

ЗАДАЧА № 1

Космический корабль движется без ускорения в открытом космосе вдали от других планет. В некоторый момент экипаж обнаруживает на расстоянии l от себя объект, относительно которого скорость корабля равна V и направлена перпендикулярно направлению на объект. Экипаж принимает решение как можно быстрее сблизиться с объектом, для чего немедленно приступает к маневру с максимально возможным (по модулю) ускорением a . Чему равно минимальное время сближения, если объект продолжает двигаться без ускорения? Релятивистскими эффектами пренебречь.

ЗАДАЧА № 2

Глобус радиусом $R=1,5$ метра установлен так, что его ось занимает вертикальное положение. На его северном полюсе устанавливают легкий упругий шарик, после чего по нему наносят, как в бильярде, горизонтальный удар тяжелым кием. Какой должна быть скорость кия (V_0) при ударе, чтобы шарик отделился от глобуса на параллели 60° северной широты? Считать удар центральным и абсолютно упругим, массу кия $M \gg m$, массы шарика, $g=10\text{м/с}^2$. Трением и сопротивлением воздуха пренебречь.

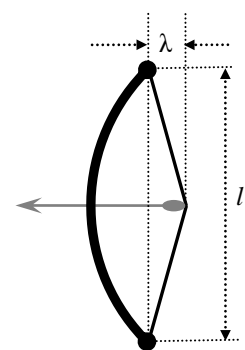
ЗАДАЧА № 3

Кубик со стороной a , изготовленный из материала плотности ρ , лежит на очень длинной доске. Вдоль доски дует ветер, оказывающий давление p на любую вертикальную поверхность. Однако сила давления ветра на кубик ($F = pa^2$) **намного меньше** силы трения кубика о доску, коэффициент которого равен μ . В некоторый момент $t_0=0$ доска, как целое, начинает совершать горизонтальные гармонические колебания вдоль своей длины с достаточно большой частотой ω так, что скорость ее относительно земли изменяется во времени по закону $V(t) = V_0 \sin(\omega t)$. Определить установившуюся среднюю скорость кубика $\langle v \rangle$ через достаточно большой промежуток времени после начала колебаний доски (когда $\omega t \gg 2\pi$). Длину доски считать неограниченной.

ЗАДАЧА №4

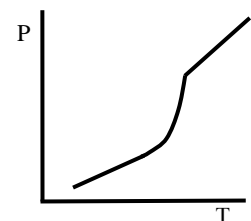
Расстояние между концами упругой дуги лука (без тетивы) несколько превосходит, естественно, длину самой тетивы, которая равна l . Она представляет собой легкий нерастяжимый трос с петлями на обоих концах. Тетиву натягивают на лук, сближая его концы на это самое расстояние l , для чего требуется усилие F_0 . После этого лук готов к выстрелу.

Стрелу массой m упирают задним концом в середину натянутой тетивы, оттягивают ее (см. рисунок) на расстояние λ ($\lambda \ll l$) и отпускают. С какой скоростью (V_0) стрела вылетит из лука? Какова длительность выстрела τ ? Считать, что натяжение тетивы (F_0) в процессе выстрела остается неизменным. Ответ дать в общем виде и отдельно для конкретного случая $l=1\text{м}$, $\lambda = 10\text{см}$, $m = 25\text{г}$, $F_0 = 1000\text{Н}$.



ЗАДАЧА № 5

В сосуде находится смесь воздуха, воды и водяных паров. Зависимость давления воздушно-паровой смеси от температуры приведена на диаграмме. Объем смеси в процессе измерений не менялся. По графику необходимо определить, каково в данном сосуде соотношение (m_B/m_{H_2O}) между массой воздуха (m_B) и общей массой воды во всех агрегатных состояниях (m_{H_2O}). Укажите алгоритм получения ответа. Считайте, что все газы подчиняются уравнению Клапейрона-Менделеева.

