

Государственный университет по
землеустройству
Кафедра высшей математики и физики

**СБОРНИК ТЕСТОВ И
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ВОПРОСОВ
ПО ФИЗИКЕ**

Москва 2011

УДК 51
ББК 74.58
П 78

Рецензент — заведующий кафедрой общей физики НИЯУ МИФИ,
д. ф. -м. н., профессор Н.П. Калашников.

Сборник тестов и экзаменационных вопросов по физике.
П78 В.П. Иванов, С.Ю. Крылов, Л.Ю. Куприянов, В.В. Максименко,
Ю.И. Малахов, Л.Н. Прокофьев, В.А. Рябов, И.А. Соловьев, Р.С. Хафизов.
М.: ГУЗ, 2011 — 156с.

© Государственный университет по землеустройству, 2011.
© В.П. Иванов, С.Ю. Крылов, Л.Ю. Куприянов, В.В. Максименко, Ю.И.
Малахов, Л.Н. Прокофьев, В.А. Рябов, И.А. Соловьев, Р.С. Хафизов.

Содержание

Предисловие	4
Тесты. Первый семестр	5
Тесты. Второй семестр	19
Тесты. Третий семестр	40
Кинематика	52
Силы. Моменты сил	59
Импульс. Момент импульса	69
Работа. Энергия	75
Гидростатика и гидродинамика	82
Колебания и волны	86
Молекулярно-кинетическая теория и термодинамика	92
Электростатика	108
Электрический ток	120
Магнетизм	127
Геометрическая оптика	135
Волновая и квантовая оптика	141
Атомная и ядерная физика.	
Элементы квантовой механики. СТО.	147

ПРЕДИСЛОВИЕ

В первой части пособия собраны задачи, позволяющие подготовиться к процедуре тестирования остаточных знаний студентов технических вузов и сдаче итогового экзамена по общей физике. Задачи подобраны в соответствии с современными требованиями национального аккредитационного агентства в сфере образования (РОССАКРЕДАГЕНСТВО, г. Йошкар-Ола). В нем представлены задачи, охватывающие все разделы общей физики, однако, распределение материала по семестрам соответствует учебным планам, принятым в ГУЗе.

Система тестов предлагает студенту выбрать правильный из приведенного в конце каждого задания набора ответов. Первые, демонстрационные тесты в начале материала каждого из трех семестров, отведенных на изучение общей физики в ГУЗе, сопровождаются этими ответами. В последующих тестах ответы опущены и студенту предоставляется возможность самому придумать правильный.

Вторая часть пособия составлена в соответствии с традициями старой советской школы, не приветствовавшей систему тестов. Здесь наряду с рутинными "проверочными" заданиями, способствующими закреплению теоретического материала, собраны качественные задачи и вопросы, относящиеся к "золотому фонду" задач по физике, хорошо известному не одному поколению как профессиональных физиков, так и студентов. Ответить на многие из них "с листа" часто бывает непросто, но даже если правильный ответ сразу найти не удастся, студент в его поисках научится работать с соответствующей литературой.

Цель второй части - облегчить как студентам, так и преподавателям процесс сдачи и приема лабораторных работ по физике. Время, отведенное на эту процедуру, не резиновое и зачастую немалая его часть уходит на многократно повторяемую формулировку преподавателем условия задач, решение которых обязательно сопровождает процесс сдачи-приема работы. Лежащая перед студентом "твердая копия" этих условий значительно ускоряет процесс.

ПЕРВЫЙ СЕМЕСТР

Вариант 1

1. Частица движется по окружности с постоянной скоростью. Векторы мгновенной скорости и ускорения: а) *противоположны друг другу;* б) *перпендикулярны;* в) *параллельны;* г) *постоянны в течение всего времени движения.*
2. С искусственного спутника Земли сбрасывают бомбу. Пренебрегая сопротивлением воздуха определите, в какой точке бомба упадет на Землю: а) *под спутником в момент сбрасывания;* б) *позади спутника, поскольку она движется по криволинейной траектории;* в) *впереди спутника, поскольку она набирает скорость при падении;* г) *она никогда не упадет на Землю.*
3. Вектор момента импульса Земли, обусловленный ее суточным вращением, направлен: а) *по касательной к экватору на восток;* б) *по касательной к экватору на запад;* в) *точно на юг;* г) *точно на север.*
4. Штангист прикладывает силу 1500 Н, чтобы поднять штангу на высоту 2 м от пола за время 5 с. Во второй раз он поднимает ту же штангу за 10 с. Совершенная работа во втором случае, по сравнению с первым: а) *в 4 раза меньше;* б) *в 2 раза меньше;* в) *такая же;* г) *зависит от характера подъема.*
5. Объемным расходом жидкости называется: а) *объем жидкости, проходящей через поперечное сечение струи в единицу времени;* б) *объем жидкости, проходящей через сечение единичной площади в единицу времени;* в) *объем вытекшей жидкости;* г) *объем жидкости, вытекшей из трубы диаметром 1 см за 1 секунду.*
6. Какой из представленных на рис. 1 графиков соответствует изохорному процессу? 1; 2; 3; 4.
7. По графику зависимости давления идеального газа постоянной массы от объема, представленному на рис. 2, определите, на каких участках внутренняя энергия газа увеличивается без совершения газом работы: а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.

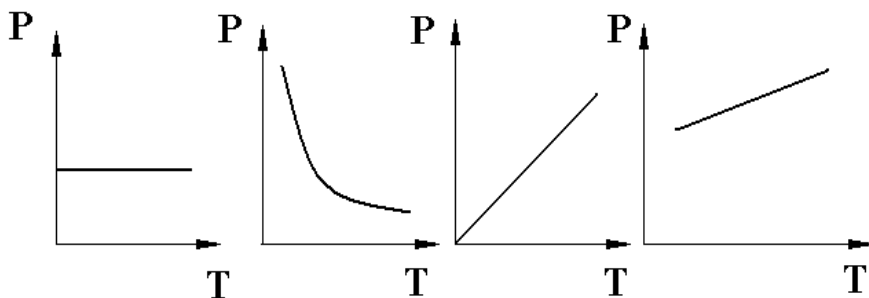


Рис. 1:

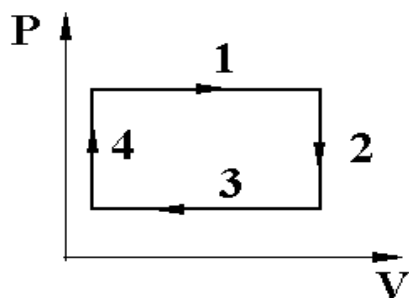


Рис. 2:

Вариант 2

1. При свободном падении с крыши дома целый кирпич долетит до земли за 2 с. Сколько времени будет падать половинка кирпича? а) 2 с; б) 1 с; в) смотря в каком положении; г) зависит от того, какая половинка - правая или левая.
2. В игре "перетягивание каната" участвуют две команды. Каждая тянет канат с силой 5000 Н. Каково натяжение каната? а) 5000 Н; б) 10000 Н; в) 2500 Н; г) зависит от материала каната.
3. Кинетическая энергия материальной точки, обладающей массой 2 кг, равна 1 Дж. Чему равен импульс точки? а) 2 кг·(м/с); б) $\sqrt{2}$ кг·(м/с); в) 4 Н·с; г) 2 Н·с.
4. Тело, брошенное вертикально вверх, достигает верхней точки и затем падает обратно. Какой из приведенных на рис. 3 графиков соответствует изменению его кинетической энергии со временем? а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.

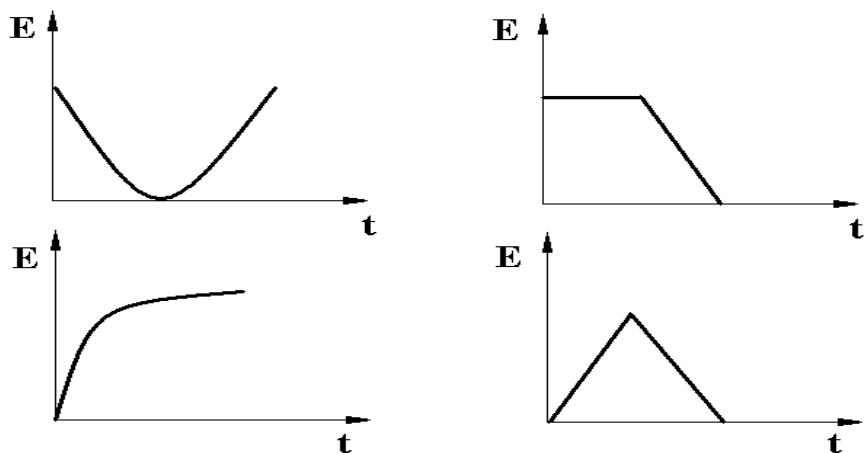


Рис. 3:

5. Три тела одинаковой массы погрузили в воду. Одно тело стальное, второе - алюминиевое, третье - деревянное. На какое тело действует большая архимедова сила? а) *алюминиевое*; б) *стальное*; в) *деревянное*; г) *зависит от глубины погружения и соотношения плотностей тел и плотности воды*.
6. В некотором объеме V содержится газ с концентрацией молекул n . Масса одной молекулы m_0 . Определить массу газа. а) $m_0 n V$; б) $\sqrt{m_0 n V}$; в) $n \sqrt{m_0 V}$; г) N_A .
7. Рабочее тело получает от нагревателя количество теплоты $Q = 10^3$ кДж. КПД двигателя $\eta = 30\%$. Какую работу совершает этот идеальный тепловой двигатель? а) *300 Дж*; б) *30 Дж*; в) *300 кДж*; г) *данных не хватает*.

Вариант 3

1. Из автомата произвели одиночный выстрел. Что раньше упадет на землю: пуля или стреляная гильза, если считать, что пуля и гильза вылетают одновременно и в горизонтальном направлении. Сопротивлением воздуха пренебречь.
2. Машина движется на восток с постоянной скоростью. Куда направлена сила, действующая на машину?

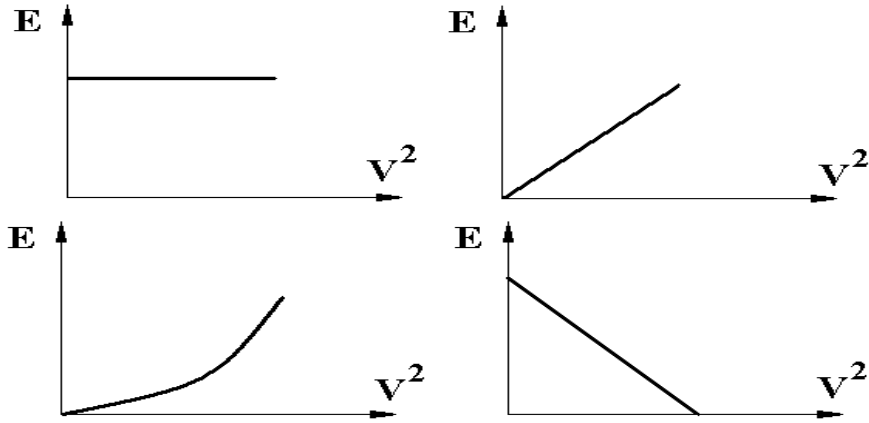


Рис. 4:

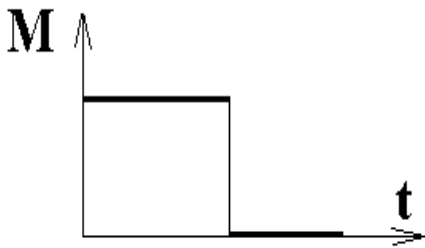


Рис. 5:

3. Меняется ли импульс системы Земля-Луна из-за силы притяжения Луны к Земле?
4. Тело брошено вертикально вверх. Какой из приведенных на рис. 4 графиков правильно отражает зависимость потенциальной энергии от квадрата скорости? Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.
5. Диск вращается равномерно с некоторой угловой скоростью ω . Начиная с момента времени $t = 0$, на него действует момент сил, график временной зависимости которого представлен на рис. 5. Нарисуйте график, отражающий зависимость момента импульса диска от времени.
6. Сколько молекул содержится в углекислом газе массой $m = 1$ г? Молярная масса $\mu = 44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль. Число Авогадро $N_A = 6 \cdot 10^{23}$ моль $^{-1}$.
7. Изобразить критическую и тройную точки на диаграмме фазового

равновесия вещества.

Вариант 4

1. Тело движется по окружности радиусом 5 м со скоростью 20 м/с. Чему равна частота обращения тела?
2. Санки массой 5 кг движутся по горизонтальной дороге. Сила трения полозьев о дорогу 6 Н. Чему равен коэффициент трения саночных полозьев о дорогу?
3. Имеется шар массой M и радиусом R и сплошной цилиндр той же массы и радиуса. Сравниваются момент инерции шара относительно оси, проходящей через его центр и момент инерции цилиндра относительно оси симметрии. Что больше?
4. Материальная точка на натянутой нити совершает круговое движение в горизонтальной плоскости (конический маятник). Скорость движения равна 5 м/с. Сила натяжения нити 10 Н. Чему равна мощность этой силы?
5. Стержень раскрутили до угловой скорости ω . Под действием трения стержень остановился, при этом выделилось тепло Q_1 . Сколько выделится тепла, если стержень раскрутить до угловой скорости 2ω ?
6. Как изменилось давление идеального газа, если в данном объеме скорость каждой молекулы увеличилась в 2 раза, а концентрация молекул осталась без изменения?
7. В каком процессе все подводимое к идеальному газу тепло переходит во внутреннюю энергию газа?

Вариант 5

1. Мотоциклист движется со скоростью 72 км/ч, а автобус со скоростью 20 м/с. Какое из этих тел имеет большую скорость?

2. Брусок соскальзывает вниз по наклонной плоскости с углом наклона 30° . При каком коэффициенте трения он будет двигаться с постоянной скоростью?
3. Чему равен импульс однородного диска массой m , катящегося без проскальзывания по горизонтальной поверхности со скоростью v .
4. Пружину с жесткостью $k = 10^6$ Н/м сжали на $x = 4$ мм. Чему равно изменение потенциальной энергии пружины?
5. На широте Москвы из ружья выстрелили вертикально вверх. Куда будет отклоняться пуля под действием кориолисовой силы?
6. Что происходит с температурой идеального газа постоянной массы, расширяющегося при постоянном давлении?
7. Температуру нагревателя и холодильника увеличили на $\Delta T = 50^\circ\text{C}$. Как изменится КПД идеального теплового двигателя?

Вариант 6

1. По оси ОХ движутся две точки: первая по закону $x_1(t) = 10 + 2t$, вторая по закону $x_2(t) = 4 + 5t$. В какой момент времени они встретятся?
2. Мяч, лежавший на столе движущегося вагона, покатился вперед. Как это отразилось на движении поезда?
3. Как должен двигаться самолет, чтобы летчик испытывал состояние невесомости?
4. Человек массой 100 кг прыгает с горизонтальной скоростью 6 м/с в неподвижную лодку у берега. Масса лодки 200 кг. С какой скоростью начнет двигаться лодка с человеком?
5. В одном месте водопроводной магистрали поперечное сечение равно 12 см^2 , а скорость воды 4 м/с. Какова площадь поперечного сечения там, где скорость воды 6 м/с?

6. Объем сосуда с газом увеличили в 2 раза и в 2 раза увеличили его абсолютную температуру. Как изменилось давление газа?
7. Одноатомный идеальный газ в количестве $\nu = 2$ моля охладили, в результате чего его температура уменьшилась на ΔT . Как изменилась внутренняя энергия газа при этом?

Вариант 7

1. Через сколько времени после отправления от станции скорость поезда достигнет значения 108 км/ч, если ускорение при разгоне $a = 1,5$ м/с²?
2. При движении автобуса пассажиры отклонились вправо. Как изменилось движение автобуса?
3. На тело, первоначально имевшее импульс \mathbf{p}_1 , в течение промежутка времени Δt под углом 90° к его первоначальному движению действовала постоянная сила, величина которой \mathbf{F} . Чему равен импульс \mathbf{p}_2 по окончании этого промежутка?
4. Тело скользит по поверхности со скоростью 10 м/с. Сила реакции опоры в этот момент равна 1 Н. Чему равна ее мощность?
5. Две бочки наполнены до одного уровня: одна водой, другая бензином. Как будут соотноситься скорости вытекания жидкостей после выбивания пробок, находящихся на одинаковой глубине?
6. Во сколько раз изменится давление одноатомного идеального газа в результате уменьшения концентрации молекул газа в 3 раза и увеличения средней квадратичной скорости его молекул в 3 раза?
7. На рис. 6 показаны различные процессы изменения состояния идеального газа. В каком из процессов совершается самая большая работа?

