

ПРИЛОЖЕНИЕ 9.3
К КУРСАМ О.Ю.ШВЕДОВА

обобщающие олимпиадные задания

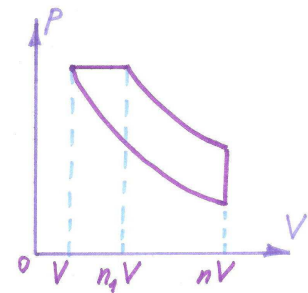
Москва — Курск — Орел — Рязань, 2011 г.

ВАРИАНТ 1

Э1.1 (ВМК, 2002) В момент, когда опоздавший пассажир вышел на перрон вокзала, с ним поравнялось начало предпоследнего вагона уходящего поезда. Желая определить, на сколько он опоздал, пассажир измерил время t_1 , за которое мимо него прошел предпоследний вагон, и время t_2 , за которое мимо него прошел последний вагон. Оказалось, что $t_1 = 9$ с, а $t_2 = 8$ с. Считая, что поезд двигался равноускоренно и длина вагонов одинакова, найдите, на какое время τ пассажир опоздал к отходу поезда.

Э1.2 (физфак, 1999) В бочке в вертикальном положении плавает пробирка массы M . В пробирку падает кусочек пластилина массы m . Пролетев по вертикали расстояние h , он прилипает к дну пробирки. Пренебрегая трением, найдите амплитуду колебаний пробирки, если площадь ее поперечного сечения равна S .

Э1.3 (МФТИ-1, 2.237) Цикл Дизеля, описывающий работу одноименного двигателя, состоит из изобары, изохоры и двух адиабат. Вычислите теоретический КПД, зная n и n_1 . Рабочим телом является идеальный одноатомный газ.

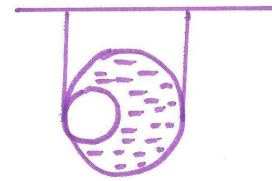


Э1.4 (ВМК, 2003) Два одинаковых плоских конденсатора емкостями $C = 200$ пФ каждый соединены параллельно, заряжены до напряжения $U = 2000$ В и отключены от источника. Какую работу A необходимо совершить, чтобы раздвинуть пластины одного из конденсаторов, увеличив зазор между ними в $k = 2$ раза?

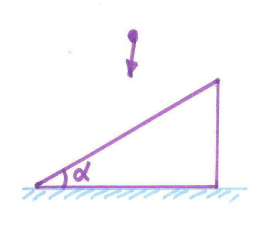
Э1.5 (физфак, 2005) В стеклянную прямоугольную кювету, две противоположные вертикальные стенки которой покрыты толстым слоем меди и подключены к сети постоянного тока с напряжением U , налит электролит плотностью d с удельным сопротивлением ρ . Расстояние между слоями меди равно L . Пренебрегая капиллярными явлениями, найдите форму поверхности электролита и образуемый ею угол с горизонтом, если кювета находится в сильном однородном вертикальном магнитном поле с индукцией B .

ВАРИАНТ 2

Э2.1 (ВМК, 2003) Шар радиусом a со сферической полостью радиусом $a/2$, центр которой смещен на расстояние $a/2$ от центра шара O , подвешен на двух вертикальных нитях так, что прямая, соединяющая центры шара и полости, горизонтальна. Во сколько раз n изменится натяжение левой нити, если шар полностью погрузить в жидкость, в которой он не плавает? Плотность жидкости $\rho_0 = 10^3 \text{ кг/м}^3$, шар сделан из материала плотностью $\rho = 2 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$. Жидкость в полость не проникает.



Э2.2 (ВМК, 2002) На горизонтальном столе покоится клин массой $M = 4 \text{ кг}$. Сверху на клин падает шарик массой $m = 1 \text{ кг}$, как показано на рисунке. Определите угол при основании клина α , если известно, что после упругого удара о клин шарик отскочил под углом $\beta = 45^\circ$ к вертикали. Трением пренебречь.



Э2.3 (Москва, 2.32) После теплых дней резко ударил мороз, и поверхность озера покрылась льдом. Через сутки после похолодания толщина льда составила $d_1 = 3 \text{ см}$. Строителям требуется переправить груз на противоположный берег озера, но для безопасности требуется лед толщиной не менее $d_2 = 10 \text{ см}$. Через сколько дней после установления морозов можно осуществить перевозку грузов, если погода не изменится?

