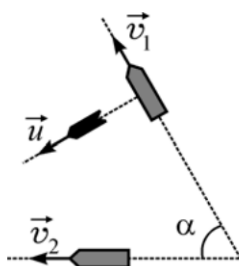


МОШ, 2012/13, заключительный этап, 11 класс

Условия

1 Лайнеры и катера

Круизные лайнеры «Первый» и «Второй» плывут равномерно и прямолинейно. Угол между их курсами равен $\alpha = 60^\circ$, скорость «Первого» $v_1 = 35$ км/ч, скорость «Второго» $v_2 = 31,6$ км/ч. С лайнера «Первый» с временным интервалом в несколько часов отплывают два катера, которые, двигаясь с постоянной одинаковой скоростью, перпендикулярной курсу «Первого», точно приплывают ко «Второму». Определите скорость u катера.



2 Гантель на гладкой поверхности

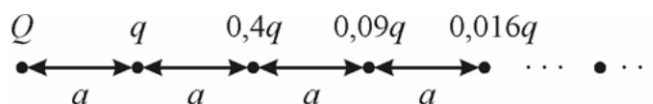
Гантель, состоящая из двух шариков массами m и $2m$ и лёгкого стержня длиной L , поставлена вертикально на гладкую горизонтальную поверхность более массивным шариком вниз. После небольшого толчка нижний шарик гантели начинает двигаться по горизонтальной поверхности, а верхний — двигаться в пространстве. Найдите модули скоростей V_1 и V_2 шариков в зависимости от синуса угла наклона β гантели к горизонту. Ускорение свободного падения равно g .

3 КПД цикла из изотерм и изохор

Идеальный газ сначала изотермически расширяют, затем охлаждают при постоянном объёме, пока его температура (в кельвинах) не уменьшится в два раза, после чего газ изотермически сжимают до первоначального объёма и, наконец, завершая циклический процесс, изохорно возвращают в исходное состояние, сообщая такое же количество теплоты, что и при изотермическом расширении. Определите КПД этого цикла.

4 Сила на заряд в бесконечной системе

Найдите модуль электростатической силы, действующей на точечный заряд Q в бесконечной системе точечных зарядов, изображённой на рисунке. Все заряды закреплены в вакууме на одной прямой, имеют одинаковый знак, расстояния между соседними зарядами одинаковы и равны a .



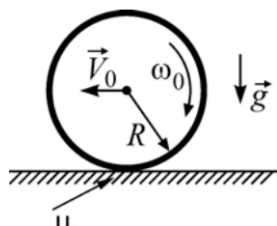
5 Разряд конденсатора на две катушки

Заряженный конденсатор ёмкостью C , электростатическая энергия которого равна W , начинает разряжаться через две соединённые параллельно катушки индуктивностями L и $2L$. Какой будет максимальная энергия катушки индуктивностью L в процессе возникающих колебаний? Сопротивлением электрической цепи пренебречь.

6 Хула-хуп с проскальзыванием

«Игра с хула-хупом». «Хула-хуп» — это обруч, который девушки крутят на талии, а спортсменки проделывают с ним и другие «фокусы». Например, закручивают его в вертикальной плоскости и толкают от себя по горизонтали, после чего вращающийся обруч, проскальзывая по полу, отъезжает от них на некоторое расстояние и возвращается обратно.

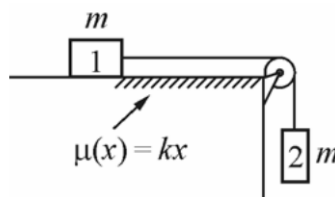
Сформулируем задачу так: обруч радиусом R в момент толчка (см. рисунок) закручен вокруг горизонтальной оси до угловой скорости ω_0 , и ему придали скорость $\vec{V}_0$, направленную вдоль пола перпендикулярно оси вращения. Коэффициент трения обруча об пол равен μ .



1. На какое максимальное расстояние в направлении скорости $\vec{V}_0$ обруч удалится от начальной точки?
2. Какова будет его угловая скорость в момент остановки?
3. С какой скоростью он будет катиться после окончания проскальзывания по полу?
4. Как связаны V_0 и ω_0 , если проскальзывание прекращается в момент возврата в исходную точку?