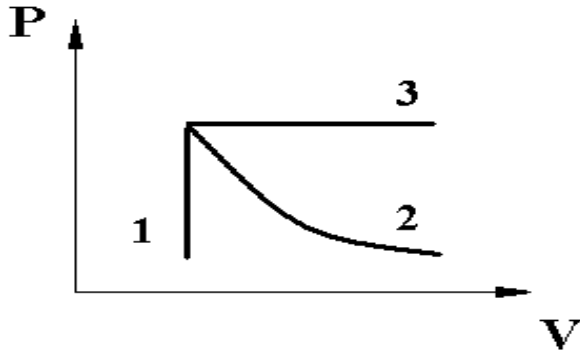


Рис. 6:

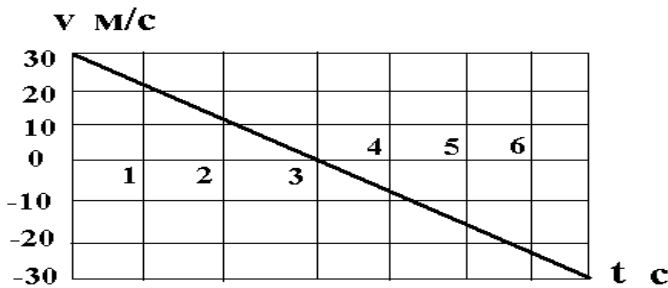


Рис. 7:

Вариант 8

1. Стрела пущена вертикально вверх. Проекция ее скорости на вертикальную ось меняется со временем согласно графику, приведенному на рис. 7. В какой момент времени стрела достигла максимальной высоты?
2. Силы действия и противодействия равны по величине и противоположны по направлению. Значит ли, что они уравновешивают друг друга?
3. В какой точке Земли вес тела будет наименьшим?
4. Растяжение первой из двух одинаковых пружин в 2 раза больше растяжения второй. Чему равно отношение их потенциальных энергий?
5. Отверстие в ведре с водой находится на глубине 25 см. Чему равна скорость вытекания воды через отверстие?

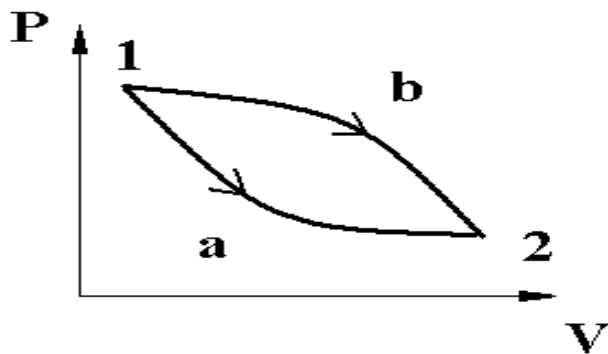


Рис. 8:

6. Как изменится давление идеального газа, если средняя кинетическая энергия движения его молекул увеличится в 2 раза?
7. В каком из представленных на рис. 8 процессов расширения идеального газа, работа газа больше?

Вариант 9

1. Кинематическое уравнение движения точки по оси OX имеет вид: $x(t) = 4 + 2t - 0,5t^3$. Для момента времени $\tau = 2c$ определить мгновенное ускорение точки.
2. Во сколько раз изменится сила гравитационного взаимодействия двух тел, если расстояние между ними увеличить в три раза?
3. Два шарика разных масс, сделанные из упругих материалов, подвешены в одной точке на легких нитях одинаковой длины. Более легкий шарик отводят в сторону, отпускают, и он сталкивается со вторым шариком. Какие физические величины сохраняются на всем протяжении движения шариков?
4. Два тела массы которых 2 кг и 6 кг движутся навстречу друг другу со скоростью 2 м/с каждое. С какой скоростью начнут двигаться эти тела после соударения, в результате которого они будут двигаться как одно целое?

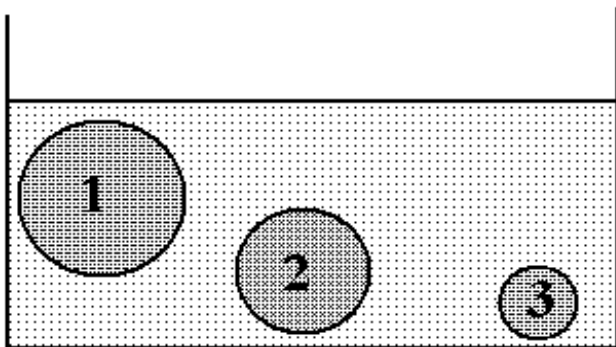


Рис. 9:

5. В воде находятся три шарика равной массы (см. рис. 9). На какой из них действует большая архимедова сила?
6. Скорость молекул газов, входящих в состав воздуха, при комнатной температуре составляет сотни метров в секунду. Почему запах духов распространяется существенно медленнее?
7. Идеальный газ совершил работу, равную 100 Дж, и отдал количество теплоты, равное 300 Дж. Как при этом изменилась внутренняя энергия газа?

Вариант 10

1. Пассажир, прогуливаясь со скоростью 3 км/ч по палубе корабля, скорость которого относительно реки 4 км/ч, пересекает ее поперек. Чему равна скорость пассажира относительно берега?
2. Санки массой 5 кг движутся по горизонтальной дороге. Сила трения их полозьев о дорогу 6 Н. Чему равен коэффициент трения саночных полозьев о дорогу?
3. Какие силы действуют на автомобиль, движущийся по поверхности Земли?
4. В системе двух материальных точек массой 2 кг каждая скорости перпендикулярны друг другу и равны 4 и 3 м/с. Чему равен импульс системы в этот момент времени?

5. Верно ли, что при стационарном течении идеальной жидкости где больше скорость, там больше и давление?
6. Как должна измениться концентрация молекул одноатомного идеального газа, чтобы при увеличении средней кинетической энергии его молекул в 3 раза давление увеличилось бы в 2 раза?
7. Максимально возможный КПД тепловой машины $\tau = 60\%$. Температура нагревателя $T_1 = 800\text{K}$. Чему равна температура холодильника?

Вариант 11

1. Уравнение движения точки вдоль оси ОХ имеет вид: $x(t) = 10 - 4t + 2t^2$. Найти координату, в которой скорость точки нулевая.
2. Единица измерения квадрата импульса, деленная на единицу массы, есть: а) ньютон; б) джоуль; в) ватт; г) метр
3. Железнодорожный вагон массой m , движущийся со скоростью v , сталкивается с неподвижным вагоном массой $2m$ и сцепляется с ним. Чему равен суммарный импульс обоих вагонов после столкновения?
4. Какую работу совершает баскетболист, ловящий мяч массой M , летящий со скоростью v ?
5. Три тела одинакового объема погрузили в одну и ту же жидкость. Одно тело стальное, второе - алюминиевое, третье - деревянное. На какое тело действует большая архимедова сила?
6. Какая точка на рис. 10 соответствует наибольшему объему газа?
7. Одноатомный идеальный газ совершает некоторый процесс, в результате которого его давление уменьшается в 2 раза, а объем увеличивается в 4 раза. Как изменилась при этом его внутренняя энергия?

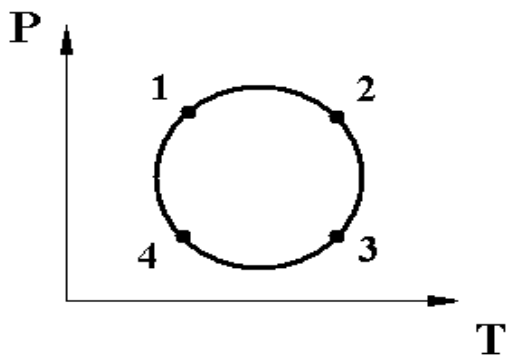


Рис. 10:

Вариант 12

1. Гусеничный трактор едет со скоростью 3 м/с. С какой скоростью относительно дороги движутся верхняя и нижняя части гусеницы трактора?
2. Во сколько раз изменится сила гравитационного взаимодействия двух тел, если расстояние между ними увеличить в три раза?
3. В течение 5 с к телу была приложена сила 7 Н. Чему равно изменение импульса тела?
4. Сжатую пружину, связанную ниткой, опустили в сосуд с кислотой. Нитка растворилась и пружина распрямилась. Куда делась энергия упругих деформаций?
5. Что такое объемный расход жидкости? Какова размерность этой величины.
6. В каком из состояний идеального газа, изображенных на рис. 11 наибольший объем?
7. Одноатомный идеальный газ совершает процесс, в результате которого его давление увеличивается в 2 раза, а объем уменьшается в 3 раза. Как изменилась при этом его внутренняя энергия?

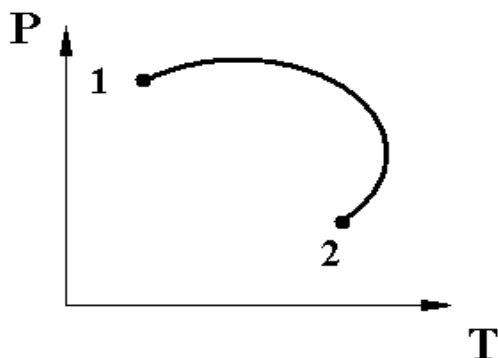


Рис. 11:

Вариант 13

1. Тело движется по окружности радиусом 5 м. Период его обращения 10 с. Чему равна скорость тела?
2. Два груза массами $m_1 = 6$ кг и $m_2 = 8$ кг, лежащие на гладком горизонтальном столе, связаны невесомой и нерастяжимой нитью. С какой силой надо тянуть груз массой m_1 в горизонтальном направлении, чтобы натяжение нити составило $T = 60$ Н?
3. Чему равен момент инерции однородного диска массой 1 кг и радиусом 20 см относительно вертикальной оси, проходящей через центр диска?
4. На рис. 12 представлен график изменения кинетической энергии человека на качелях. Чему равна потенциальная энергия взаимодействия человека с Землей в точке А?
5. Составьте из плотности жидкости ρ , ее скорости v , характерного размера задачи L и динамической вязкости η безразмерную величину. Как она называется?
6. По какому закону меняется с высотой атмосферное давление?
7. Какая физическая величина (работа, внутренняя энергия, энтропия и т.д.) не меняется после завершения любого циклического процесса, происходящего с идеальным газом? Какая физическая величина не меняется при адиабатическом процессе в идеальном газе?

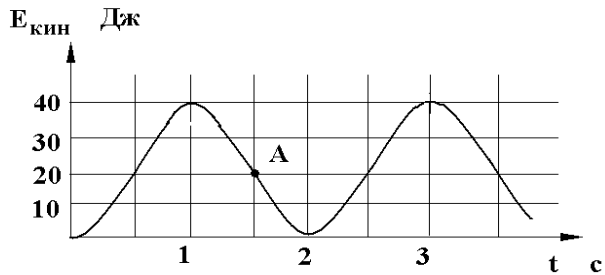


Рис. 12

Рис. 12:

Вариант 14

1. При движении моторной лодки по течению реки ее скорость относительно берега 10 м/с , а при движении против течения 6 м/с . Какова скорость лодки в стоячей воде?
2. На горизонтальной поверхности находятся два бруска, соединенные невесомой нерастяжимой ниткой. Массы брусков m_1 и m_2 . Одинаковы ли силы натяжения нитки, если одна и та же сила F , достаточная для движения брусков, приложена сначала к правому бруску, а затем - к левому?
3. Шар массой m движется со скоростью $2v$ навстречу другому, масса которого $2m$, а скорость v . Чему равен модуль изменения кинетической энергии системы после соударения, в результате которого шары остановятся?
4. При свободных колебаниях груза на нити максимальное значение его потенциальной энергии 10 Дж . В каких пределах меняется полная механическая энергия груза?
5. На рис. изображен цикл Карно в координатах (T, S) , где S -энтропия. На каком этапе происходит адиабатное сжатие газа?
6. Что находится внутри "воздушных" пузырьков кипящей жидкости?

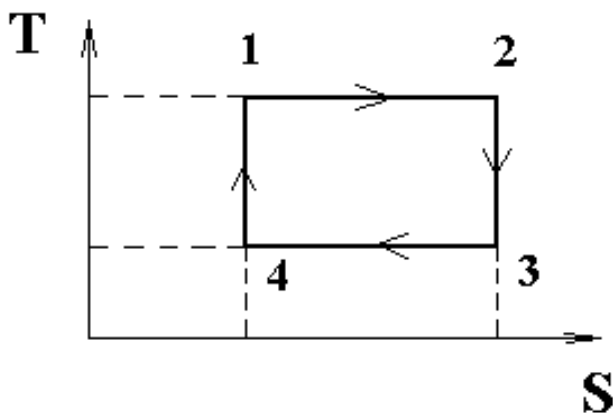


Рис. 13:

7. Идеальный газ совершил работу 100 Дж и ему сообщили количество теплоты 300 Дж. Как изменилась при этом его внутренняя энергия?

Вариант 15

1. Скорость велосипедиста 10 м/с, а скорость встречного ветра 4 м/с. Какова скорость ветра относительно велосипедиста?
2. Определить, где вес тела будет наименьшим: а) на экваторе; б) на северном полюсе, в) в центре Земли; г) вес тела везде одинаков.
3. Какой берег реки Енисей подмывается больше - левый или правый?
4. Чему равна кинетическая энергия однородного диска массой M , радиусом R , катящегося без проскальзывания со скоростью v ?
5. В какой части трубы переменного сечения давление движущейся по ней жидкости больше - в широкой или узкой?
6. Давление водяного пара, находящегося под поршнем при температуре 100°C $p_1 = 0,8 \cdot 10^5$ Па. Каким станет давление, если изотермически уменьшить объем пара в два раза?
7. В каком процессе не изменяется внутренняя энергия идеального газа?

ВТОРОЙ СЕМЕСТР

Вариант 1

1. Два одинаковых проводника, несущие на себе электрические заряды соответственно q и $-2q$, приведены в соприкосновение. Каков заряд каждого проводника после соприкосновения? а) $-0,5q$; б) $-q$; в) $0,5q$; г) q .
2. Найти поверхностную плотность заряда на шаре радиусом $R = 1$ м. Заряд шара $Q = 3,14$ нКл. а) $-3,14$ нКл; б) $6,28$ нКл; в) $0,5$ нКл; г) $0,25$ нКл.
3. Определите силу тока, если по проводнику за 5 с прошло количество электричества равное 1 Кл. а) $0,2$ А; б) $0,3$ А; в) 5 А; г) 6 А.
4. Удлинитель длиной $l=3,14$ м сделан из медного провода с удельным сопротивлением $\rho = 17 \cdot 10^{-9}$ Ом·м диаметром $1,3$ мм. Каково сопротивление провода? а) 40 мОм; б) 10 мОм; в) 17 мОм; г) 31 мОм.
5. Прямолинейный проводник длиной 10 см расположен под углом 30° к вектору индукции однородного магнитного поля. Какова сила Ампера, действующая на проводник, при силе тока в проводнике 200 мА и модуле индукции магнитного поля $0,5$ Тл? а) $5 \cdot 10^{-3}$ Н; б) $5 \cdot 10^{-1}$ Н; в) $5 \cdot 10^{-2}$ Н; г) $2 \cdot 10^{-2}$ Н.
6. Контур в виде кольца с площадью S , находящийся в однородном магнитном поле так, что его плоскость параллельна вектору индукции \mathbf{B} , был повернут вокруг диаметра на угол $\alpha = 180^\circ$. Изменение магнитного потока в этом случае равно: а) 0 ; б) BS ; в) $BS/2$; г) $-BS$.
7. В схеме, состоящей из параллельно включенных конденсатора и катушки, происходят свободные электромагнитные колебания. Каким выражением определяется энергия магнитного поля в произвольный момент времени? а) $LI^2(t)/2$; б) $I^2(t)Rt$; в) $q^2(t)/2C$; г) $U(t)I(t)$.
8. При освещении экрана светом от двух когерентных источников на экране: а) чередуются светлые и темные участки; б) освещенность

равномерно убывает от краев к центру; в) будет равномерная освещенность; г) освещенность равномерно убывает от центра к краям.

Вариант 2

1. С какой силой электрическое поле Земли, напряженность которого 100 В/м , действует на тело, несущее заряд 10^{-6} Кл ?
2. Найти ускорение, с которым падает шарик массой $m=0,01 \text{ кг}$ с зарядом $q = 10^{-6} \text{ Кл}$ в однородном поле с напряженностью $E = 20 \text{ кВ/м}$, направленном вертикально вверх.
3. Какой длины надо взять проводник сечением $0,2 \text{ мм}^2$, чтобы, замкнув им элемент с ЭДС $= 2 \text{ В}$ и внутренним сопротивлением $1,2 \text{ Ом}$, получить ток $I=0,25 \text{ А}$? (удельное сопротивление $\rho = 17 \cdot 10^{-7} \text{ Ом}\cdot\text{м}$)
4. Чему равно сопротивление трех резисторов $R_1 = 5, R_2 = 10, R_3 = 30 \text{ Ом}$, соединенных последовательно?
5. На провод с током, расположенный под углом $\alpha = 30^\circ$ к вектору магнитной индукции однородного магнитного поля, действует сила F . Как изменится сила при увеличении угла в два раза?
6. Контур находится в однородном магнитном поле. Нормаль к контуру составляет угол $\alpha = 45^\circ$ с вектором \mathbf{B} поля. Контур повернули так, что его плоскость стала параллельной вектору \mathbf{B} . Каким будет магнитный поток через контур?
7. Установите связь между периодом колебаний и циклической частотой колебаний.
8. Какому цвету соответствует максимальная частота монохроматического видимого светового пучка ?

Вариант 3

1. Как изменится сила кулоновского взаимодействия двух точечных заряженных тел, если заряд каждого из них и расстояние между ними уменьшится в 2 раза?
2. Присоединенный к источнику тока плоский конденсатор имеет энергию W . Какой станет энергия электрического поля конденсатора, если между обкладок конденсатора поместить диэлектрик с диэлектрической проницаемостью ε ?
3. Шесть проводников с одинаковыми сопротивлениями R соединены попарно параллельно. Все три пары соединены последовательно. Найти общее сопротивление.
4. Элемент с внутренним сопротивлением $r=4$ Ом и ЭДС $\varepsilon =12$ В замкнут на сопротивление $R=8$ Ом. Какая тепловая мощность будет выделяться во внешней цепи?
5. Электрон влетает в магнитное поле со скоростью \mathbf{v} , направленной вдоль линии поля. Какова траектория электрона?
6. При изменении силы тока в катушке с индуктивностью L энергия магнитного поля катушки уменьшилась в 9 раз. Как изменилась сила тока?
7. Какой формулой определяется период гармонических колебаний груза массой m , подвешенного на пружине жесткостью k ?
8. С какой физической величиной связано различие в цвете световых пучков?