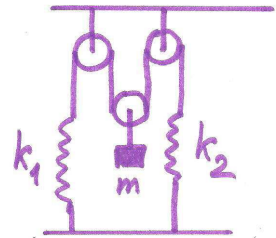
Э2.4 (химфак, 1999) Диод подключен к источнику синусоидального напряжения последовательно с резистором R . Действующее значение напряжения источника $U_0 = 15 \text{ В}$, сопротивление резистора $R = 12 \text{ Ом}$. Найдите величину сопротивления диода при прямом токе, если в цепи выделяется средняя мощность $P = 15 \text{ Вт}$. Обратным током диода пренебречь.

Э2.5 (МГУ-1, 774) Двояковыпуклая линза имеет фокусное расстояние $f_1 = 10 \text{ см}$. Одна из поверхностей линзы, имеющая радиус кривизны $R = 10 \text{ см}$, посеребрена. Постройте изображение предмета, даваемое данной оптической системой, и найдите положение изображения, если предмет находится на расстоянии $a = 15 \text{ см}$ от линзы.

ЭЗ.1 (ВМК, 2001) Стержень длиной $l = 0,85$ м скользит по горизонтальной плоскости. В некоторый момент времени скорости концов стержня оказались равными $v_1 = 1$ м/с и $v_2 = 1,5$ м/с, причем скорость первого из них направлена под углом $\alpha = 60^\circ$ к стержню. Найдите угловую скорость вращения стержня.

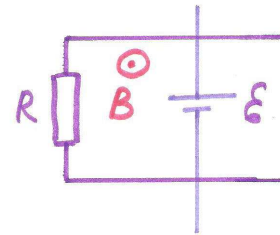


ЭЗ.2 (физфак, 2004) К концам нерастяжимой нити, перекинутой через три гладких блока, прикреплены пружины жесткостью k_1 и k_2 так, как показано на рисунке. При этом отрезки нити, не лежащие на блоках, вертикальны, а оси пружин совпадают с прикрепленными к ним вертикальными отрезками нитей. К оси легкого подвижного блока на нити подвешен груз массой m . Пренебрегая массой нитей и пружин, найдите максимальную амплитуду A вертикальных гармонических колебаний груза.



ЭЗ.3 (МФТИ-1, 2.18) Шаровая молния представляет собой слабо светящийся газовый шар, свободно плавающий в воздухе. Обычно она наблюдается после грозы. Согласно одной из моделей, молния состоит из идеального газа, представляющего собой комплексное соединение, каждая молекула которого содержит ион азота, связанный с несколькими молекулами воды. Температура молнии $t = 600^\circ\text{C}$, температура окружающего воздуха $t_1 = 20^\circ\text{C}$. Сколько молекул воды связывает каждый ион азота? Электроны, потерянные атомом азота, связаны с молекулами воды, так что комплексная молекула остается в целом нейтральной.

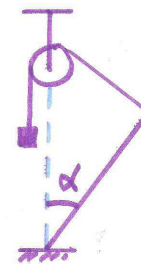
Э3.4 (физфак, 2002) По двум параллельным горизонтальным шинам, находящимся в однородном вертикальном магнитном поле на расстоянии L друг от друга, может скользить, оставаясь перпендикулярной им, перемычка, в середине которой вмонтирован небольшой аккумулятор. Масса перемычки с аккумулятором равна m , ЭДС аккумулятора \mathcal{E} . Коэффициент трения перемычки о шины равен μ . Шины на одном из концов соединяют между собой резистором, сопротивление R которого много больше сопротивления остальных элементов цепи. Через некоторое время обнаруживают, что на резисторе выделяется постоянная мощность N . Пренебрегая индуктивностью элементов цепи, найдите скорость перемычки.



Э3.5 (ВМК, 2002) Рассеивающая и собирающая линзы с одинаковыми по величине фокусными расстояниями $f = 10$ см расположены на расстоянии f друг от друга так, что их главные оптические оси совпадают. Предмет А находится перед рассеивающей линзой на расстоянии $a = 20$ см от нее. На каком расстоянии b от собирающей линзы находится изображение В предмета?

