршня равны. Запишите уравнение состояния для каждой части и учтите, что количества газа одинаковы.

3 Нулевое поле двух зарядов

Электрическое поле создается двумя положительными точечными зарядами $9 \cdot 10^{-9}$ Кл и $4 \cdot 10^{-9}$ Кл. Чему равно расстояние между этими зарядами, если известно, что точка, в которой напряженность электрического поля равна нулю, находится на расстоянии 33 см от большего заряда? Ответ приведите в сантиметрах.

Подсказка

Для двух положительных зарядов поле равно нулю между ними, где поля направлены навстречу друг другу. Приравняйте модули напряженностей в этой точке.

4 ЭДС батареи

Батарея, замкнутая на сопротивление 5 Ом, дает ток в цепи 5 А, а замкнутая на сопротивление 2 Ом, дает ток 8 А. Определите ЭДС батареи, выразив ее в В.

Подсказка

Запишите закон Ома для полной цепи дважды; неизвестны ЭДС и внутреннее сопротивление батареи.

5 Пловец и бег по берегу

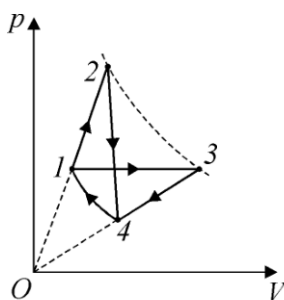
Пункты A и B находятся на противоположных берегах реки шириной $L = 50$ м. Берега реки параллельны друг другу, а прямая AB им перпендикулярна. Пловец хочет вплавь попасть из пункта A в пункт B , но, определив скорость течения, понимает, что это невозможно. Тогда он решает отбежать от пункта A вдоль берега до точки C , а потом уже вплавь добраться до пункта B . На какое расстояние от пункта A он должен отбежать, чтобы попасть в пункт B за минимальное время? Чему равно это время? Скорость течения реки $u = 3$ м/с, скорость, с которой пловец бежит по берегу, $v = 7$ м/с, скорость, с которой он плавает относительно воды, $v_{\text{отн}} = 1$ м/с. Считайте, что скорость течения одинакова по всему поперечному сечению реки.

Подсказка

Скорость пловца относительно воды меньше скорости течения, поэтому он должен плыть против течения под некоторым углом к берегу. Выразите полное время через этот угол и найдите минимум.

6 КПД двух циклов

На рисунке изображены pV -диаграммы двух циклических процессов: $1-2-4-1$ и $1-3-4-1$, совершаемых над одинаковыми количествами идеального одноатомного газа, причем участок $4-1$ — изотермический, а температуры в точках 2 и 3, а также давления в точках 1 и 3 одинаковы. Чему равно отношение $n = \frac{\eta_{1241}}{\eta_{1341}}$, где η_{1241} — КПД цикла $1-2-4-1$, а η_{1341} — КПД цикла $1-3-4-1$?



Подсказка

Для каждого цикла найдите работу как площадь и количество теплоты, полученное газом, через изменение внутренней энергии и работу на участках нагрева.

7 Три чайника

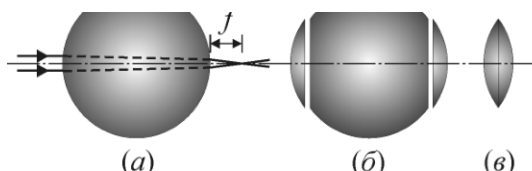
Три одинаковых электрических чайника заполнили одинаковыми количествами воды. Первый чайник включили в сеть с напряжением $U_1 = 220$ В, второй — в сеть с напряжением $U_2 = 127$ В, третий — в сеть с неизвестным напряжением. Для каждого чайника измерили время, прошедшее с момента закипания воды до ее полного выкипания. Оказалось, что в первом чайнике вода выкипела в $k = 9$ раз быстрее, чем во втором, а в третьем вода, достигнув температуры кипения, так и не закипела. К сети с каким напряжением U_3 подключили третий чайник? Зависимостью сопротивления спиралей чайников от температуры можно пренебречь.

Подсказка

После закипания часть мощности уходит в окружающую среду как потери, а оставшаяся идёт на испарение. Составьте уравнение для времени выкипания каждого чайника и учтите, что в третьем чайнике подводимая мощность равна мощности потерь.

8 Стекланный шар и склеенные сегменты

На шар из стекла с показателем преломления $n = 1,5$ направили узкий пучок параллельных лучей, ось которого проходит через центр шара, и установили, что пучок фокусируется на оси на расстоянии $f = 5$ см от точки, диаметрально противоположной точке падения (см. рис. (а)). Затем шар разрезали на три части, как показано на рис. (б), удалили его середину и склеили два расположенных по бокам шаровых сегмента клеем с показателем преломления n (рис. (в)). Каково фокусное расстояние F двояковыпуклой линзы, получившейся в результате этого? Эту линзу считайте тонкой.



Подсказка

По фокусу шара найдите его радиус. Затем учтите, что клей имеет тот же показатель преломления, что и стекло, и найдите оптическую силу каждого сегмента как сферической поверхности.