Вариант 4

1. В однородном электрическом поле первый электрон движется перпендикулярно силовым линиям поля, второй - вдоль линий, третий неподвижен. На какой из этих электронов действует большая сила?

2. Расстояние между пластинами заряженного конденсатора, отсоединенного от источника, увеличивается в два раза. Во сколько раз изменится энергия конденсатора?
3. Медная проволока обладает электрическим сопротивлением 6 Ом. Каким сопротивлением обладает медная проволока, у которой в 2 раза больше длина и в 3 раза больше площадь поперечного сечения?
4. В проводнике при протекании тока силой $I=2$ А за время $t=4$ с выделяется 160 Дж теплоты. Определить сопротивление проводника.
5. Вокруг каких объектов существует магнитное поле?
6. Энергия магнитного поля в катушке с индуктивностью $L = 10^{-2}$ Гн равна $W = 2 \cdot 10^{-2}$ Дж. Чему равна сила тока I в катушке?
7. В уравнении гармонических колебаний $x(t) = A \cos(\omega t + \varphi)$ что является фазой колебаний?
8. В некоторой точке пространства пересекаются две некогерентные световые волны, имеющие интенсивности I_1 и I_2 , соответственно. Чему равна интенсивность результирующего колебания после наложения указанных световых волн?

Вариант 5

1. В некоторых двух точках поля точечного заряда напряженность отличается в 4 раза. Во сколько раз отличаются потенциалы поля в этих точках?
2. Конденсатору емкостью 2 мкФ сообщен заряд 0,01 Кл. Обкладки конденсатора соединили проводником. Найти количество теплоты, выделившейся в проводнике при разрядке конденсатора?
3. Два резистора сопротивлением $R_1 = 2$ Ом и $R_2 = 5$ соединены последовательно. Какая мощность выделяется на сопротивлении R_2 , если на сопротивлении R_1 выделяется 30 Вт?
4. К источнику с ЭДС ε и внутренним сопротивлением r подключен идеальный вольтметр. Определить его показания.

5. Электрон влетает в магнитное поле со скоростью V , направленной перпендикулярно линиям поля. Какова траектория движения электрона?
6. Во сколько раз изменилась энергия магнитного поля в катушке при увеличении силы тока в 2 раза и уменьшении индуктивности также в 2 раза?
7. После отклонения от положения равновесия на 1 см математический маятник совершает свободные колебания с периодом 1 с. С каким периодом будет совершать колебания этот маятник при начальном отклонении от положения равновесия на 2 см?
8. Чему равно максимальное значение результирующей интенсивности в некоторой точке пространства при интерференции двух когерентных волн, имеющих равные интенсивности I ?

Вариант 6

1. Во сколько раз уменьшится значение потенциала поля точечного заряда при увеличении расстояния до заряда в 4 раза?
2. Конденсатор подключен к аккумулятору. Расстояние между пластинами конденсатора уменьшили в 2 раза. Как изменился заряд конденсатора?
3. Два резистора $R_1 = 20$ Ом и $R_2 = 30$ Ом соединены последовательно. Определить падение напряжения на втором резисторе, если напряжение на первом $U_1 = 25$ В?
4. Как изменится мощность, потребляемая электрической лампой, если, не изменяя ее электрическое сопротивление, уменьшить напряжение на ней в 3 раза?
5. В однородном магнитном поле первый электрон движется перпендикулярно вектору магнитной индукции, второй - по направлению вектора магнитной индукции, третий неподвижен. На какой из этих электронов со стороны магнитного поля действует сила, отличная от нуля?

6. Катушка замкнута на гальванометр. В катушку вдвигают постоянный магнит (а), катушку одевают на постоянный магнит (б). Когда в катушке возникает электрический ток?
7. Как изменится период колебаний в электрическом колебательном контуре, если индуктивность катушки уменьшится в 4 раза?
8. Чему равно минимальное значение результирующей интенсивности в точке пространства при интерференции двух когерентных волн, имеющих равные интенсивности I ?

Вариант 7

1. Зависит ли от расстояния между зарядом и плоскостью сила, действующая на заряд, помещенный вблизи бесконечной равномерно заряженной металлической плоскости?
2. Плоский конденсатор подключен к аккумулятору. Как изменится заряд на обкладках конденсатора, если расстояние между ними уменьшить в 2 раза?
3. Два проводника, изготовленные из одного материала, равной длины, но разного сечения ($S_1 > S_2$), включены последовательно в цепь. Где больше напряженность электрического поля?
4. Два резистора с сопротивлениями $R_1 = 2$ Ом и $R_2 = 4$ Ом соединены последовательно и подключены к источнику тока. Как связаны тепловые мощности P_1 и P_2 , выделяемые на этих резисторах?
5. Как связаны между собой сила Ампера и сила Лоренца?
6. Как связаны между собой внешнее магнитное поле и магнитное поле внутри однородного диамагнетика?
7. Радиоволны какого диапазона: длинного, короткого или ультракороткого имеют наибольшую скорость распространения в вакууме?
8. Чему равна интенсивность естественного света при прохождении через пару скрещенных под прямым углом поляризаторов?

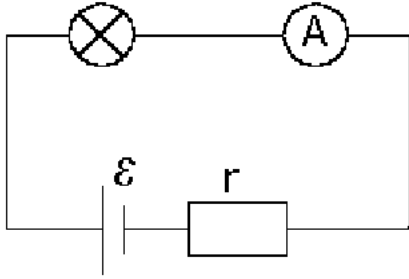


Рис. 14:

Вариант 8

1. Два заряженных проводящих шарика разных диаметров соединяются металлическим проводом. Верно ли, что заряд перетекает от шарика с большим зарядом к шарика с меньшим зарядом?
2. Какова толщина пластинки слюды между обкладками плоского конденсатора емкостью $C = 500$ пФ с площадью пластины 10 см^2 ($\varepsilon = 6$)?
3. Чему равно сопротивление электрической лампы в рабочем режиме, если на ней написано: 100 Вт и 220 В?
4. Каковы показания амперметра, включенного в цепь, показанную на рис. 14, если ЭДС источника 12 В, его внутреннее сопротивление 1 Ом, а сопротивление лампочки равно 5 Ом?
5. Протон и электрон, влетевшие с одинаковыми скоростями \mathbf{v} в однородное магнитное поле с индукцией \mathbf{B} перпендикулярно силовым линиям, описали две полуокружности. В каком случае работа силы Лоренца будет больше?
6. На рис. 14 показан длинный проводник с током, в одной плоскости с которым находится небольшая проводящая рамка. Возникнет ли и, если да, то в каком направлении индукционный ток в рамке при выключении в проводнике тока заданного направления?
7. Чему равен угол между направлением распространения электромагнитной волны и направлением колебания вектора напряженности электрического поля этой волны?

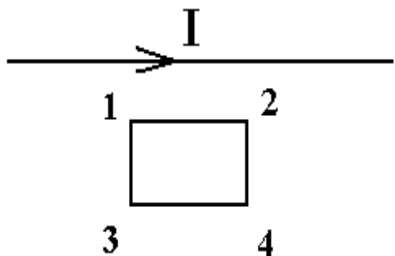


Рис. 15:

8. Какой свет лучше рассеивается малыми частицами?

Вариант 9

1. Капля, имеющая положительный заряд $+e$ (e - элементарный заряд), потеряла один электрон. Каким стал заряд капли?
2. Во сколько раз увеличится емкость плоского конденсатора, если площадь пластин увеличить в 8 раз, а расстояние между ними уменьшить в 2 раза?
3. Медная проволока обладает электрическим сопротивлением 6 Ом. Каким сопротивлением обладает медная проволока, у которой в 2 раза больше длина и в 3 раза больше площадь поперечного сечения?
4. На рис. 16 показан график зависимости силы тока от напряжения на резисторе. Определить мощность тока на резисторе при напряжении 3 В.
5. По проводящему кольцу течет ток в направлении, показанном на рис. 17. Куда направлен вектор магнитной индукции, созданной этим током в центре кольца?
6. Что такое токи Фуко?
7. В вакууме движутся два электрона. Первый равномерно по кругу, второй совершает гармонические колебания вдоль прямой. Какой из этих электронов излучает электромагнитные волны?

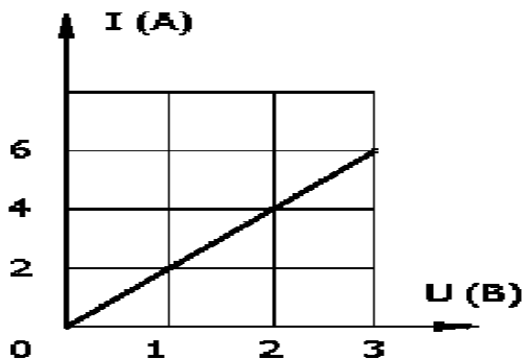


Рис. 16:

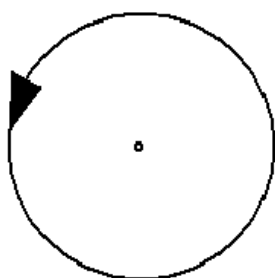


Рис. 17:

8. Как меняется интенсивность естественного света после прохождения через пластинку идеального поляризатора?

Вариант 10

1. Как изменится сила кулоновского взаимодействия двух точечных заряженных тел, если заряд каждого из них и расстояние между ними уменьшится в два раза?
2. Найти емкость батареи одинаковых конденсаторов, показанных на рис. 18.
3. Длину проводника увеличили в два раза. Как изменилось сопротивление?
4. Чему равно КПД цепи с источником при коротком замыкании?

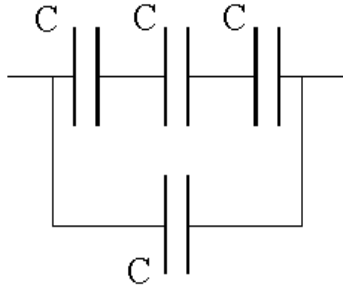


Рис. 18:

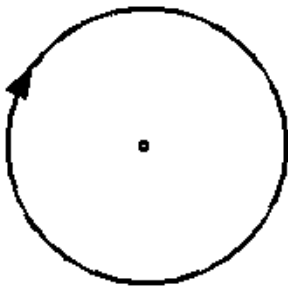


Рис. 19:

5. По проводящему кольцу течет ток в направлении, показанном на рис. 19. Куда направлен вектор магнитной индукции, созданной этим током, в центре кольца?
6. Как направлен ток самоиндукции при возрастании тока в замкнутом контуре?
7. Что происходит в результате наложения двух когерентных волн, чья разность хода составляет половину длины волны?
8. На плоский непрозрачный экран с прямой щелью поперечного размера b падает плоская монохроматическая электромагнитная волна с длиной волны λ перпендикулярно плоскости экрана. Записать выражение для синуса угла дифракции φ , под которым наблюдается первый минимум интенсивности дифракционной картины?

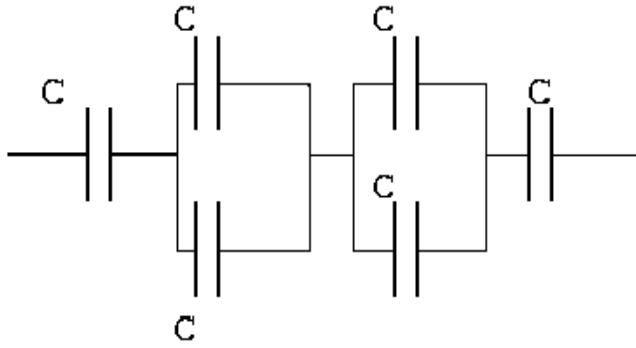


Рис. 20:

Вариант 11

1. В однородном электрическом поле первый электрон движется перпендикулярно силовым линиям поля, второй - вдоль линий, третий - неподвижен. На какой из этих электронов действует большая сила?
2. Найти емкость батареи одинаковых конденсаторов, показанных на рис. 20.
3. Удельное сопротивление проводника $\rho = 3 \cdot 10^{-4}$ Ом·м. Найти сопротивление проводника длиной 10 м и площадью поперечного сечения 1 мм².
4. Каков порядок характерной скорости направленного движения электронов проводимости в проводе с током?
5. Вокруг каких из перечисленных ниже объектов существует магнитное поле? 1) постоянный магнит; 2) провод с постоянным током 3) провод с переменным током; 4) летящая с постоянной скоростью заряженная частица
6. Что такое точка Кюри?
7. Какое явление, наблюдаемое при взаимодействии поперечных волн с некоторыми средами, никогда не наблюдается у продольных волн?
8. При наблюдении колец Ньютона в проходящем свете что наблюдается в центре интерференционной картинке?

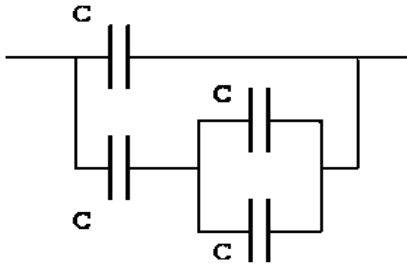


Рис. 21:

Вариант 12

1. Два одинаковых шарика, заряженные один зарядом $q_1 = -1$ мкКл, другой $q_2 = 25$ мкКл, приводят в соприкосновение и вновь разъединяют. Определить заряд каждого шарика после соприкосновения.
2. Найти емкость батареи одинаковых конденсаторов, показанных на рис. 21.
3. Во сколько раз площадь поперечного сечения алюминиевого проводника больше, чем медного, если их сопротивления одинаковы при одинаковой длине? ($\rho_{Al} = 29 \cdot 10^{-9}$ Ом·м; $\rho_{Cu} = 17 \cdot 10^{-9}$ Ом·м)
4. Какой безразмерной величиной определяется КПД цепи с источником?
5. Какое направление имеют силы магнитного взаимодействия между параллельными проводниками с токами одного направления и с токами противоположного направления?
6. На рис. 22 представлен график изменения силы тока в катушке с индуктивностью $L=2$ Гн. Оцените среднюю величину ЭДС самоиндукции в промежутке времени от 2 с до 3 с.
7. Что такое оптическая разность хода?
8. Темная или светлая полоса наблюдается в центре дифракционной картинке при наблюдении дифракции Фраунгофера на плоской щели?

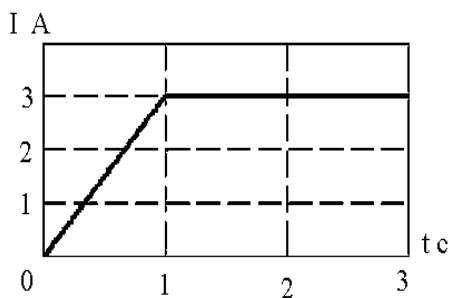


Рис. 22:

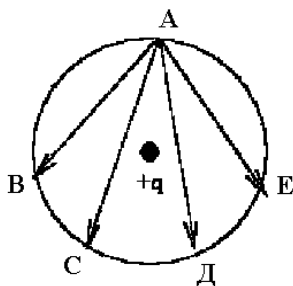


Рис. 23:

Вариант 13

1. В электрическом поле точечного заряда q из точки А в точки В, С, Д, Е перемещали один и тот же заряд (см. рис. 23). Сравнить работы поля при этих перемещениях.
2. Конденсатор подключен к аккумулятору. Расстояние между пластинами уменьшили в два раза. Как изменилась напряженность поля между пластинами?
3. Нихромовый проводник сопротивлением 320 Ом имеет длину 62,8 м. Определить диаметр провода. Удельное сопротивление нихрома $\rho = 10 \cdot 10^{-6}$ Ом·м.
4. Источник тока с внутренним сопротивлением $r=1,6$ Ом питает токком внешнюю цепь сопротивлением $R=6,4$ Ом. Определить КПД.
5. На прямой проводник длиной 0,5 м, расположенный перпендикулярно магнитному полю с индукцией $2 \cdot 10^{-2}$ Тл, действует сила 0,15 Н. Найдите величину тока, протекающего в проводнике.

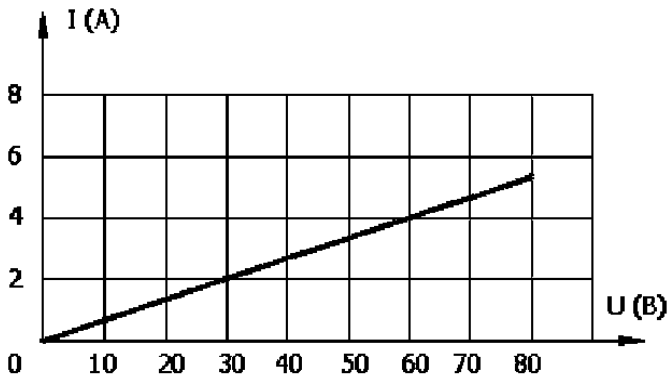


Рис. 24:

6. Энергия магнитного поля в катушке при силе тока в катушке $I = 2$ А равна $W = 2 \cdot 10^{-2}$ Дж. Чему равна индуктивность L катушки?
7. При каких условиях может наблюдаться интерференция двух пучков света с разными длинами волн?
8. Темное или светлое пятно наблюдается в центре интерференционной картинке при наблюдении колец Ньютона в отраженном свете?