ВАРИАНТ 4

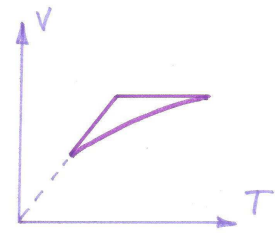
Э4.1 (ВМК, 2004) Однородный стержень массой $M = 28$ кг и длиной $l = 1,73$ м закреплен нижним концом на шарнире. К верхнему концу стержня привязана легкая нерастяжимая веревка, перекинутая через блок, укрепленный на высоте $H = 2$ м от шарнира на одной вертикали с ним. Найдите массу m груза, который нужно подвесить на другом конце веревки, чтобы стержень находился в равновесии, составляя угол $\alpha = 30^\circ$ с вертикалью. Трением в шарнире и в блоке пренебречь. Диаметр блока считать очень малым.



Э4.2 (физфак, 2005) К грузу, надетому на гладкий горизонтальный стержень, с разных сторон прикреплены две одинаковые легкие пружины жесткостью k . Другие концы пружин прикреплены к стенкам так, что оси пружин совпадают с осью стержня и пружины не деформированы. При этом длина пружины равна L . В момент времени $t = 0$ правая стенка, скользя по стержню, начинает двигаться влево с постоянной

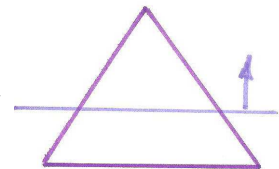
скоростью V , а левая стенка остается неподвижной. Найдите массу груза, если за время перемещения правой стенки на расстояние L скорость груза монотонно росла и стала равной V .

Э4.3 (физфак, 2004) На рисунке показана зависимость объема V от абсолютной температуры T одного моля гелия, используемого в качестве рабочего вещества в тепловом двигателе. Температура T гелия во время этого цикла изменяется в $\tau = 9$ раз. Первый участок диаграммы — отрезок прямой, проходящий через начало координат, на втором участке объем гелия постоянен, на третьем объеме изменяется пропорционально \sqrt{T} . Найдите КПД двигателя.



Э4.4 (ВМК, 2005) Радиусы двух проводящих концентрических сфер отличаются в 2 раза. Внутренняя сфера заряжена отрицательным зарядом, а внешняя — положительным, причем величина заряда внешней сферы в три раза больше модуля заряда внутренней сферы. Во сколько раз n изменится потенциал внутренней сферы, если эти сферы соединить проводником?

Э4.5 (физфак, 2001) В однородном магнитном поле с индукцией B находится равносторонний треугольник, изготовленный из тонкой проволоки. Плоскость треугольника перпендикулярна линиям поля. Длина стороны треугольника равна b . Сопротивление проволоки единичной длины равно ρ . По треугольнику с постоянной скоростью v , параллельной одной из его медиан, движется перемычка, изготовленная из той же проволоки. Пренебрегая сопротивлением контактов и индуктивностью проводников, найдите ток, текущий по перемычке, когда она находится на расстоянии s от параллельной ей стороны треугольника.



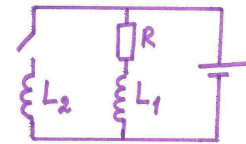
ВАРИАНТ 5

Э5.1 (ВМК, 2003) Дождевальная установка разбрызгивает воду, направляя водяные капли во все стороны с одинаковой скоростью. Какова площадь S орошаемого ею участка, если максимальная высота подъема капель $h = 1$ м? Считайте, что капли воды начинают движение непосредственно от поверхности земли. Сопротивление воздуха не учитывать.

Э5.2 (физфак, 2002) По гладкой горизонтальной плоскости скользят две шайбы малых размеров, связанные между собой натянутой легкой нерастяжимой нитью длиной L . Масса первой шайбы равна M , второй — m . В некоторый момент скорость первой шайбы оказалась равной нулю, второй v . Найдите натяжение нити.

Э5.3 (ВМК, 2002) Стакан объемом $V_0 = 290 \text{ см}^3$ перевернули вверх дном и медленно погрузили в воду на глубину $h = 5 \text{ м}$. При этом объем воздуха в стакане оказался равным $V_1 = 194 \text{ см}^3$. Найдите парциальное давление водяного пара, находящегося в стакане, считая его насыщенным. Относительная влажность атмосферного воздуха $f = 60\%$, атмосферное давление $p_0 = 10^5 \text{ Па}$, плотность воды $\rho = 1 \text{ г/см}^3$. Температуру содержимого стакана считать постоянной. Размерами стакана по сравнению с глубиной его погружения пренебречь.