7 Груз с трением, зависящим от координаты

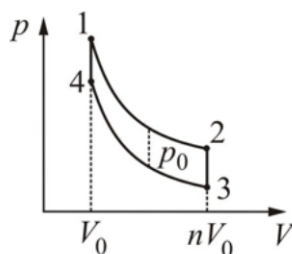
На длинном горизонтальном столе лежит груз 1 массой m , к которому привязана лёгкая нерастяжимая нить. Эта нить перекинута через установленный на краю стола невесомый блок, который может вращаться без трения, и ко второму концу нити прикреплён такой же груз 2. Сначала груз 1 удерживают неподвижно, так, что груз 2 свободно висит на нити, а затем груз 1 отпускают без начальной скорости. При движении системы на груз 1 действует сила сухого трения, причём коэффициент трения скольжения зависит от координаты x груза 1 по закону $\mu(x) = kx$ (координата x отсчитывается от начального положения груза 1).



1. Какой путь пройдёт груз 1 после отпускания?
2. Какую максимальную скорость будут иметь грузы в процессе движения этой системы?
3. Найдите максимальное значение модуля силы натяжения нити в процессе движения этой системы.
4. Изобразите график зависимости проекции ускорения груза 1 на направление его движения от координаты x и график зависимости модуля силы натяжения нити от времени.

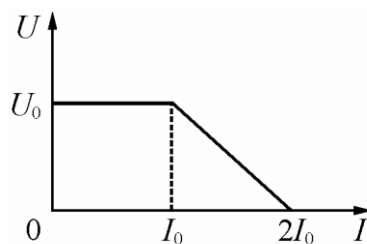
8 Цикл с адиабатой и изохорами

Над идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1–2–3–4–1, график которого изображён на pV -диаграмме. Минимальный объём газа равен V_0 , а максимальный — в n раз больше. Участки 2–3 и 4–1 — изохоры, участок 3–4 — адиабата, а участок 1–2 получен из участка 3–4 сдвигом на отрезок длиной p_0 вверх вдоль оси давления. Определите количества теплоты, полученные или отданные на участках 1–2, 2–3, 4–1, а также КПД этого цикла.



9 Источник с защитой и конденсатор

На рисунке показана вольтамперная характеристика источника напряжения. Если сила тока в подключённой к источнику цепи меньше $I_0 = 1$ А, то напряжение на клеммах источника равно $U_0 = 10$ В. Если же сила тока в цепи превышает величину I_0 , то в источнике срабатывает защита от перегрузки, и напряжение U на его клеммах начинает убывать с ростом силы тока I по линейному закону, пока при силе тока $2I_0$ (ток короткого замыкания) напряжение U не обращается в ноль.



К клеммам этого источника подключили цепь, состоящую из последовательно соединённых резистора сопротивлением $R_0 = 15$ Ом и незаряженного конденсатора. К моменту, когда конденсатор полностью зарядился, в резисторе выделилось количество теплоты $Q_0 = 12$ мкДж. Затем цепь отсоединили от источника, разрядили конденсатор, заменили резистор на другой с сопротивлением $R_1 = 5$ Ом, и вновь подключили цепь к клеммам источника.

1. Чему равна максимальная сила тока, протекающего в цепях с резисторами R_0 и R_1 ?
2. Чему равна ёмкость включённого в цепь конденсатора?
3. Какое количество теплоты выделится в резисторе R_1 к моменту полной зарядки конденсатора?

10 Муравей в кривом зеркале

Глаз наблюдателя расположен так, что муравей и его изображение в «кривом» (сферическом) зеркале для наблюдателя имеют одинаковые угловые размеры и полностью «накладываются» друг на друга. Наблюдатель отодвинулся от зеркала на расстояние L вдоль линии, на которой находятся муравей и его изображение, и теперь видит, что угловой размер муравья составляет 75% от углового размера его изображения. Затем наблюдатель отодвинулся в том же направлении ещё на L , и угловой размер изображения стал в 1,5 раза больше углового размера муравья. Во сколько раз изображение муравья больше его самого? Каков радиус кривизны зеркала?

Источник: Московская олимпиада школьников по физике, 2012/13, заключительный этап, 11 класс — условия (1), условия (2), решения (1), решения (2). Задачи перенабраны на botay.pro, решения — по официальным.