Вариант 14

1. Разность потенциалов между двумя параллельными пластинами равна 900 В. Расстояние между пластинами $d=5$ см. Чему равна напряженность поля между пластинами?
2. Уменьшается или увеличивается суммарная емкость при последовательном соединении двух одинаковых конденсаторов?
3. Какой заряд проходит через поперечное сечение проводника в течение 5 с при силе тока 6 А?
4. На рис. 24 показан график зависимости силы тока от напряжения на резисторе. Определите сопротивление этого резистора.
5. На провод с током, расположенный под углом $\alpha = 30^\circ$ к вектору магнитной индукции однородного магнитного поля, действует сила F . Как изменится эта сила при увеличении угла α в два раза?

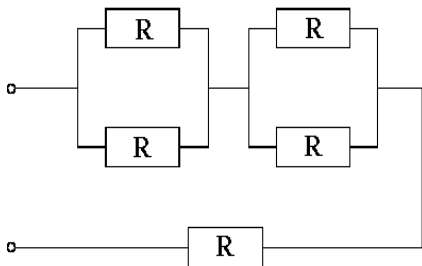


Рис. 25:

6. Как изменится энергия магнитного поля в катушке при увеличении силы тока в катушке в 2 раза и уменьшении индуктивности также в 2 раза?
7. Темное или светлое пятно наблюдается в центре дифракционной картинке при наблюдении дифракции Френеля на круглом отверстии?
8. По какому закону уменьшается интенсивность света, проходящего через раствор молока?

Вариант 15

1. Плоскости АВ и CD параллельны друг другу и одинаково заряжены. Чему равна напряженность поля между плоскостями?
2. Во сколько раз уменьшится значение потенциала поля точечного заряда при увеличении расстояния до заряда в 4 раза?
3. В схеме, изображенной на рис. 25, сопротивление каждого из резисторов 8 Ом. Найти общее сопротивление цепи.
4. Как изменяется значение силы тока в цепи, содержащей аккумулятор, при увеличении нагрузки и внутреннего сопротивления источника в два раза?
5. Как изменится сила, действующая на провод в однородном магнитном поле, если увеличить длину провода, перпендикулярного магнитным силовым линиям, и силу тока в нем в 2 раза?

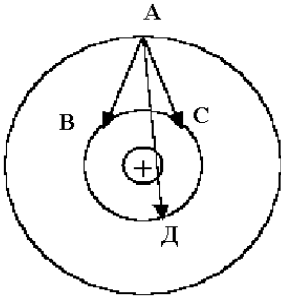


Рис. 26:

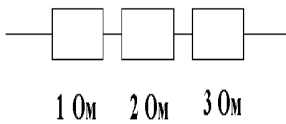


Рис. 27:

6. Как изменится энергия магнитного поля при изменении силы тока в катушке от 5 А до 1 А?
7. Интерференция двух электромагнитных волн возможна, если: 1) колебания в обеих волнах происходят с одинаковой частотой; 2) волны когерентны; 3) имеют одинаковое направление поляризации; 4) имеют одинаковую интенсивность. Выберите правильный ответ.
8. На сколько расстояние между точкой наблюдения и каждой последующей зоной Френеля превышает соответствующее расстояние от предшествующей зоны?

Вариант 16

1. Сравните работу электрического поля при перемещении заряда из точки А в точки В, С, D (см. рис. 26).
2. Что является причиной того, что батарейка со временем "садится"?
3. На каком резисторе (см. рис. 27) напряжение будет наибольшим?
4. По результатам исследования зависимости силы тока от напряжения построен график, представленный на рис. 28. Как меняется сопротивление с увеличением напряжения?

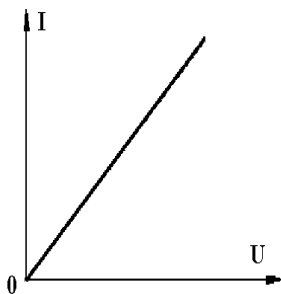


Рис. 28:

5. В какую сторону и как будет двигаться первоначально неподвижный протон, помещенный в постоянное по времени магнитное поле с индукцией \mathbf{B} ?
6. В катушку, по которой течет ток I , вставляют железный сердечник. Как меняется энергия магнитного поля в этом случае?
7. Какое явление служит доказательством поперечности световых волн?
8. Что происходит с отраженным светом при падении неполяризованного монохроматического света на поверхность диэлектрика под углом Брюстера?

Вариант 17

1. В некоторых двух точках поля точечного заряда напряженность отличается в 4 раза. Во сколько раз отличаются потенциалы поля в этих точках?
2. Какая величина одна и та же на поверхности заряженного проводника?
3. Чему равно сопротивление цепи, изображенной на рис. 29?
4. В электрической цепи изображенной на рис. 30, лампочки имеют разное сопротивление. Могут ли они гореть с одинаковым накалом?
5. Как нужно расположить проводник с током в магнитном поле для того, чтобы сила, действующая на него со стороны магнитного поля, имела максимальное значение?

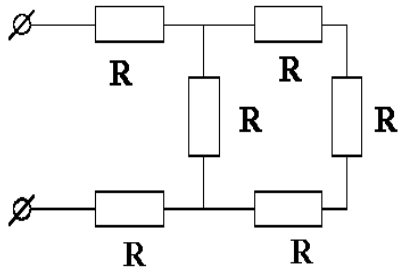


Рис. 29:

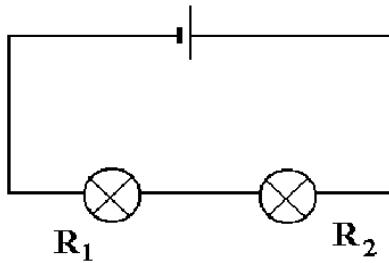


Рис. 30:

6. При изменении силы тока в катушке с индуктивностью L энергия магнитного поля катушки увеличилась в 25 раз. Как изменилась при этом сила тока?
7. При каком движении электрического заряда происходит излучение электромагнитных волн?
8. На дифракционную решетку с периодом d перпендикулярно ее плоскости падает плоская монохроматическая волна с длиной λ . Напишите выражение для синуса угла дифракции φ , под которым наблюдается первый главный максимум?

Вариант 18

1. Как изменится напряженность электрического поля, созданного точечным зарядом, при увеличении расстояния от него в 3 раза?
2. Увеличивается или уменьшается суммарная емкость при параллельном соединении двух конденсаторов одинаковой емкости?

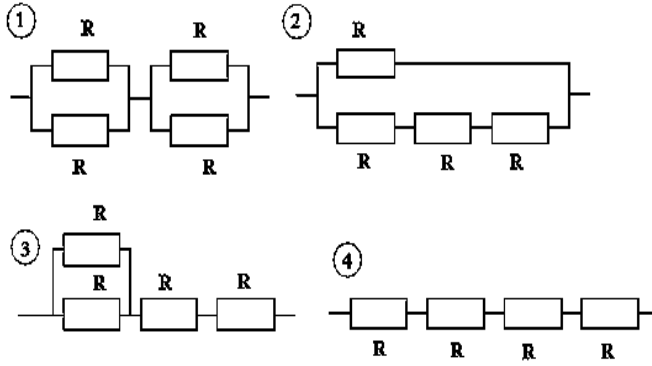


Рис. 31:

3. На рис. 31 представлены четыре схемы соединения проводников. Какая из них обладает наименьшим сопротивлением?
4. Чему равна сила тока в цепи источника тока с ЭДС 3 В и внутренним сопротивлением 1 Ом при подключении во внешней цепи резистора с сопротивлением 2 Ом?
5. Протон и электрон влетают в однородное магнитное поле с одинаковой скоростью, направленной перпендикулярно силовым линиям. В каком случае сила Лоренца, действующая на частицы, будет больше?
6. Катушка замкнута на гальванометр. 1) В катушку вдвигают постоянный магнит. 2) Катушку надевают на постоянный магнит. В каком случае в катушке возникает электрический ток?
7. Почему невозможно увидеть отдельный атом при помощи оптического микроскопа?
8. При прохождении белого света через красное стекло свет становится красным. С чем это связано?

Вариант 19

1. Чему равна напряженность поля внутри сферического проводника радиусом R , имеющего заряд Q ?
2. Заряд проводника увеличили в два раза. Как изменилась его электрическая емкость?

3. На рис. 31 представлены 4 схемы соединения проводников. Какая схема соответствует наибольшему сопротивлению?
4. Увеличивается ли чувствительность амперметра при его шунтировании?
5. Протон и электрон, влетевшие с одинаковыми скоростями в однородное магнитное поле с индукцией перпендикулярно силовым линиям, описали две полуокружности. В каком случае работы силы Лоренца будет больше?
6. Медное кольцо находится в магнитном поле так, что плоскость кольца перпендикулярна линиям магнитной индукции. Индукция магнитного поля равномерно уменьшается. Как меняется индукционный ток в кольце?
7. Что такое волновая поверхность и чем она отличается от волнового фронта?
8. В одну точку приходят две когерентные световые волны с разностью фаз колебаний, равной π . Какая интенсивность наблюдается в этой точке?

Вариант 20

1. Что позволяет определить теорема Гаусса?
2. Конденсатор подключен к аккумулятору. Расстояние между пластинами конденсатора уменьшили в 2 раза. Как изменился заряд конденсатора?
3. Медная проволока обладает электрическим сопротивлением 6 Ом. Каким сопротивлением обладает медная проволока, у которой в 2 раза больше длина и в 3 раза больше площадь поперечного сечения?
4. К источнику постоянного тока подключен резистор с сопротивлением 9 Ом. Какова мощность, выделяемая на этом сопротивлении, если ток в цепи $I=2$ А?

5. Чем определяется работа силы Лоренца, действующей на движущуюся в магнитном поле заряженную частицу?
6. Проволочная рамка находится в однородном магнитном поле. 1) Рамку поворачивают вокруг одной из ее сторон. 2) Рамку двигают поперек линий магнитной индукции. 3) Рамку двигают вдоль линий магнитной индукции. 4) Изменяют площадь рамки. В каком случае в рамке возникает электрический ток?
7. Источник с частотой колебаний $\nu = 2,5 \cdot 10^{12}$ Гц возбуждает в некоторой среде электромагнитные волны длиной $\lambda = 60$ мкм. Чему равен абсолютный показатель преломления этой среды?
8. Складываются два гармонических колебания одного направления с одинаковыми периодами и равными амплитудами A . Чему равна амплитуда результирующего колебания при разности фаз $\Delta\varphi = 3\pi/2$?

ТРЕТИЙ СЕМЕСТР

Вариант1

1. При переходе света из одной среды в другую угол падения равен 30° , а угол преломления 60° . Каков показатель преломления второй среды относительно первой? а) $\sqrt{3}$; б) $\sqrt{3}/2$; в) 2; г) $\sqrt{3}/3$
2. Какая из точек (1, 2, 3 или 4), показанных на рис. 32, является изображением точки S в рассеивающей линзе? а) 1; б) 2; в) 3; г) 4
3. На черную пластинку падает поток света. Если число фотонов, падающих на единицу поверхности в единицу времени увеличить в 2 раза, а черную пластинку заменить зеркальной, то световое давление: а) увеличится в 4 раза; б) уменьшится в 2 раза; в) останется неизменным; г) увеличится в 2 раза
4. Ширина бесконечно глубокой одномерной потенциальной ямы уменьшается. Как это сказывается на "глубине" энергетических уровней? а) уровни смещаются вниз; б) уровни смещаются вверх;

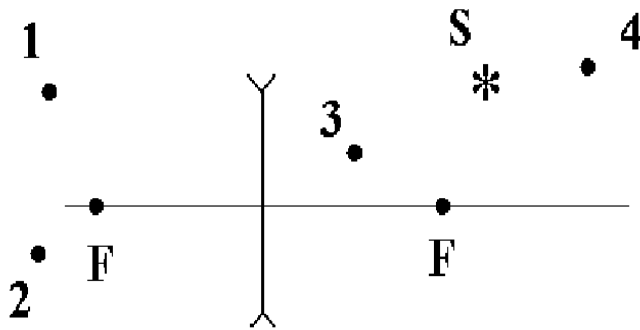


Рис. 32:

- в) никак не сказывается; г) смещение зависит от координаты частицы.
5. Объясните смысл обозначений в символической записи ядра химического элемента ${}^A_Z X$. а) X - символ химического элемента, A - число нуклонов в ядре, Z - число протонов; б) X - символ химического элемента, A - число нейтронов, Z - число электронов; в) X - название элемента, A - массовое число, Z - номер элемента в таблице Менделеева; г) X - название элемента, A - число электронов, Z - число барионов.
6. На сколько с точки зрения неподвижного наблюдателя за 1 секунду отстанут часы, движущиеся со скоростью $c/2$?

Вариант 2

- Во сколько раз меняется частота света при переходе света из воздуха в среду с показателем преломления, равным 2?
- Какая из точек (1, 2, 3 или 4), показанных на рис. 33 является изображением точки S в собирающей линзе?
- Каков показатель степени температуры в законе Стефана-Больцмана?
- Квантуются ли импульс и координата квантовомеханической частицы?

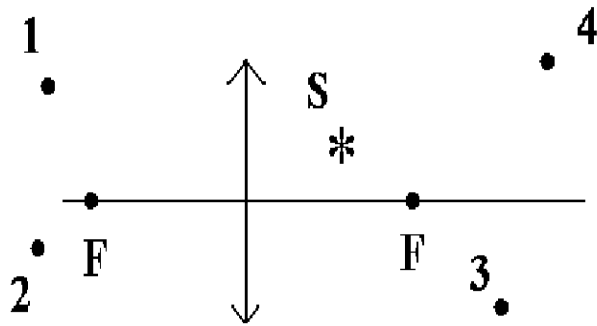


Рис. 33:

5. Что больше: масса покоя устойчивого ядра или масса покоя образующих его элементов?
6. Сколько процентов составляет лоренцево сокращение площади квадрата, движущегося со скоростью $c/2$ вдоль одной из своих сторон?

Вариант 3

1. Во сколько раз изменяется скорость света при его переходе из воздуха в прозрачную среду с показателем преломления, равным 2?
2. Линзу, изготовленную из двух сферических стекол одинакового радиуса, между которыми находится воздух, опустили в воду. Как действует эта линза?
3. Шар радиуса R , поверхность которого можно принять за абсолютно черную, поддерживается при температуре T . Определить энергетическую светимость шара и излучаемый им полный тепловой поток.
4. Изменяется ли длина волны фотона при комптоновском рассеянии при рассеянии на нулевой угол?
5. Какова по порядку величины энергия Ферми электронов в металлах?
6. Как связаны между собой энергия связи и дефект массы?

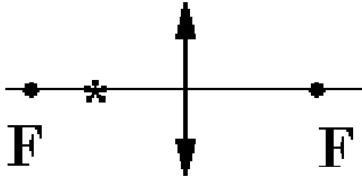


Рис. 34:

Вариант 4

1. Зависит ли показатель преломления среды от угла падения и от интенсивности света?
2. Построить изображение светящейся точки, расположенной на главной оси собирающей линзы (см. рис. 34).
3. Как зависит от температуры положение максимума графика спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела?
4. Каково по порядку величины расстояние между соседними энергетическими уровнями электронов в металле?
5. Написать выражение для полной энергии двухатомной молекулы.
6. При захвате нейтрона ядром ${}_{12}^{24}\text{Mg}$ образуется радиоактивный изотоп ${}_{11}^{24}\text{Na}$. Какие частицы испускаются при этом ядерном превращении?

Вариант 5

1. На расстоянии 0,6 м от собирающей линзы с фокусным расстоянием 0,2 м находится источник света. На каком расстоянии от линзы находится изображение?
2. Построить изображение светящейся точки, расположенной на главной оси собирающей линзы (см. рис. 35).
3. Как зависит от температуры высота планковской кривой?

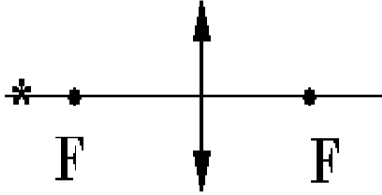


Рис. 35:

4. Переходу с какого уровня на какой соответствует наименьшая частота кванта в спектральной серии Бальмера?
5. Выразить вращательную энергию молекулы через ее момент инерции I и квантовое число J момента импульса.
6. Как связаны между собой период полураспада $T_{1/2}$ и постоянная распада λ ?

Вариант 6

1. Чему равна скорость света в стекле, если угол падения равен α , угол преломления β , а скорость света в вакууме c ?
2. Расстояние между источником света и экраном 1.6 м. Когда между ними поместили собирающую линзу на расстоянии 0,4 м от источника, то на экране получилось его четкое изображение. Чему равно фокусное расстояние линзы?
3. Нарисовать на одном и том же графике зависимость от длины волны излучательной способности абсолютно черного тела при двух различных температурах.
4. Переходу с какого уровня на какой соответствует наибольшая длина волны испускаемого света в серии Лаймана?
5. Что такое температура Дебая?
6. Верно ли, что $N(t)$ в законе радиоактивного распада $N(t) = N_0 \exp(-\lambda t)$ есть число распавшихся атомов к моменту времени t ? Построить график зависимости от времени числа распавшихся и оставшихся ядер.

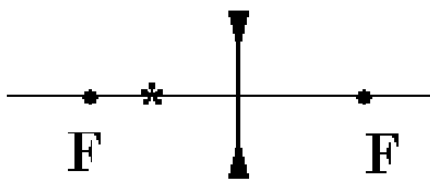


Рис. 36:

Вариант 7

1. Возможно ли полное внутреннее отражение при переходе света из воздуха в воду?
2. Построить изображение светящейся точки, расположенной на главной оси рассеивающей линзы (см. рис. 36).
3. Как меняется в зависимости от температуры площадь под планковской кривой?
4. Какие длины волн электромагнитного излучения характерны для эффекта Комптона?
5. Как связаны между собой энергия ионизации атома водорода и максимальная частота кванта в спектральной серии Лаймана?
6. Что такое активность радиоактивного образца? Как она ведет себя со временем? В чем она измеряется? Что такое один кюри?