Э5.4 (физфак, 2003) Через катушку индуктивности L_1 и резистор R от батареи с внутренним сопротивлением r течет постоянный ток I . Найдите индуктивность L_2 второй катушки, если за достаточно большой промежуток времени после замыкания ключа K через резистор R протек заряд q . Взаимной индукцией катушек, их сопротивлением, сопротивлением проводов и ключа K пренебречь.

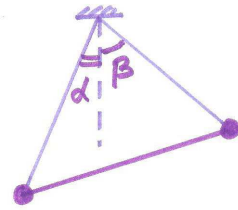


Э5.5 (физфак, 2004) Точечный источник света расположен на главной оптической оси на расстоянии $a = 30 \text{ см}$ от тонкой собирающей линзы, оптическая сила которой равна $D = 5 \text{ дптр}$. Диаметр линзы $d = 1 \text{ см}$. На какое расстояние x сместится изображение источника, если между ним и линзой поместить перпендикулярно главной оптической оси линзы стеклянную пластинку толщиной $h = 15 \text{ см}$ с показателем преломления $n = 1,57$?

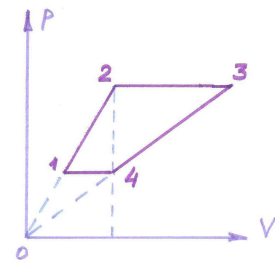
ВАРИАНТ 6

Э6.1 (ВМК, 2004) Маленький шарик роняют без начальной скорости. Когда шарик пролетает по вертикали расстояние h , он ударяется о тяжелую горизонтальную доску, движущуюся вертикально вверх с постоянной скоростью U . После упругого удара о доску шарик подлетает вверх на высоту nh от точки соударения. Найдите величину U скорости доски. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Э6.2 (ВМК, 2003) Два шарика, соединенные невесомым жестким стержнем, подвешены на невесомых нитях одинаковой длины, закрепленных в одной и той же точке, как показано на рисунке. Найдите отношение масс шариков $k = m_1/m_2$, если известно, что нить, на которой висит первый из них, отклонена от вертикали на угол $\alpha = 30^\circ$, а нить, на которой висит второй, отклонена от вертикали на угол $\beta = 45^\circ$.



Э6.3 (ВМК, 2004) Над постоянной массой идеального одноатомного газа проводят циклический процесс, изображенный на рисунке. Найдите работу A , совершаемую газом за цикл в этом процессе, если на участке 23 газ получает количество теплоты $Q_{23} = 200$ Дж. Объем газа в точках 2 и 4 один и тот же, давление газа в точке 2 в два раза больше давления газа в точке 1.



Э6.4 (ВМК, 2005) Согласно модели Дж.Дж.Томсона (1903), атом водорода представляет собой положительно заряженный шар, внутри которого находится отрицательный точечный заряд — электрон, причем в невозбужденном атому электрон покоится в центре шара. Предположим, что электрон сместили от центра шара на некоторое расстояние, не превышающее радиус шара, и предоставили самому себе. Определите период T возникших при этом свободных колебаний электрона, пренебрегая потерями на излучение. Радиус шара принять равным $R = 3 \cdot 10^{-3}$ м, а его заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл считать равномерно распределенным по объему. Масса электрона $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

Э6.5 (физфак, 2003) Сопротивление R нелинейного резистора зависит от приложенного к нему напряжения U по закону $R = \alpha\sqrt{U}$, где α — постоянный коэффициент. Если три таких резистора соединить последовательно и подключить к батарее, то в цепи будет течь ток I_1 . Если же эти резисторы соединить параллельно и подключить к той же батарее, то через нее будет течь ток I_2 . Найдите ЭДС батареи.

ВАРИАНТ 7

Э7.1 (ВМК, 2004) Граната, брошенная под углом к горизонту, разрывается в вертикальной точке траектории на два одинаковых осколка. Один

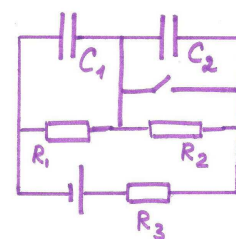
из осколков упал на землю спустя время t_1 после разрыва гранаты. Через какое время t_2 после разрыва окажется на земле второй осколок, упавший позднее первого, если разрыв гранаты произошел на высоте h над поверхностью земли? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Э7.2 (физфак, 2005) В показанной на рисунке системе отрезки гладкой невесомой нерастяжимой нити, не лежащие на блоке, горизонтальны. Масса прямоугольного бруска А равна m , груза В — $2m$, а бруска С с прикрепленным к нему блоком — $3m$. Бруски лежат на гладкой горизонтальной плоскости. Коэффициент трения груза В о брусок А равен μ . К бруску А прикладывают направленную горизонтально силу F , модуль которой медленно увеличивают от нулевого значения. При этом все тела движутся поступательно. Найдите силу натяжения нити в тот момент, когда груз В начинает скользить по бруску А.