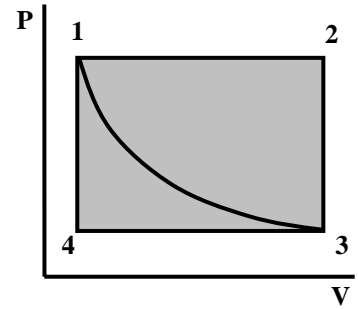


Задача № 6

В трех жестких герметичных сосудах находятся разные газы: в первом – гелий (He), во втором – азот (N_2), а в третьем – четыреххлористый углерод (CCl_4). Эти сосуды роняют в шахту глубиной $h = 600$ м. Попадая в песок на дне шахты, упавшие сосуды быстро останавливаются. Найти изменение температуры газа в каждом из сосудов (ΔT_1 , ΔT_2 и ΔT_3) сразу после удара о дно, считая, что сосуды не деформировались и не успели начать теплообмен с находящимися в них газами.

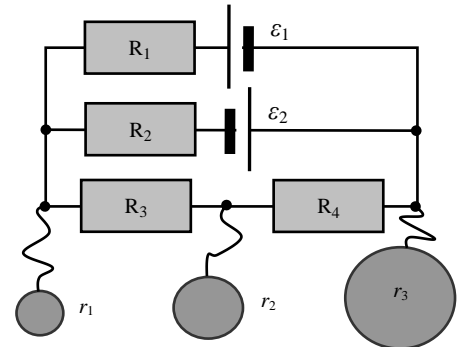
ЗАДАЧА № 7

Рабочим телом тепловой машины является одноатомный газ. Машина может работать по двум различным циклам: «1-2-3-1» и «1-3-4-1». Каждый цикл состоит из трех стандартных изопроцессов, которые представлены на PV -диаграмме (см. рисунок). Граничные точки этих процессов обозначены цифрами 1, 2, 3 и 4. Кривая «1-3» соответствует изотермическому процессу, в котором крайние значения объемов отличаются в k раз. В цикле «1-2-3-1» КПД машины равен η_1 . Определить КПД машины (η_2) в цикле «1-3-4-1».



Задача №8

В схеме, указанной на рисунке, все сопротивления одинаковы и равны $R = 10 \Omega$ (символ Ω – это стандартное обозначение единицы сопротивления «Ом»). Идеальные источники имеют ЭДС, соответственно, $\varepsilon_1 = 10$ В, $\varepsilon_2 = 20$ В. Три *взаимно удаленных друг от друга* металлических шара радиусами, соответственно, $r_1 = 9$ см, $r_2 = 18$ см и $r_3 = 27$ см подсоединены к схеме длинными тонкими проводами, как показано на рисунке. Найти (с указанием знака) заряды (q_1 , q_2 и q_3) на каждом из шаров, если изначально они были не заряжены. Напоминаем, что короткая жирная линия соответствует отрицательному полюсу источника.



ЗАДАЧА № 9

Протон (p) и α -частица (ядро изотопа 4He) издали летят навстречу друг другу по прямой («лоб в лоб») с начальными скоростями V_p и V_α , соответственно. Каким будет наименьшее расстояние (l_{\min}) между ними? Какими будут их скорости (v_p и v_α), когда они снова окажутся на большом расстоянии друг от друга? Все необходимые параметры считать известными. Принять массу протона равной массе нейтрона. Дефектом массы пренебречь.

ЗАДАЧА № 10

Два длинных параллельных горизонтальных металлических рельса, расстояние между которыми l , находятся в однородном вертикальном магнитном поле индукции B . Рельсы электрически изолированы от других объектов, но соединены друг с другом резистором с сопротивлением R . По рельсам без трения может скользить металлический стержень массы m . Стержню сообщают скорость V_0 вдоль рельсов (см. рис.). Какой путь (L) пройдет стержень до остановки и какое тепло (Q) выделится в этом процессе? Сопротивлением стержня и рельсов пренебречь.