Вариант 8

1. Как изменяются частота и длина волны света при переходе из вакуума в стекло с показателем преломления 1,5?
2. Построить изображение светящейся точки, расположенной на главной оси рассеивающей линзы (см. рис. 37).
3. Температура тела уменьшается в 4 раза. Как меняется при этом длина волны, соответствующая максимуму излучения абсолютно черного тела?

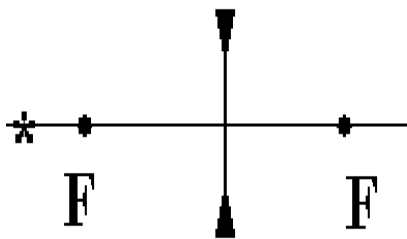


Рис. 37:

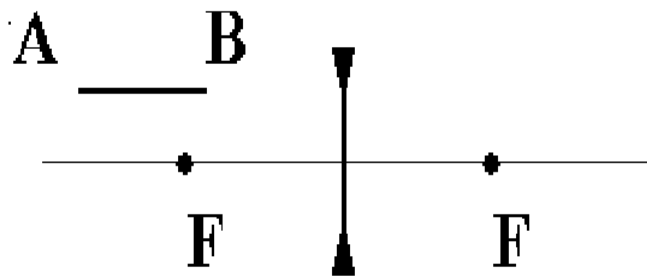


Рис. 38:

4. Какому углу рассеяния отвечает максимальное комптоновское смещение?
5. Главное квантовое число, определяющее волновую функцию электрона в атоме водорода $n = 2$. Какие значения могут принимать орбитальное квантовое число l и магнитное квантовое число m_l ?
6. Перечислите четыре типа фундаментальных взаимодействий. Какие частицы являются переносчиками этих типов взаимодействий?

Вариант 9

1. Зависит ли длина волны света, вошедшего из воздуха в стеклянную пластину от угла падения?
2. Построить изображение отрезка АВ (см. рис. 38).

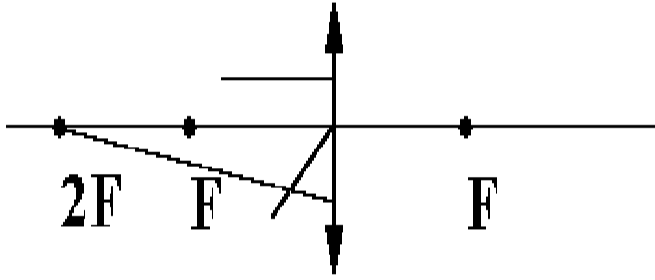


Рис. 39:

3. Параллельный пучок света падает по нормали на зачерненную плоскую поверхность. Каким должен быть угол падения, чтобы при замене поверхности на зеркальную давление света не изменилось?
4. Чему равняется степень вырождения состояния электрона в атоме водорода, характеризующегося главным квантовым числом n ?
5. Участок поверхности тела площади ΔS за время δt излучает в пределах телесного угла 2π энергию ΔE . Чему равна энергетическая светимость этого участка?
6. Определите характеристики неизвестной частицы, участвующей в следующем ядерном превращении: ${}^15_7N + {}^1_1H \rightarrow {}^{12}_6C + ?$ Что это за частица?

Вариант 10

1. Как взаимодействуют между собой два световых луча в вакууме?
2. Построить дальнейший ход лучей в линзе (см. рис. 39).
3. Как меняются импульс и энергия фотона с увеличением длины волны?
4. Чему равна поглотительная и испускательная способность в состоянии теплового равновесия с излучением идеально отражающей поверхности?

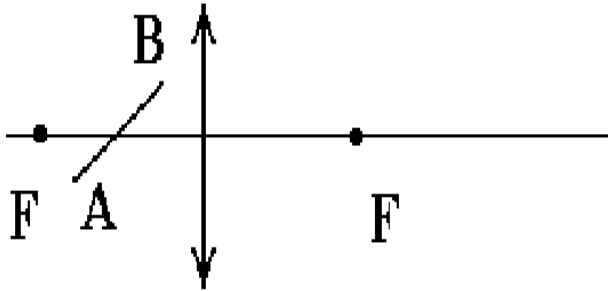


Рис. 40:

5. Чему равен собственный механический момент электрона (спин)? Чему равно спиновое число электрона? В чем разница между бозонами и фермионами?
6. Перечислите виды радиоактивного распада? За счет каких переходов образуются γ -кванты?

Вариант 11

1. На расстоянии $d=0,6$ м от собирающей линзы с фокусным расстоянием $F=0,2$ м находится источник света. На каком расстоянии f от линзы будет находиться его изображение?
2. Построить изображение предмета AB в тонкой собирающей линзе (см. рис. 40).
3. Чему равна длина волны де Бройля электрона, обладающего энергией: а) 5 эВ; 0,5 МэВ?
4. Что такое спин-орбитальное взаимодействие?
5. Оценить собственное время жизни нестабильной частицы, если ширина уровня ее собственной энергии составляет 10 кэВ?
6. Что такое туннельный эффект и надбарьерное отражение?

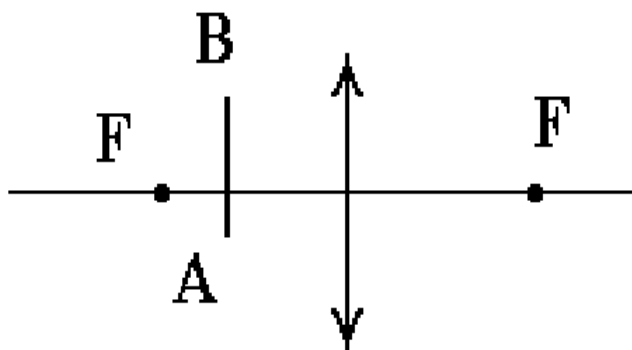


Рис. 41:

Вариант 12

1. С помощью линзы на экране получено действительное изображение электрической лампочки. Как изменится изображение, если закрыть левую половину линзы? Правую?
2. Построить изображение предмета AB в тонкой собирающей линзе (см. рис. 41).
3. Нарисовать распределение потенциала в $p - n - p$ переходе.
4. Сколько электронов в атоме могут иметь одинаковые квантовые числа: а) n, l, m_l, m_s ; б) n, l, m_l ; в) n, l ; г) n ?
5. Изобразить на одном чертеже температурные зависимости молярной теплоемкости простых кристаллов, даваемые законом Дюлонга и Пти и моделью Эйнштейна.
6. Чему равен импульс электрона, движущегося со скоростью $0,5 c$?

Вариант 13

1. Какая из приведенных ниже формул является формулой тонкой рассеивающей линзы с фокусным расстоянием F , если расстояние от предмета до линзы d , а расстояние от линзы до изображения f ? а) $-1/F = 1/d - 1/f$; б) $-F = d + f$; в) $-1/F = 1/d - 1/f$; г) $-1/F = 1/d + 1/f$.

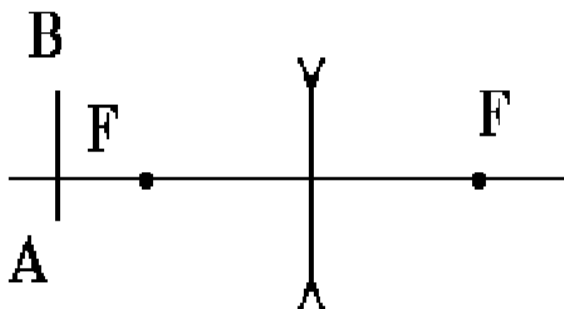


Рис. 42:

2. Построить изображение предмета AB в тонкой рассеивающей линзе (см. рис. 42).
3. С чем связана малость вклада электронов проводимости в теплоемкость металла?
4. Написать выражение для разрешенных значений энергии квантового гармонического осциллятора с собственной частотой ω . Изобразить схему уровней энергии этого осциллятора.
5. Чему равен момент импульса фотона?
6. Как связаны импульс и энергия релятивистской частицы?

Вариант 14

1. При наблюдении явления полного внутреннего отражения света абсолютный показатель преломления света первой среды: а) больше абсолютного коэффициента преломления второй среды; б) равен абсолютному коэффициенту преломления второй среды; в) меньше абсолютного коэффициента преломления второй среды.
2. Построить изображение предмета AB в тонкой собирающей линзе (см. рис. 43).
3. Время жизни электронов в метастабильном состоянии рабочего тела лазера $\sim 10^{-3}$ с. Оценить ширину метастабильного уровня. Постоянная Планка $\hbar = 6,6 \cdot 10^{-16}$ эВ·с.

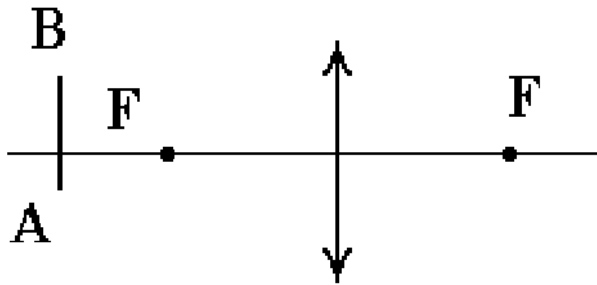


Рис. 43:

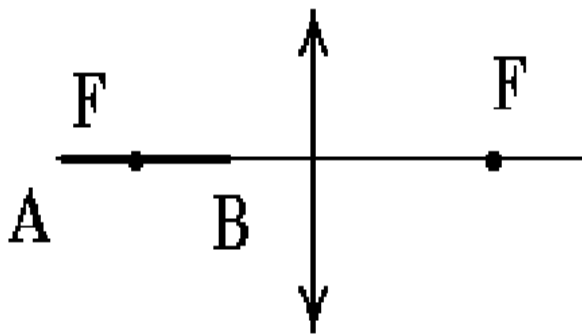


Рис. 44:

4. Чему равно отношение длин волн де Бройля для протона и нейтрона, движущихся с одинаковыми скоростями?
5. Чему равна молярная теплоемкость простого кристалла?
6. Что является инвариантом преобразований Лоренца?

Вариант 15

1. Расстояние между предметом и его изображением в тонкой собирающей линзе $L = 90$ см. Расстояние от предмета до линзы $d = 30$ см. Определить фокусное расстояние линзы F .
2. Построить изображение предмета AB в тонкой собирающей линзе (см. рис. 44).
3. Что такое инверсная заселенность энергетических уровней?

4. На какой из боровских орбит (первой или второй) электрон в соответствии с законами классической электродинамики излучал бы сильнее?
5. Почему вклад электронов в теплоемкость металла гораздо меньше вклада фононов?
6. "Автомобиль" едет со скоростью $0,5c$. Какой представляется неподвижному наблюдателю скорость распространения света, испускаемого фарами "автомобиля"?

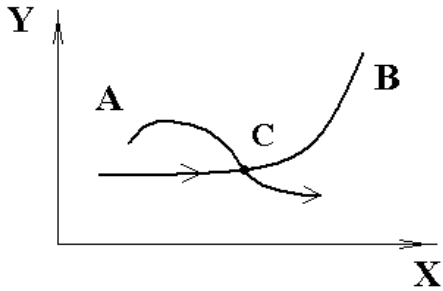


Рис. 45:

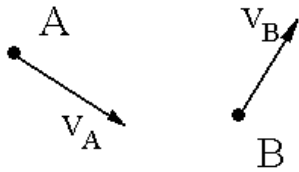


Рис. 46:

КИНЕМАТИКА

1. Две точки A и B движутся по траекториям, показанным на рис. 45. Верно ли, что в точке C происходит встреча точек?
2. Две машины A и B идут пересекающимися курсами с заданными скоростями v_A и v_B (рис. 46). Определить построением наименьшее расстояние, на которое сближаются машины.
3. Против течения мы плывем медленнее, чем в стоячей воде; зато по течению - быстрее. Где удастся скорее проплыть одно и то же расстояние "туда и обратно" - в реке или в озере?
4. Рыбак плыл на катере по реке против течения, зацепил шляпой за мост, и она свалилась в воду. Рыбак поплыл дальше и заметил пропажу только через полчаса, после чего повернул за шляпой и догнал ее в 2 км ниже моста. Чему равна скорость течения?
5. Два катера идут по реке в одном направлении, но с разными скоростями. Они одновременно поравнялись с плотом, затем через

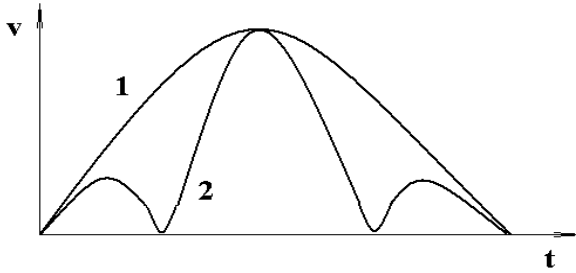


Рис. 47:

- полчаса повернули и с прежними относительно воды скоростями направились обратно. Какой из них достигнет плота раньше?
6. Пловец хочет переплыть реку шириной h . Под каким углом α к направлению течения он должен плыть, чтобы переправиться за наименьшее время? Какой путь l он проплывет? Скорость течения реки u , скорость пловца относительно неподвижной воды v . За какое время он переплывет реку по наикратчайшему пути?
 7. Половину пути тело прошло с постоянной скоростью $v_1 = 4$ м/с. Средняя скорость на всем пути была 10 м/с. Определить скорость на второй половине пути.
 8. График на рис. 47 изображает зависимость от времени скоростей двух прямолинейно движущихся тел на протяжении одного и того же промежутка времени. Какое из тел имело за этот промежуток большую среднюю скорость?
 9. Капли вертикального дождя оставляют на боковом стекле движущейся со скоростью v электрички след, наклоненный под углом α к горизонтали. Какова скорость падения капель?
 10. Тело, брошенное вертикально вверх, упало обратно. Начертить графики пути, координаты, скорости и ускорения в зависимости от времени. Сопротивлением воздуха пренебречь.
 11. Шарик свободно падает на горизонтальную плиту с высоты H . Считая соударение абсолютно упругим, начертить графики зависимости скорости шарика и его высоты над плитой от времени. Временем удара пренебречь.

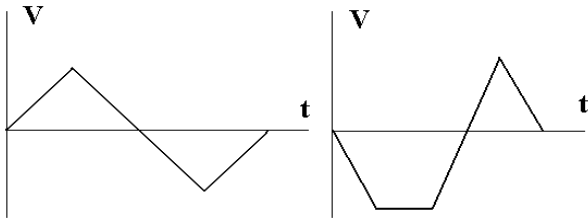


Рис. 48:

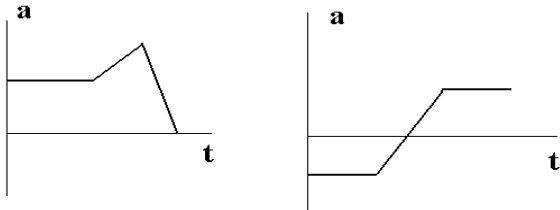


Рис. 49:

12. Частица движется вдоль оси x так, что зависимость ее скорости от времени t дается графиками, изображенными на рис. 48. Привести график зависимости от времени координаты частицы, ее пути и ускорения.
13. Тело движется вдоль оси так, что зависимость его ускорения от времени дается графиками, изображенными на рис. 49. Привести график зависимости от времени координаты тела, его пути и скорости.
14. Два шарика начали одновременно и с одинаковыми скоростями двигаться из точек А по поверхностям, изображенным на рис. 50 а. Одновременно ли они достигнут точки В? Трением пренебречь.
15. На рис. 50 б приведена зависимость скорости тела от координаты. Где ускорение тела больше: в точке 1 или в точке 2?
16. Одно тело брошено вертикально вверх, а другое - свободно падает с некоторой высоты. Каково относительное ускорение тел?
17. За пятую секунду равнозамедленного движения тело проходит 5 см и останавливается. Какой путь тело прошло за третью секунду?