Э7.3 (физфак, 2003) В цилиндр с подвижным поршнем поместили $V_1 = 1$ л воздуха с влажностью $r_1 = 40\%$ и $V_2 = 2$ л воздуха с влажностью $r_2 = 70\%$. Температура обеих порций была равна $t_0 = 100^\circ\text{C}$. На сколько следует увеличить объем смеси, чтобы после ее охлаждения до температуры $t = 20^\circ\text{C}$ на стенках сосуда не было росы? Давление насыщенных паров воды при конечной температуре равно $p_{\text{НК}} = 17,5$ мм рт.ст.

Э7.4 (ФНМ, 2000) Два конденсатора с емкостями $C_1 = 1$ мкФ и $C_2 = 2$ мкФ подключены к источнику постоянного напряжения, как показано на рисунке. Сопротивления резисторов равны $R_1 = 300$ Ом, $R_2 = R_3 = 100$ Ом. При разомкнутом ключе конденсатор C_2 имеет заряд $Q_2 = 4 \cdot 10^{-6}$ Кл. Какой заряд установится на конденсаторе C_1 , если ключ замкнуть? Внутренним сопротивлением источника пренебречь.

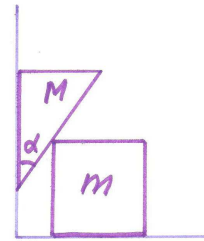


Э7.5 (ВМК, 2003) На плоскую поверхность плосковыпуклой линзы, сферическая поверхность которой имеет радиус R и посеребрена, падает узкий пучок света параллельно главной оптической оси на расстоянии d от нее. Пучок выходит из линзы после однократного отражения от ее сферической поверхности. Найдите, под каким углом α пучок выходит из линзы. Показатель преломления стекла, из которого изготовлена линза,

равен n .

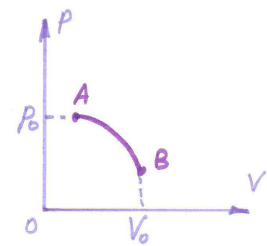
ВАРИАНТ 8

Э8.1 (ВМК, 2002) Клин массой M с углом α при вершине может двигаться поступательно по вертикальным направляющим. Боковой стороной он касается кубика массой m , лежащего на горизонтальной поверхности. Найдите ускорение a , с которым будет двигаться клин, если его отпустить. Трением между всеми поверхностями пренебречь.



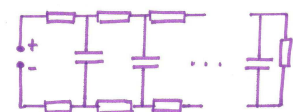
Э8.2 (МФТИ-1, 1.151) Тело массой M под действием пружины совершает колебания с амплитудой A_0 на гладком горизонтальном столе. В момент, когда тело проходит положение равновесия, на него сверху падает и прилипает к нему кусок пластилина массы m . Найдите новую амплитуду колебаний.

Э8.3 (физфак, 2003) Моль идеального газа переводят из состояния А в состояние В так, что на pV -диаграмме этот переход при надлежащем выборе масштабов изображается дугой окружности с центром в начале координат. Найдите максимальную температуру газа, зная значения p_0 и V_0 и то, что максимальная температура достигается между состояниями А и В.



Э8.4 (ВМК, 2002) Две частицы с одинаковыми массами, заряженные равными по величине разноименными зарядами, движутся по окружности вокруг неподвижного центра масс. Пренебрегая гравитационным взаимодействием между частицами, найдите отношение α величин потенциальной и кинетической энергий частиц. Принять, что энергия взаимодействия частиц при их удалении на бесконечно большое расстояние друг от друга равна нулю.

Э8.5 (физфак, 2001) Схема, содержащая N одинаковых конденсаторов C и соответствующее число одинаковых резисторов, подключена к сети постоянного тока с напряжением U . Найдите суммарный заряд всех конденсаторов.



ВАРИАНТ 9

Э9.1 (ВМК, 2002) Два шарика массами m_1 и m_2 , покоящиеся на гладкой горизонтальной плоскости, связаны легкой пружиной длиной l и жесткостью k . Шарикам массами m_1 сообщили скорость V_0 в направлении от шарика массой m_2 вдоль прямой, проходящей через их центры. На какое максимальное расстояние L удалятся шарики друг от друга?

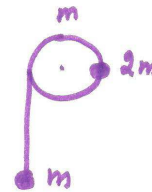
Э9.2 (Москва, 1.251) Цилиндрическое ведро диаметром $D = 30$ см и высотой $H = 35$ см имеет в дне дырку площадью $S = 4$ см². Ведро ставят под кран, из которого вытекает вода со скоростью $V = 1$ л/с. Сколько литров воды будет в ведре через $t = 1$ ч?

Э9.3 (физфак, 2000) Найти удельную теплоемкость идеального одноатомного газа, если нагревание осуществляется так, что среднеквадратичная скорость u теплового движения его атомов массой m увеличивается прямо пропорционально давлению p .

Э9.4 (ВМК, 2003) Заряженная бусинка массой $m = 1$ г надета на горизонтальный стержень, который движется поступательно с горизонтальной скоростью $v_c = 1$ м/с, направленной перпендикулярно стержню. Вся система находится в однородном постоянном магнитном поле, индукция которого направлена вертикально. В некоторый момент времени скорость бусинки относительно стержня составляет $v = 2$ м/с, а ее ускорение равно $a = 3$ м/с². Найдите величину силы N , с которой бусинка действует на стержень в этот момент времени. Силу тяжести не учитывать, трением бусинки о стержень пренебречь.

Э9.5 (физфак, 2001) Тонкая плосковыпуклая линза плоской стороной немного погружена в воду так, что ее плоская сторона горизонтальна, а выпуклая находится в воздухе. Фокусное расстояние линзы в воздухе $F_0 = 10$ см. На линзу сверху падает узкий вертикальный параллельный пучок света, ось которого проходит через вершину выпуклой поверхности линзы. После преломления в линзе пучок фокусируется в воде на расстоянии $F_1 = 13,3$ см от ее нижней поверхности. Найти показатель преломления воды.

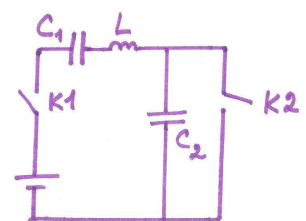
Э10.1 (физфак, 2001) На тонкостенный обод велосипедного колеса, ось O которого горизонтальна и закреплена, прикреплен груз массой $2m$ малых размеров и намотана тонкая нерастяжимая нить. Один конец нити прикреплен к ободу, а к другому ее концу привязана гиря массой m . Масса обода равна m , а его радиус равен R . Обод удерживают в положении, изображенном на рисунке. Пренебрегая трением, массой спиц, втулки и нити, найдите максимальную скорость груза после отпущения обода, зная, что гиря все время движется поступательно.



Э10.2 (физфак, 2001) В гладком вертикальном цилиндре с площадью поперечного сечения S под поршнем массой M содержится ν молей неона при температуре T_0 . Первоначально поршень удерживают в таком положении, что газ занимает объем V . Затем поршень отпускают, и он после нескольких колебаний занимает определенное положение. Пренебрегая теплообменом неона с окружающими телами, найдите его температуру при новом равновесном положении поршня, зная, что неон все время находится в газообразном состоянии, а давление вне цилиндра равно нулю.

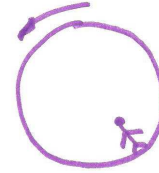
Э10.3 (НГУ, 7.1.10) Электрон, движущийся со скоростью v_1 , переходит из области поля с потенциалом φ_1 в область поля с потенциалом φ_2 . Под каким углом к границе раздела областей будет двигаться электрон, если он подлетел к ней под углом α ?

Э10.4 (физфак, 2005) В схеме, изображенной на рисунке, ключ K_2 замкнут, а конденсатор C_1 разряжен. После замыкания ключа K_1 , в тот момент, когда напряжение на конденсаторе C_1 становится максимальным, ключ K_2 размыкают. Пренебрегая омическим сопротивлением элементов схемы и излучением, найти максимальный заряд q_{2m} конденсатора C_2 .



Э10.5 (физфак, 2005) Плоскую поверхность плосковогнутой рассеивающей линзы с фокусным расстоянием F покрыли отражающим слоем. На расстоянии F от линзы со стороны вогнутой поверхности перпендикулярно ее главной оптической оси расположен тонкий предмет высотой H . Найдите размер h изображения этого предмета.