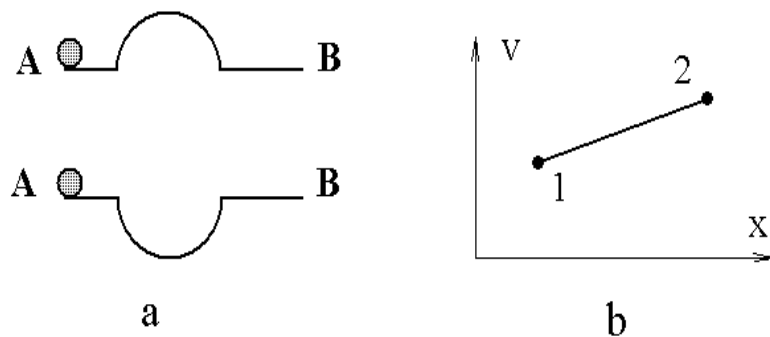


Рис. 50:

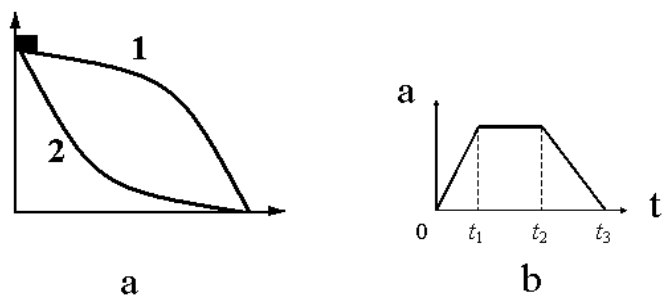


Рис. 51:

18. В каких точках криволинейной траектории частицы нормальное ускорение обращается в нуль?
19. Частица движется по криволинейной траектории с постоянной по модулю скоростью v . Найти радиус кривизны R траектории в той точке, в которой ускорение частицы равно a .
20. С какой горки - выпуклой (1) или вогнутой (2) тело спустится быстрее (рис. 51 а)? Трением пренебречь.
21. Тело движется вдоль прямой с ускорением, зависимость которого от времени показана на рис. 51 б. В какой момент времени скорость тела максимальна?
22. Начальные скорости тел представлены на рис. 52 а) и 52 б). Какое из тел 1 или 2 полетит дальше?
23. По гладкому столу движется, вращаясь вокруг своей оси, волчок, имеющий форму конуса высотой H и радиуса R (см. рис. 53 а). При какой скорости поступательного движения волчок не ударится о край

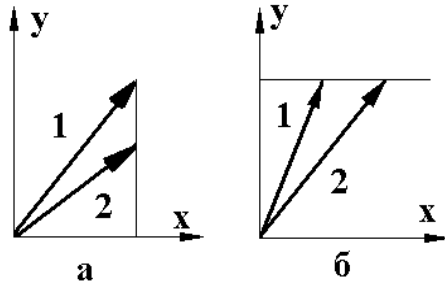


Рис. 52:

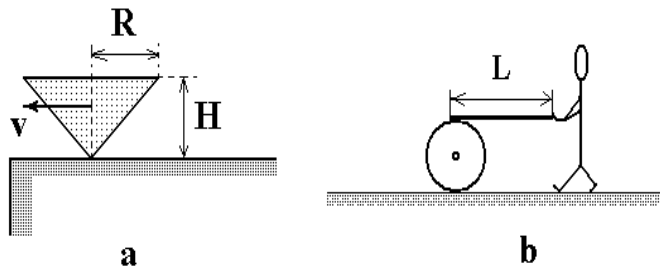


Рис. 53:

стола, соскочив с него?

24. Тело брошено с начальной скоростью v под углом α к горизонту. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. а) Нарисовать траекторию тела, а также указать направление и модуль ускорения в различных точках траектории. б) Изобразить на рисунке векторы нормального \mathbf{a}_n и тангенциального \mathbf{a}_τ ускорений в точках траектории, соответствующих началу движения, наивысшей точке подъема, концу движения. Чему равны \mathbf{a}_n и \mathbf{a}_τ для этих точек? в) Найти $\Delta \mathbf{v}$ и Δv за все время движения и за первую половину времени движения. г) Нарисовать графики зависимостей проекций скорости на вертикальную и горизонтальную оси от времени. д) Определить, чему равны радиусы кривизны начала и вершины траектории.
25. Гусеничный трактор идет со скоростью 3 м/с. С какой скоростью относительно дороги движутся верхняя и нижняя части гусеницы трактора?
26. Человек держит конец доски, лежащей на катке (см. рис. 53 б). Какое

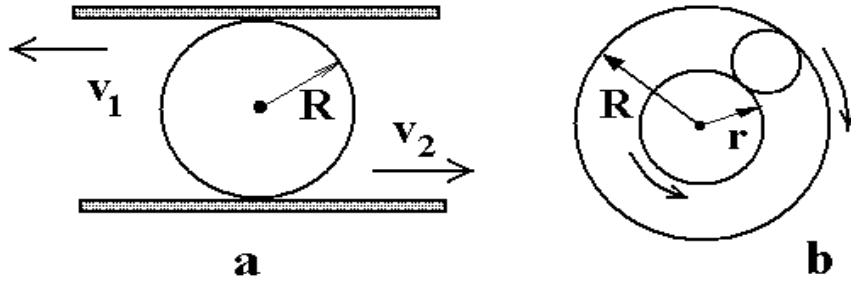


Рис. 54:

расстояние пройдет человек, пока не коснется доски? Каток движется относительно доски и дороги без проскальзывания. В начальный момент расстояние между человеком и катком было равно L .

27. Во сколько раз угловая скорость часовой стрелки больше угловой скорости суточного вращения Земли?
28. Круг радиусом R катится по кругу радиусом: а) R , б) $4R$. Сколько оборотов совершит малый круг по возвращении в первоначальное положение?
29. Цилиндр радиуса R зажат между движущимися со скоростями v_1 и v_2 параллельными рейками (рис. 54 а). С какой угловой скоростью вращается цилиндр? Проскальзывания нет.
30. Два concentric колеса радиусами R и r вращаются в противоположные стороны с угловыми скоростями ω_1 и ω_2 ($\omega_1 < \omega_2$) соответственно. Между ними зажато третье колесо так, как показано на рис. 54 б. Какова угловая скорость вращения этого колеса вокруг собственной оси? Проскальзывания нет.
31. Мелок пускают по диаметру круга. За время, пока круг делает половину оборота, мелок относительно земли может пройти путь равный диаметру круга. Какой след оставит мелок на круге? Трение пренебрежимо мало.
32. Гладкий диск радиуса R , плоскость которого горизонтальна, вращается вокруг своей оси с угловой скоростью ω . От поверхности диска на расстоянии $R/2$ от оси отрывается небольшое тело, которое без трения скользит по диску. Через какое время оно соскользнет с диска?

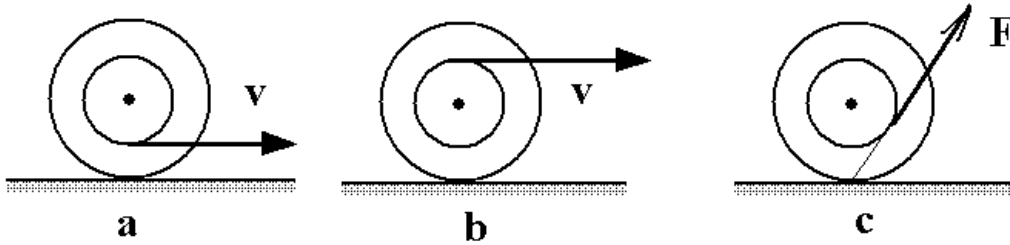


Рис. 55:

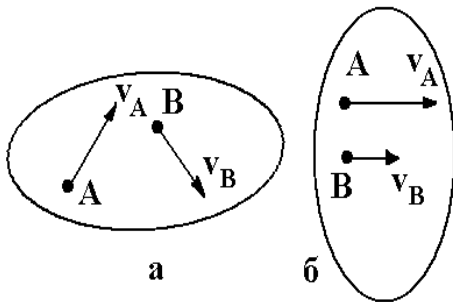


Рис. 56:

33. Два путешественника, выйдя из одной точки на экваторе, отправились с одной и той же по величине скоростью в кругосветное путешествие: один вдоль экватора, другой - по меридиану. Одновременно ли они достигнут исходной точки в конце путешествия?
34. Катушка с намотанной на ней нитью лежит на горизонтальном столе и может катиться по нему без проскальзывания. Внутренний радиус катушки r , внешний - R . С какой скоростью u будет перемещаться ось катушки, если конец нити тянуть в горизонтальном направлении со скоростью v ? Рассмотреть два случая, изображенных на рис. 55 а и рис. 55 б .
35. Куда покатится катушка, если потянуть за нитку, как показано на рис. 55 с?
36. У фигуры, движущейся в плоскости (рис. 56), известны скорости \mathbf{v}_A и \mathbf{v}_B точек А и В. Найти построением положение мгновенного центра скоростей, если: а) скорости точек А и В не параллельны; б) скорости точек А и В параллельны.
37. Система из двух муфт, насаженных на направляющие стержни и

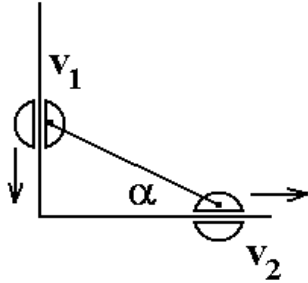


Рис. 57:

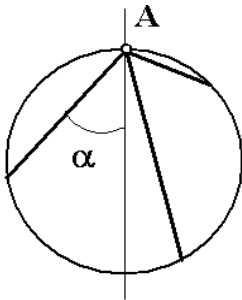


Рис. 58:

скрепленных шарниром, показана на рис. 57. Известны скорость левой муфты и угол α , который в данный момент шарнир образует с горизонтом. Найти скорость правой муфты в этот момент времени.

38. Из точки A , лежащей на верхнем конце вертикального диаметра некоторой окружности, по желобам, установленным вдоль различных хорд этой окружности (рис. 58), одновременно без трения начинают скользить грузы. Через какое время эти грузы достигнут окружности? Как это время зависит от угла наклона хорды к вертикали?
39. Обруч радиуса R катится по горизонтальной поверхности (см. рис. 59). Скорость центра обруча постоянна и равна v_0 . Определить скорости, ускорения точек A , B и C в системе отсчета, связанной с поверхностью, а также радиусы кривизны траектории в этих точках.

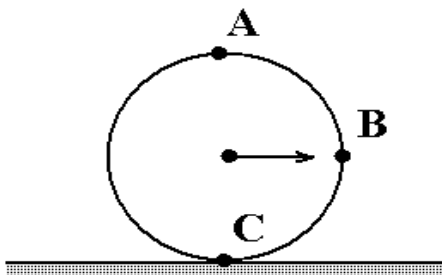


Рис. 59:

СИЛЫ. МОМЕНТЫ СИЛ.

40. Два тела, массы которых m и M , подняты на одинаковую высоту и одновременно отпущены. Одновременно ли они приземлятся, если сила сопротивления воздуха для обоих тел одинакова и постоянна?
41. Как движется тело под действием постоянно убывающей силы?
42. Кабина лифта поднимается с ускорением a . Пассажир, находящийся в ней, роняет книгу. Чему равно ускорение книги относительно лифта, если он движется вверх?
43. Брусок массой m лежит на горизонтальной поверхности. Коэффициент трения между бруском и поверхностью равен μ . Нарисовать график зависимости силы трения, действующей на брусок в зависимости от внешней силы F , приложенной к бруску в горизонтальном направлении.
44. Найти зависимость силы сухого трения $F_{ТР}$, действующей на тело массой m , помещенное на наклонную плоскость, в зависимости от угла α , который образует плоскость с горизонтом. Коэффициент трения между телом и плоскостью равен μ . Привести качественный график полученной зависимости.
45. На доске лежит кирпич. Один конец доски плавно поднимают. Изменяется ли при этом давление кирпича на доску?
46. На нити висит тело А. К нему на пружине подвешивают тело В и нить пережигают. С одинаковыми ли ускорениями начнут падать тела?

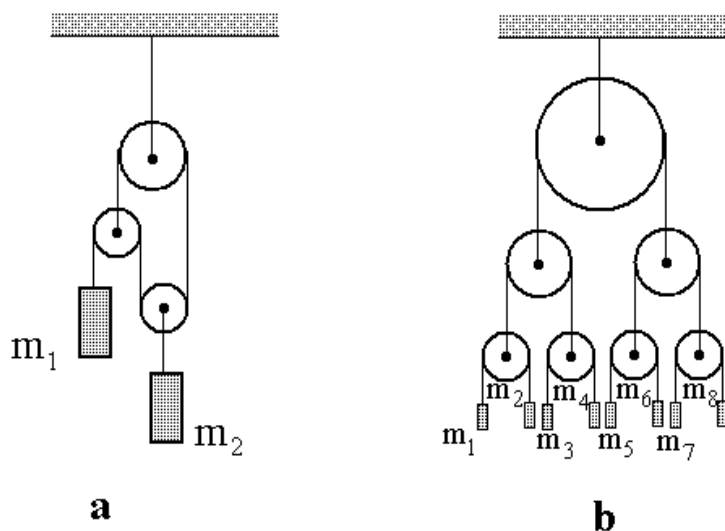


Рис. 60:

47. К легкой пружине подвешено тело массой m_1 , а к нему на нерастяжимой легкой нити - тело массой m_2 . Соединяющую тела нитку пережигают. С какими ускорениями начинают двигаться оба тела?
48. Определить ускорения грузов в системе невесомых блоков и невесомых и нерастяжимых нитей, изображенной на рис. 60 а.
49. Как связаны между собой натяжения невесомых и нерастяжимых нитей в системе невесомых блоков, показанной на рис. 60 б?
50. На катящееся без проскальзывания по горизонтальной поверхности колесо действует сила трения $F_{ТР}$. Она не равна силе трения скольжения. В учебниках написано, что эта сила $F_{ТР} \leq \mu mg$, где μ - коэффициент трения скольжения, m - масса колеса. Нельзя ли дать более определенный ответ? Рассмотрите следующий конкретный пример. К колесу массой m и радиусом R в верхней его точке параллельно земле приложена горизонтальная сила F (рис. 61 а). Колесо катится без проскальзывания. Чему равна сила трения? Чему равна работа этой силы трения при перемещении центра колеса на расстояние s по горизонтали?
51. На жесткий прямой стержень надета бусинка массы m . Стержень

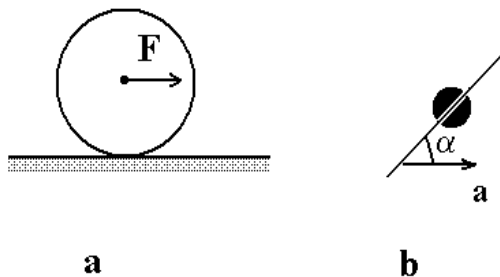


Рис. 61:

перемещают поступательно в горизонтальной плоскости с ускорением \mathbf{a} , направленным под углом α к оси стержня (см. рис. 61 б). Найти величину ускорения бусинки относительно стержня и силу реакции стержня на бусинку, пренебрегая силами трения и тяжести, действующими на нее. При каком коэффициенте трения бусинки она будет оставаться неподвижной относительно стержня?

52. Под действием какой силы движется поезд?
53. Автомобиль движется прямолинейно по горизонтальному участку шоссе. Сопротивление воздуха отсутствует. Какие силы действуют на автомобиль, если движение: а) равномерное; б) ускоренное; в) замедленное?
54. Сила $F = 4mg$ прижимает брусок массой m к вертикальной стенке. Коэффициент трения между бруском и стенкой $\mu = 0,5$. Что происходит с бруском?
55. К покоящемуся на горизонтальной поверхности телу массой $m = 1$ кг приложили горизонтальную силу $F = 3$ Н. Коэффициент трения $k = 0,4$. Чему равна сила трения, действующая на тело?
56. Определить, при каком ускорении стенки (см. рис. 62) брусок будет находиться в покое относительно нее. Коэффициент трения между стенкой и бруском μ .
57. Построить график зависимости ускорений бруска массой M и лежащего на нем кубика массой m от величины силы F . Горизонтально направленная сила F прикладывается либо к кубику,

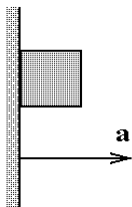


Рис. 62:

либо к бруску. Брусок лежит на гладкой горизонтальной поверхности, коэффициент трения между кубиком и бруском μ .

58. На гладком столе лежит лист бумаги, а на нем книга. Если медленно потянуть за лист, книга поползет вместе с ним. Если тянуть не равномерно, а толчками, книга останется почти на месте, а лист из-под нее вытянется. Почему?
59. Тело массой m падает в воздухе с установившейся скоростью на стальную плиту. С каким ускорением будет двигаться тело после абсолютно упругого соударения с плитой?
60. Тело брошено под углом к горизонту. Что займет больше времени - подъем или спуск, если не пренебрегать сопротивлением воздуха?
61. Куда направлено полное ускорение снаряда после вылета из ствола орудия, если сопротивлением воздуха: а) можно пренебречь; б) нельзя пренебречь?
62. Тело массой m подвесили к свободному концу пружины жесткости k . Найти удлинение пружины Δl в следующих случаях: а) точка подвеса пружины покоится; б) точка подвеса движется вертикально вверх с ускорением a .
63. В песчаном грунте вырыли траншею прямоугольного профиля. За ночь стенки траншеи осыпались так, что угол наклона стенки с горизонталью оказался равным α . Найти коэффициент трения μ песчинок друг о друга.
64. Аквариум с водой без трения соскальзывает с наклонной плоскости. Как при этом располагается уровень воды в аквариуме?

65. Аквариум с водой движется по горизонтальной плоскости с ускорением a . Каков угол α наклона к горизонту уровня воды в аквариуме?
66. Два одинаковых бруска соскальзывают из одной точки в другую, двигаясь один по выпуклой, а другой - по вогнутой сферическим поверхностям, имеющим одинаковые радиусы. Скорость какого бруска внизу больше? Коэффициенты трения на обеих поверхностях одинаковы.
67. Два человека растягивают веревку в противоположные стороны с одинаковой силой T . Что покажет динамометр, вделанный в веревку? К концам веревки приложены силы 3 Н и 5 Н. Чему равно натяжение веревки?
68. Пружиной какой эквивалентной жесткости k можно заменить две пружины с жесткостями k_1 и k_2 , соединенные: а) последовательно; б) параллельно?
69. Какую наименьшую силу F можно приложить к концу бревна массой m , лежащему на земле, чтобы слегка оторвать его от земли?
70. С каким ускорением a соскальзывает с гладкой наклонной плоскости с углом наклона α оказавшийся на ней кирпич?
71. Что легче: удерживать санки на склоне горы или двигать их вверх равномерно?
72. С каким ускорением движется искусственный спутник Земли? Как зависит ускорение свободного падения от высоты тела над поверхностью Земли?
73. Представьте себе, что Земля перестала бы вращаться вокруг своей оси и двигалась бы вокруг Солнца. Как это сказалось бы на ускорении свободного падения?
74. Кирпич лежит на наклонной плоскости, прилегая к ней всем основанием. Какая половина кирпича - левая или правая - с большей силой давит на наклонную плоскость?