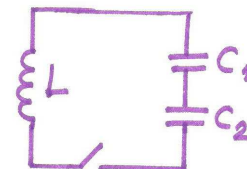
Э11.1 (ВМК, 2003) Космический корабль, имеющий форму кругового цилиндра, совершает межпланетный перелет с постоянной скоростью. Он приведен во вращение вокруг продольной оси для создания на борту искусственной тяжести. При этом полом для космонавтов является внутренняя поверхность корпуса корабля. Космонавт, стоящий на полу, выпускает из руки небольшой предмет. На каком расстоянии l от ног космонавта, измеренном вдоль пола, этот предмет упадет на пол? Радиус корпуса корабля R , высота, с которой падает предмет, равна h . Влиянием всех небесных тел и силой притяжения предмета к кораблю пренебречь. Сопротивление воздуха не учитывать. Угловая скорость вращения корабля постоянна.



Э11.2 (ВМК, 2001) Вертикальная цилиндрическая трубка с запаянными концами разделена на две части тонким горизонтальным поршнем, способным перемещаться вдоль нее без трения. Верхняя часть трубки заполнена неоном, а нижняя — гелием, причем массы газов одинаковы. При некоторой температуре поршень находится точно посередине трубки. После того как трубку нагрели, поршень переместился вверх и стал делить объем трубки в отношении 1:3. Определить, во сколько раз возросла абсолютная температура газов. Молярная масса неона $\mu_{Ne} = 20$ г/моль, молярная масса гелия $\mu_{He} = 4$ г/моль.

Э11.3 (физфак, 2003) В вакууме находятся три концентрические проводящие сферы, имеющие радиусы R , $2R$ и $3R$. Внутренняя сфера имеет заряд Q , средняя сфера не заряжена, а внешняя — заземлена. Какое количество теплоты выделится после соединения внутренней сферы со средней проводником, имеющим достаточно большое сопротивление?

Э11.4 (ВМК, 2000) В цепи, показанной на рисунке, конденсатор емкостью $C_1 = 10^{-5}$ Ф вначале был заряжен до напряжения $U_1 = 220$ В, а конденсатор емкостью $C_2 = 10^{-6}$ Ф разряжен. До какого максимального напряжения U_{2max} может зарядиться конденсатор C_2 в процессе колебаний, возникающих в цепи после замыкания ключа? Сопротивлением проводов пренебречь.



Э11.5 (Гольдфарб, 29.10а) Сколько фотонов попадает за 1 мин. на 1 см^2 поверхности Земли, перпендикулярной солнечным лучам? Солнечная по-

стоянная $w = 1,4 \cdot 10^3$ Вт/м². Длину волны солнечного света считайте равной $\lambda = 550$ нм.

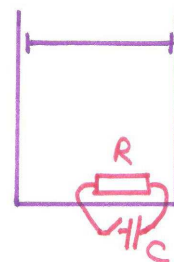
ВАРИАНТ 12

Э12.1 (НГУ, 1.1.7) С подводной лодки, погружающейся вертикально и равномерно, испускаются звуковые импульсы длительностью τ_0 . Длительность приема отраженного от дна импульса τ . Скорость звука в воде c . С какой скоростью погружается подводная лодка?

Э12.2 (ВМК, 2001) Брусок расположен на гладкой горизонтальной плоскости и соединен горизонтальной пружиной жесткостью $k = 100$ Н/м с вертикальной стенкой. Перпендикулярно грани бруска летят капли воды массой $m = 0,1$ г каждая со скоростью $v_0 = 5$ м/с. Ударившись о брусок, капли, не отскакивая, стекают на плоскость. Найти, на какую величину Δl сжимается пружина, если известно, что брусок не совершает колебаний. Число капель в единице объема потока $n = 2 \cdot 10^{-3}$ м⁻³. Площадь грани бруска, в которую ударяют капли, $S = 100$ см².