75. На столе стоит клин с углом α при основании. На клине лежит монета. С каким ускорением нужно двигать клин по горизонтали, чтобы монета свободно падала вниз?
76. К неподвижному блоку на нитке подвешено тело массой 1 кг. К другому концу нити сначала прикладывают силу 20 Н, затем подвешивают другое тело, чья сила тяжести также равна 20 Н. Что можно сказать об ускорении первого тела в обоих случаях?
77. К легкой пружине подвешены два груза: верхний массой m_1 и нижний массой m_2 . Невесомую нитку, соединяющую грузы, пережигают. Каково ускорение верхнего груза непосредственно после этого?
78. Почему Луна не падает на Землю?
79. С искусственного спутника Земли сбрасывают бомбу. Пренебрегая сопротивлением воздуха, рассчитайте, где упадет бомба.
80. Спутник Земли вращается по круговой орбите. Какой степени радиуса орбиты пропорционален период обращения спутника? Чему равно отношение кинетической энергии спутника к его потенциальной энергии?
81. Тело поднимают над поверхностью Земли на высоту, равную двум земным радиусам. Как при этом меняются масса и вес тела?
82. Тело находится на поверхности Земли на ненулевой широте. Нарисовать силы, действующие на тело: а) в инерциальной системе отсчета; б) в системе отсчета, связанной с телом.
83. Тело прикреплено ниткой к оси вращающейся карусели. Нарисовать силы, действующие на тело: а) в инерциальной системе отсчета; б) в системе отсчета, связанной с телом.
84. Поезд движется с постоянной скоростью относительно земли строго на север в северном полушарии. Какие силы действуют на машиниста?
85. Снаряд летит вдоль экватора в направлении на восток. Куда направлена кориолисова сила, действующая на снаряд?
86. В лифте, движущемся вниз с ускорением a , с высоты H свободно падает тело. Сколько времени будет продолжаться его падение.

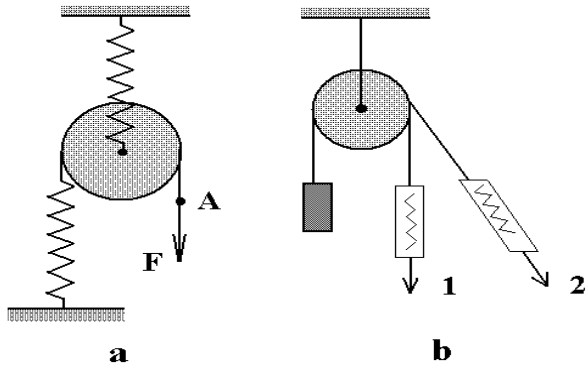


Рис. 63:

87. По тележке, движущейся по земле с постоянным относительно земли ускорением \mathbf{a} , движется человек массы m с постоянным относительно тележки ускорением \mathbf{a}' . С какой силой человек давит на тележку?
88. Горизонтальный диск вращают относительно его оси с угловой скоростью ω . По одному из диаметров движется небольшое тело массой m с постоянной относительно диска скоростью v . Найти силу, с которой диск действует на это тело в момент времени, когда оно находится на расстоянии r от оси.
89. Горизонтальный диск радиуса R равномерно вращают относительно вертикальной оси, проходящей через его край с угловой скоростью ω . По периферии диска с постоянной относительно диска скоростью v движется человек. Оказалось, что результирующая сил инерции, действующих на человека равна нулю. Найти v .
90. На сколько переместится конец нити (точка A), перекинутой через блок, если к нему приложить силу F (см. рис. 63 а). Жесткость пружины κ .
91. Одинаковы ли показания динамометра и нагрузка на ось в случаях 1 и 2 (см. рис. 63 б)?
92. Цепочка массы m подвешена за концы так, что вблизи точек подвеса она образует с горизонталью угол α (см. рис. 64). Определить силу натяжения цепочки в ее нижней части и в точках подвеса.
93. Между двумя одинаковыми ящиками, стоящими на полу, вставлен стержень (см. рис. 65 а). К верхнему концу стержня приложена

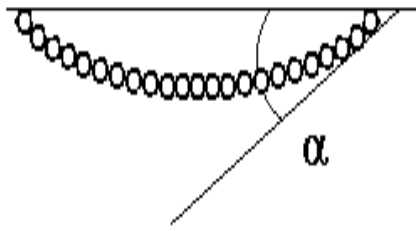


Рис. 64:

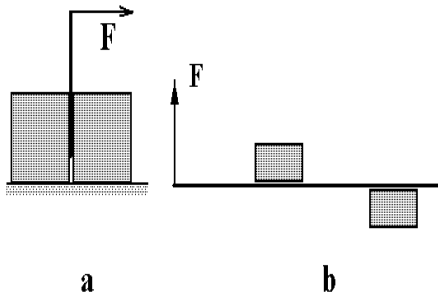


Рис. 65:

горизонтальная сила. Какой из ящиков сдвинется быстрее? Рассмотреть два случая: а) трение между ящиками и полом отсутствует; б) трение между полом и ящиками есть.

94. На столе (см. рис. 65 б) лежат два бруска одинаковой массы, которые пытаются сдвинуть рычагом. Какой из брусков сдвинется?
95. Тяжелый стержень согнут посередине под прямым углом и подвешен свободно за один из концов (см. рис. 66 а). Какой угол с вертикалью образует верхняя половина стержня?
96. Глубина лунки в доске, в которую вставлен шар, в два раза меньше радиуса шара (см. рис. 66 б). При каком угле наклона доски к горизонтали шарик выскочит из лунки?
97. Расставить силы, действующие на шар, висящий на нитке вблизи гладкой стены (рис. 67 а).
98. Определить коэффициент трения между шаром и стенкой в ситуации, изображенной на рис. 67 б.
99. Брусок 2 удерживают горизонтально и отпускают (см. рис. 68). Что

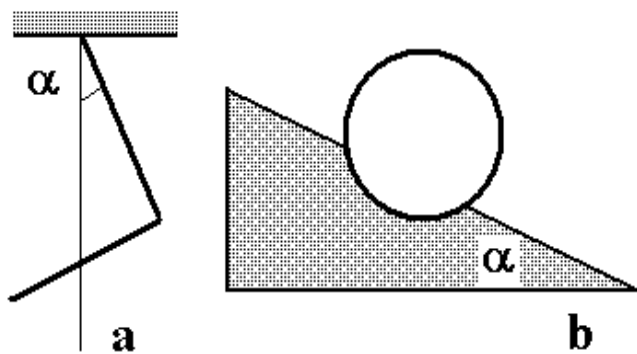


Рис. 66:

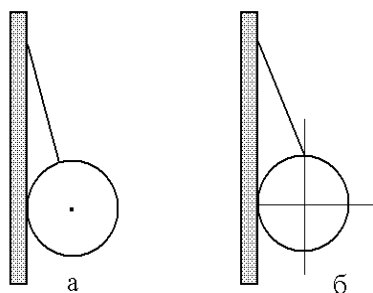


Рис. 67:

произойдет раньше: брусок 2 ударится о стенку, или брусок 1 упрется в блок? Трением пренебречь.

100. Сложить силы, представленные на рис. 69.

101. Какой длины конец надо отрезать от однородного стержня, чтобы его центр тяжести сместился на Δl ?

102. Определить построением положение центра тяжести однородной пластинки, показанной на рис. 70.

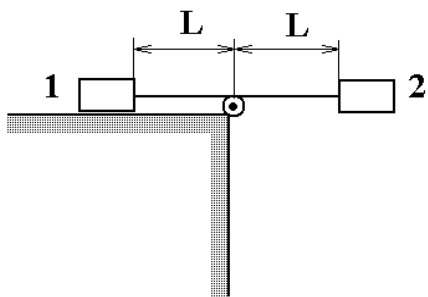


Рис. 68:

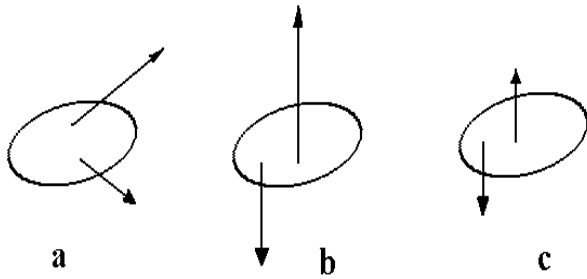


Рис. 69:

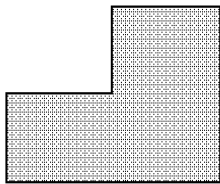


Рис. 70:

ИМПУЛЬС. МОМЕНТ ИМПУЛЬСА

103. Будет ли увеличиваться скорость ракеты, если скорость истечения газа относительно ракеты меньше скорости самой ракеты, т.е. если вытекающий из сопла ракеты газ летит вслед за ракетой?
104. Космический корабль движется со скоростью v . Скорость истечения газов относительно корабля - u . Расход топлива μ ? Какова сила тяги двигателя?
105. Мяч, свободно падающий на землю, имеет в момент удара импульс \mathbf{p}_1 . После удара, который длится в течение времени τ , импульс мяча стал равен \mathbf{p}_2 . Найти: а) приращение импульса мяча $\Delta \mathbf{p}$ и модуль этого приращения; б) среднюю силу F , с которой мяч действует на землю.
106. Найти импульс однородного диска массой m , катящегося без проскальзывания по горизонтальной поверхности со скоростью v .
107. Чему равен импульс системы частиц в системе отсчета, связанной с ее центром масс?
108. Мяч, летящий со скоростью v , ударяется в едущий ему навстречу со скоростью u автомобиль. Какой станет скорость мяча после упругого

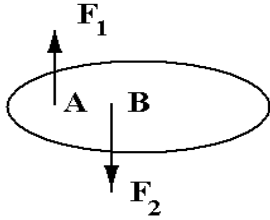


Рис. 71:

удара?

109. Под каким углом разлетятся два гладких упругих шарика после столкновения, происходящего не по линии центров?
110. Зависит ли вес песочных часов от того, течет в них песок или нет?
111. На дне закрытой пробирки сидит муха. Пробирка свободно падает, оставаясь в вертикальном положении. Как изменится длительность падения, если муха за это время перелетит из нижней части пробирки в верхнюю?
112. Однородный стержень нижним концом касается гладкой горизонтальной поверхности. Верхний конец стержня подвешен на нити так, что образует с поверхностью некоторый угол. Нить пережигают. В какую сторону сместится нижний конец стержня, когда он упадет?
113. Однородное тело находится в покое. К точкам А и В приложили две равные и противоположно направленные силы, как показано на рис. 71. В каком направлении станет двигаться точка В?
114. Тело брошено под углом к горизонту. Сохраняется ли: а) импульс тела; б) проекция импульса на какое-либо направление? Сопротивлением воздуха пренебречь.
115. Шар массой m_2 , имеющий скорость \mathbf{v} , налетает на покоящийся шар массой m_1 (рис. 72 а). Могут ли после соударения скорости шаров \mathbf{v}_1 и \mathbf{v}_2 , иметь направления, показанные на рис. 72 б, с?
116. Внутри тележки массой M , находящейся на гладкой горизонтальной поверхности, находится шарик массой m . Шарикуют сообщают скорость v (рис. 73). Начинаются упругие столкновения шарика со стенками тележки. Опишите дальнейший характер движения тел системы.

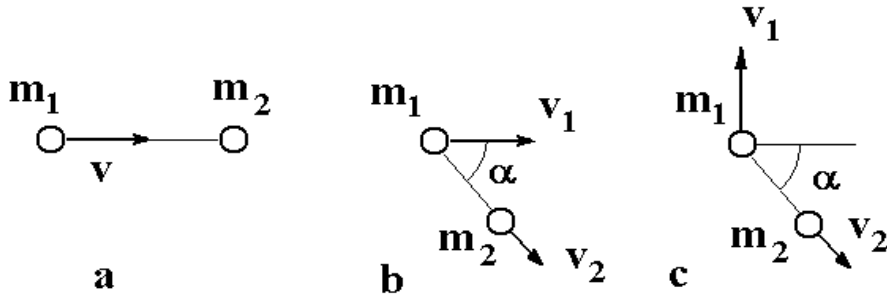


Рис. 72:

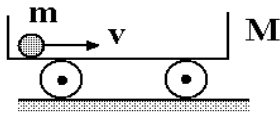


Рис. 73:

117. Космонавт массой m приближается к космическому кораблю массой M с помощью троса, длина которого l . Какой путь s пройдет космонавт до сближения с кораблем?
118. С воздушного шара массой M , находящегося на высоте h над землей по веревочной лестнице начинает спускаться вниз человек массой m . Какой минимальной длины лестницей ему следует запастись?
119. Две одинаковые легкие тележки, на которых находятся два одинаковых дворника, катятся по инерции параллельно друг другу с одинаковыми скоростями по очень скользкому льду. Начинает падать снег. Дворник на одной из тележек сбрасывает падающий снег с тележки в стороны, а дворник на второй тележке спит. Какая из тележек быстрее проедет одно и то же расстояние?
120. Вычислите момент инерции системы шаров, закрепленных на невесомом стержне, относительно осей OO и O_1O_1 (рис. 74)
121. Каков момент инерции кольца массы m и радиуса R относительно оси, лежащей в плоскости кольца и проходящей через его диаметр?
122. Используя теорему о моментах инерции плоской фигуры относительно трех взаимно перпендикулярных осей, вычислите момент инерции

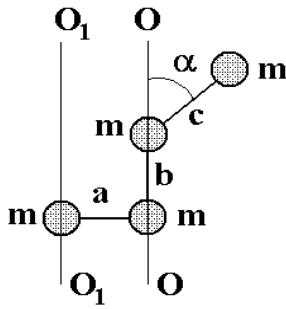


Рис. 74:

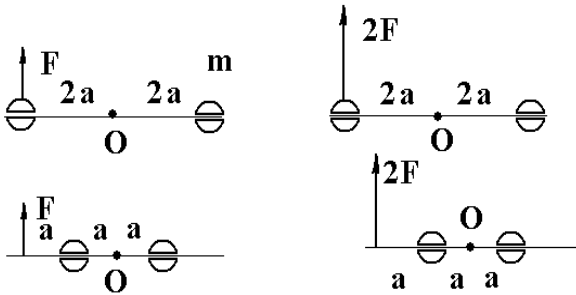


Рис. 75:

квадратной пластинки относительно оси, проходящей через ее центр перпендикулярно плоскости пластины. Масса пластины m , длина стороны квадрата a .

123. В какой из показанных на рис. 75 ситуаций угловое ускорение невесомого стержня, способного вращаться вокруг оси O , с насаженными на него муфтами массой m , наибольшее?
124. Диск насажен на неподвижную ось (рис. 76 а). Под действием какой из сил диск будет двигаться с большим угловым ускорением?
125. На катушку намотана нить. Прочность нити достаточна, чтобы

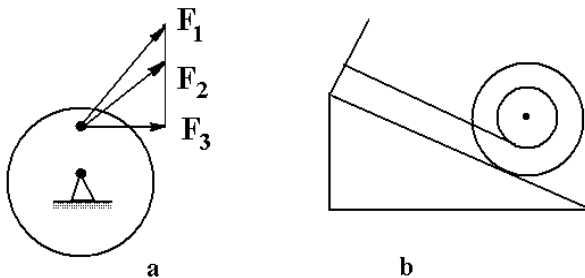


Рис. 76:

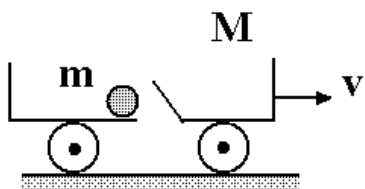


Рис. 77:

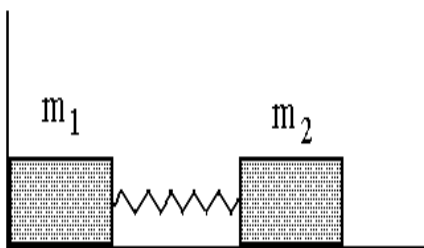


Рис. 78:

выдержать вес катушки. Однако нить рвется, когда она удерживает катушку на наклонной плоскости (по которой катушка не проскальзывает) при некотором угле наклона (см.рис 76 b). Почему?