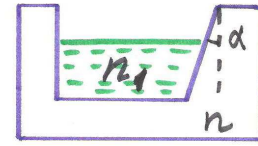


Э12.3 (ВМК, 2002) Вертикально расположенный гладкий теплоизолирующий цилиндр диаметром $d = 1$ см, закрытый невесомым теплоизолирующим поршнем, заполнен идеальным одноатомным газом. Внутри цилиндра находится резистор R с большим сопротивлением, который с помощью ключа можно соединить с конденсатором емкостью $C = 1$ мкФ, заряженным до напряжения $U = 200$ В. Проводящие провода имеют ничтожно малое сопротивление и не нарушают герметичности цилиндра. На какое расстояние h поднимется поршень после замыкания ключа и установления теплового равновесия? Атмосферное давление $p_0 = 10^5$ Па.



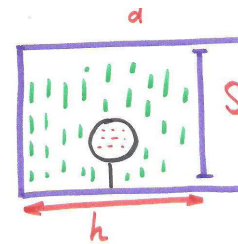
Э12.4 (ФНМ, 1999) При параллельном и последовательном соединении двух одинаковых источников постоянного напряжения на внешнем сопротивлении выделяется одинаковая мощность $P = 40$ Вт. Какая мощность будет выделяться на этом же сопротивлении, если замкнуть на него лишь один из этих источников?

Э12.5 (физфак, 2005) На переднюю стенку прямоугольной кюветы, изготовленной из стекла с показателем преломления n , нормально падает параллельный пучок света с длиной волны λ . Все плоскости, образующие стенки, вертикальны, за исключением внутренней плоскости задней стенки, которая составляет с вертикалью малый угол α . В кювету налита прозрачная жидкость с показателем преломления n_1 , причем $n_1 > n$. Найти ширину Δx интерференционных полос, которые наблюдаются на матовой задней внешней стенке кюветы.

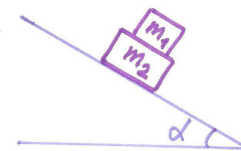


ВАРИАНТ 13

Э13.1 (Москва-2008, 10.1-4) Горизонтально расположенный цилиндрический сосуд с теплопроводящими стенками заполнен аргоном плотности $\rho = 1,7 \text{ кг/м}^3$, закрыт подвижным поршнем и находится в комнате. Площадь поршня равна $S = 400 \text{ см}^2$, расстояние от левого края цилиндра до поршня равно $h = 50 \text{ см}$. В сосуде ко дну на нити прикреплен шар объемом $V = 1000 \text{ см}^3$, сделанный из тонкого нерастяжимого и теплопроводящего материала и заполненный гелием. Масса шара с гелием равна $m = 1,2 \text{ г}$. После того как протопили печь и воздух в комнате прогрелся, поршень переместился вправо на расстояние $\Delta h = 3 \text{ см}$. Найдите изменение ΔN силы натяжения нити, удерживающей шар. Напряженность гравитационного поля $g = 10 \text{ Н/кг}$.



Э13.2 (МФТИ-1, 1.69) На наклонную плоскость с углом наклона $\alpha = 30^\circ$ помещена плоская плита массой $m_2 = 10 \text{ кг}$, а на нее — брусок массой $m_1 = 5 \text{ кг}$. Коэффициент трения между бруском и плитой $\mu_1 = 0,15$, а между плитой и плоскостью μ_2 . При каком коэффициенте трения μ_2 плита не будет двигаться? Определите ускорения обоих тел при $\mu_2 = 0,3$.



Э13.3 (ВМК, 2000) Два маленьких шарика массами $m_1 = 6 \text{ г}$ и $m_2 = 4 \text{ г}$, несущие заряды $q_1 = 10^{-6} \text{ Кл}$ и $q_2 = -5 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$ соответственно, удерживаются на расстоянии $l = 2$ друг от друга. В некоторый момент оба шарика отпускают, сообщив второму из них скорость $v_0 = 3 \text{ м/с}$,

направленную от первого шарика вдоль линии, соединяющей их центры. На какое максимальное расстояние L разойдутся шарики друг от друга? Силу тяжести не учитывать.

Э13.4 (ВМК, 2005) Лампочка накаливания при подключении к источнику напряжением $U_1 = 12$ В потребляет мощность $W_1 = 48$ Вт и имеет температуру нити $t_1 = 2000^\circ\text{C}$. При снижении напряжения до величины $U_2 = 6$ В температура нити уменьшилась до $t_2 = 1000^\circ\text{C}$, а потребляемая мощность стала равной $W_2 = 22$ Вт. Определить температурный коэффициент сопротивления нити лампочки α .

Э13.5 (Иродов, 5.308) Найдите длину волны фотонов, если максимальная кинетическая энергия комптоновских электронов $T_m = 0,05$ МэВ.