126. С какой силой давит на землю кобра, когда она, готовясь к прыжку, поднимается вертикально равномерно со скоростью v ? Масса змеи m , ее длина l . Вначале змея образовывала клубок.
127. Тележка массой M , имеющая люк на дне, без трения движется по горизонтальной поверхности со скоростью v (рис. 77). Вблизи люка на тележке лежит кирпич массой m . Люк открывается и кирпич сваливается с тележки. Как изменится скорость тележки?
128. Два тела массами m_1 и m_2 , соединенные пружинкой жесткости κ , находятся на гладком горизонтальном столе (см. рис. 78). Правое тело сдвинули на x влево. Определить скорость движения центра масс системы после распрямления пружинки.
129. Две разных по массе шайбы скреплены невесомой пружинкой и находятся на гладком горизонтальном столе. Когда пружина была недеформирована, более тяжелой шайбе сообщили некоторую

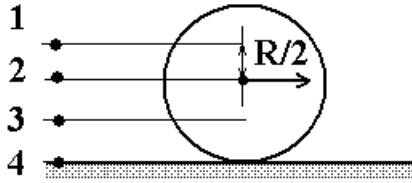


Рис. 79:

- скорость по направлению к другой шайбе. Во втором опыте такую же скорость сообщили более легкой шайбе. Найти отношение минимальных расстояний между шайбами в процессе их движения.
130. На гладком столе лежит стержень массы M и длины l . Перпендикулярно стержню на расстоянии $l/4$ от его середины со скоростью v движется пластилиновый шар массы m , который прилипает к стержню. Чему равна скорость центра масс системы до и после удара?
131. Два тела массами m одновременно брошены под одинаковыми углами к горизонту с одинаковыми скоростями v_0 . Найти момент импульса второй частицы относительно первой в момент времени, когда их скорости составляют угол α с горизонтом.
132. Однородный цилиндр массы M и радиуса R катится без скольжения по горизонтальной плоскости. Скорость центра масс v_0 . Найти момент импульса цилиндра относительно точек 1, 2, 3 и 4, указанных на рис. 79.
133. Обруч радиуса R и массой m , раскрученный до угловой скорости ω_0 , поставили на землю. Найти скорость обруча v , с которой он покатится, когда проскальзывание прекратится.
134. Однородный невращающийся цилиндр радиуса R , имеющий горизонтальную поступательную скорость v_0 , аккуратно положили на горизонтальную поверхность. Найти угловую скорость вращения цилиндра в режиме качения. Как долго этот режим будет продолжаться, если поверхность идеально твердая?
135. К оси гироскопа, вращающегося с угловой скоростью ω , направление момента импульса \mathbf{L} которого показано на рис. 80, приложена пара

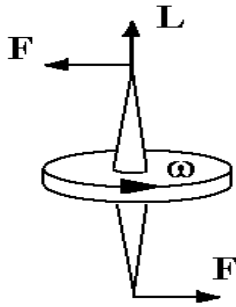


Рис. 80:

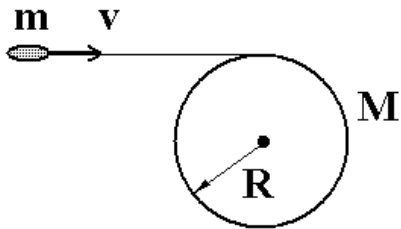


Рис. 81:

сил. Куда повернется ось гироскопа?

136. Как изменится угловая скорость прецессии оси гироскопа, если гироскоп находится в лифте, поднимающемся вверх с ускорением \mathbf{a} ?
137. Однородный диск массой M и радиуса R может свободно вращаться вокруг оси, проходящей через центр диска перпендикулярно его плоскости. Пуля массой m , имеющая скорость v , попадает в диск и застревает в нем (рис. 81). Найти угловую скорость ω вращения диска вместе с застрявшей в нем пулей.

РАБОТА. ЭНЕРГИЯ

138. Одну и ту же порцию керосина сжигают на уровне моря и в Гималаях. Когда выделяется больше энергии?
139. На полу лежат куб и шар одинаковой массы, сделанные из стали. Их подняли до соприкосновения с потолком. Одинаково ли изменилась при этом их потенциальная энергия?

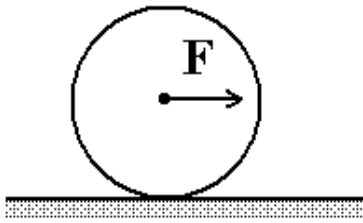


Рис. 82:

140. Два одинаковых железных шарика, один из которых лежит на горизонтальной поверхности, другой - подвешен на нерастяжимой нити, нагревают на одинаковое количество градусов. Одинаковое ли количество теплоты требуется для этого? Теплообменом шаров со средой пренебречь.
141. Найти работу по медленному подъему лестницы массой m и длиной l , лежащей на земле, так, чтобы один ее конец не отрывался от земли.
142. Сплошной металлический шар и металлическая оболочка одинакового радиуса и массы скатываются без проскальзывания с одной и той же горки. Чья поступательная скорость на горизонтали будет выше? Те же объекты, разогнанные с одинаковой скоростью, вкатываются на горку. Какой из них поднимется выше?
143. Какую работу нужно совершить, чтобы вертикально забросить камень массой m на высоту h , если средняя сила сопротивления воздуха постоянна и равна F ?
144. Тело массы m с постоянной скоростью втаскивают на наклонную плоскость, образующую угол α с горизонтом, постоянной силой F , направленной параллельно плоскости. Равна ли нулю работа силы реакции опоры?
145. Цилиндр массы m и радиуса R без проскальзывания движется по горизонтальной поверхности под действием горизонтальной силы F , приложенной к оси (см. рис. 82). Чему равна работа силы трения через время t после начала движения?
146. На горизонтальной плоскости лежит брусок массой m . К бруску прикреплена пружина жесткостью κ . К пружине приложили

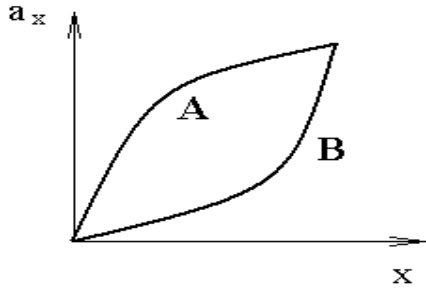


Рис. 83:

горизонтально действующую силу. Какую работу совершит сила к моменту, когда брусок начнет скользить? Коэффициент трения о плоскость μ .

147. Брусок массой m и длиной L на гладкой поверхности имел кинетическую энергию E_0 . Какую кинетическую энергию он будет иметь, оказавшись полностью на шероховатой поверхности с коэффициентом трения μ ?
148. Какую работу необходимо совершить, чтобы перетянуть брусок массой m и длиной l через шероховатую полосу шириной L ? Коэффициент трения μ .
149. Шарик массы m запустили из центра вращающейся с угловой скоростью ω карусели со скоростью v вдоль ее радиуса R . Найти работу A кориолисовой силы к моменту времени, когда шарик достигнет края карусели.
150. На рис. 83 изображена зависимость ускорения тела, совершающего одномерное движение вдоль оси x от координаты x . В каком случае (А или В) работа силы, вызывающей движение тела, больше?
151. Однородный цилиндр радиуса R находится на двух горизонтальных рельсах. На него намотана нить, к концу которой приложена постоянная сила F . Найти работу этой силы за время, в течение которого ось цилиндра переместится без скольжения на расстояние $2\pi r$, если: а) сила горизонтальна, б) сила вертикальна (см. рис. 84).
152. Тело брошено под углом к горизонту. Чему равняется средняя мощность силы тяжести тела за все время полета?

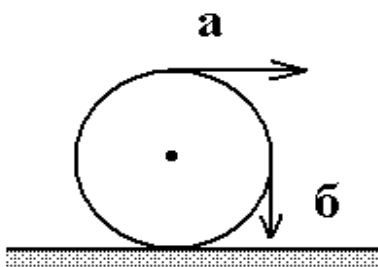


Рис. 84:

153. Тело массы бросили с начальной скоростью v_0 под углом α к горизонту. Пренебрегая сопротивлением воздуха, построить график зависимости мощности силы тяжести от времени.
154. Тело массы m соскальзывает без начальной скорости с наклонной плоскости. Найти зависимость мощности силы трения, действующей на тело, от времени.
155. Зависит ли путь, проходимый автомобилем с выключенным двигателем при движении "юзом" (колеса не прокручиваются), от массы автомобиля?
156. В лифте, поднимающемся с ускорением $f = a$, мальчик отпускает пластилиновый шарик массой m с высоты h от пола. Какое количество тепла выделится при его ударе о пол лифта?
157. Тело массой m подвешено к потолку с помощью пружины жесткостью κ . Какой максимальной скорости достигнет тело, если его отпустить из положения, в котором пружина не растянута?
158. За счет какой энергии поднимается вверх воздушный шар?
159. Кинетическая энергия спутника на круговой орбите положительна. А какова по знаку его полная механическая энергия?
160. Тело, брошенное вертикально вверх, достигает верхней точки и затем падает вниз. Нарисовать график изменения его кинетической энергии со временем.
161. Тело брошено вертикально вверх. Нарисовать график изменения его потенциальной энергии в зависимости от квадрата скорости.

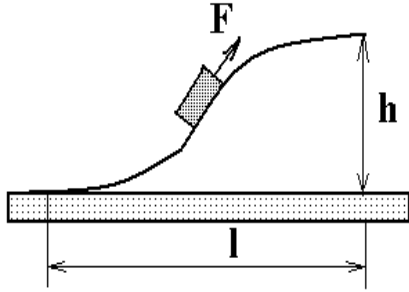


Рис. 85:

162. Изменится ли работа, производимая двигателем эскалатора, если пассажир, стоящий на эскалаторе, начнет сам подниматься по нему?
163. Какую минимальную работу нужно совершить, чтобы за время t подняться по движущемуся вниз эскалатору метро? Высота подъема H , скорость эскалатора v , угол наклона эскалатора к горизонту α .
164. Небольшое тело массой m равномерно втащили на горку, действуя силой, которая в каждой точке направлена по касательной к траектории (рис. 85). Найти работу этой силы, если высота горки h , длина ее основания l и коэффициент трения μ .
165. Тело свободно падает с некоторой высоты. Одинаковую ли работу совершает сила тяжести за последовательные равные промежутки времени?
166. Являются ли силы: а) $\mathbf{F} = (y^2 - x^2)\mathbf{e}_x + 3xy\mathbf{e}_y$; б) $\mathbf{F} = ax\mathbf{e}_x - by\mathbf{e}_y + cz\mathbf{e}_z$ консервативными?
167. В вагоне равномерно движущегося поезда стоит человек, растягивающий горизонтальную пружину с силой F . Поезд прошел путь S . Какую работу совершил человек в системе отсчета, связанной с землей?
168. На горизонтальную ленту транспортера, движущегося со скоростью v , опускают без начальной скорости кирпич. Коэффициент трения кирпича о ленту μ . Найти перемещение кирпича относительно ленты.
169. К двум гвоздям, находящимся на одной высоте, прикреплены концы цепочки длиной l и концы двух шарнирно связанных между собой стержней, общая длина которых тоже равна l . Чей центр тяжести расположен ниже - цепочки или стержней?

170. С неподвижным шаром сталкивается движущийся шар такой же массы, после чего они движутся как одно целое. Какая доля механической энергии перешла во внутреннюю?
171. Шар абсолютно упруго сталкивается с таким же покоящимся шаром. Удар не центральный. Под каким углом разлетятся шары?
172. Один грузик подвешен на нерастяжимой нити, а другой - на жестком невесомом стержне такой же длины. Одинаковые ли минимальные скорости нужно сообщить грузикам в нижнем положении, чтобы они совершили полный оборот в вертикальной плоскости?
173. Тело бросили с начальной скоростью v_0 под некоторым углом к горизонту. Пренебрегая сопротивлением воздуха, найти работу силы тяжести над телом и приращение его кинетической энергии: а) до верхней точки траектории; б) за все время полета. Начальная и конечная точки траектории тела находятся на одном уровне.
174. Небольшую шайбу массой m пустили снизу вверх по горке с начальной скоростью v_0 . Добравшись до некоторой высоты, шайба соскальзывает вниз, имея у основания скорость v . Найти работу силы трения над шайбой на всем пути ее движения.
175. Первоначально покоившееся на горке тело массой m после легкого толчка медленно сползает с высоты H на горизонтальную поверхность. Какую работу необходимо совершить сторонней силе, чтобы так же медленно втащить тело на горку на прежнее место?
176. Пуля, летящая со скоростью v_1 пробивает доску и вылетает из нее со скоростью v_2 . Считая, что масса пули m гораздо меньше массы доски, оценить насколько изменится работа силы трения, если доска удаляется от пули со скоростью u .
177. Двое рабочих должны выкопать цилиндрический колодец глубиной H . До какой глубины h следует копать первому рабочему, чтобы работа оказалась распределенной поровну? Считать, что грунт однороден и рабочие поднимают его до поверхности Земли.
178. Тело массой m бросили с начальной скоростью v_0 под углом α к горизонту. Пренебрегая сопротивлением воздуха, найти мощность $P(t)$, развиваемую силой тяжести, и построить график этой функции.

179. Одинаковую ли скорость получит центр шара у основания наклонной плоскости, если один раз он соскальзывает (без трения), а другой раз скатывается с нее? Сопротивление воздуха не учитывать.
180. Найти кинетическую энергию однородного диска массой m и радиусом R , катящегося по земле без проскальзывания со скоростью v_0 .
181. Воздушный шар, удерживаемый веревкой, поднялся на некоторую высоту. Как изменилась потенциальная энергия системы шар-воздух-Земля?
182. Ракета массой M с работающим двигателем неподвижно зависла над Землей. Скорость вытекающих из ракеты газов v . Определить мощность двигателя ракеты.
183. Вертолет стоял на земле, а затем "завис" на небольшой высоте. Когда он действовал на землю с большей силой?
184. Мощность вентилятора увеличивают в 8 раз. Во сколько раз увеличивается скорость потока воздуха?
185. Трактор мощностью N_1 развивает максимальную скорость v_1 . Трактор мощностью N_2 - скорость v_2 . Какую максимальную скорость v могут развить два трактора, если их сцепить друг с другом?
186. В цилиндр, установленный на тележке, как показано на рис. 86 а, и свободно вращающийся вокруг своей оси, попадает пуля. В трех разных опытах пуля попала в точки А, В и С. В каком из трех случаев кинетическая энергия системы оказалась большей? Что можно сказать о скоростях тележки в этих трех случаях? Рассмотреть случаи упругого и неупругого удара. Массой пули пренебречь.
187. Тяжелая веревка подвешена за конец. В петле этой веревки вставлен невесомый обруч (см. рис. 86 б). С каким ускорением он будет падать? Трением пренебречь.
188. Человек бросает камень массой m со скоростью v в горизонтальном направлении. В неподвижной системе отсчета работа человека над камнем равна $mv^2/2$, а в системе отсчета, движущейся со скоростью $v/2$ в том же направлении, что и камень, эта работа равна нулю. Получается, что работа зависит от системы отсчета, но ведь она

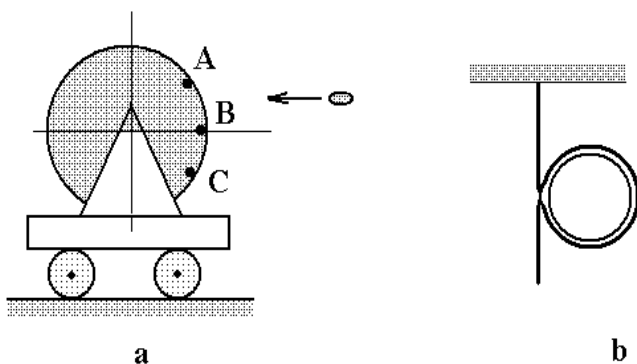


Рис. 86:

совершается за счет внутренней энергии человека и вовсе не должна зависеть от используемой системы отсчета.

189. Камень массой m соскальзывает с гладкой горки высотой H . С точки зрения неподвижного наблюдателя потенциальная энергия камня mgH переходит в кинетическую энергию $mv^2/2$ так, что после соскальзывания камень имеет скорость v . Наблюдатель в системе отсчета, движущейся со скоростью v скажет, что вначале у камня была и потенциальная энергия mgH и кинетическая $mv^2/2$, а в конце нет ни той ни другой. Куда же пропала энергия?

ГИДРОСТАТИКА И ГИДРОДИНАМИКА

190. В сосуде с водой плавает в вертикальном положении брусок. Как изменится уровень воды в сосуде, если брусок перейдет в горизонтальное положение?
191. Что тяжелее - тонна дерева или тонна железа?
192. Стальной шарик плавает в ртути. Изменится ли погружение шарика в ртуть, если сверху долить воды?
193. Справедлив ли в условиях невесомости закон Архимеда?
194. В одном из сосудов плавает кусок льда с пузырьком воздуха, в другом - с вмержшим стальным шариком. Изменятся ли уровни воды в сосудах, когда лед растает?

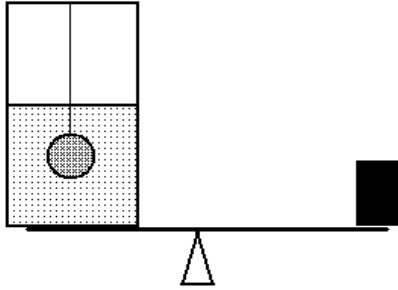


Рис. 87:

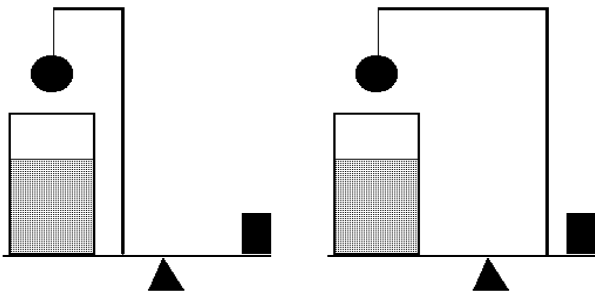


Рис. 88:

195. В бассейне плавает железный понтон с дыркой в дне. Изменится ли уровень воды в бассейне после того, как понтон утонет?
196. В стакане с водой плавает кусок льда. Изменится ли уровень воды в стакане после того, как лед растает?
197. В бассейне плавает лодка. Изменится ли уровень воды в бассейне, если лежащий на дне лодки камень бросить в воду?
198. В стакан с водой, уравновешенный на весах, опускают палец. Нарушится ли равновесие весов?
199. Сосуд с плавающим в нем телом начинает падать с ускорением $a < g$. Всплывет ли при этом тело?
200. На весах уравновешен сосуд с водой, к крышке которого привязан на нитке железный шарик (рис. 87). Нитку пережигают. Нарушится ли равновесие весов после этого?
201. Нарушится ли равновесие весов, если удлинить невесомую нитку на рис. 87 так, чтобы металлические шарики погрузились в воду?

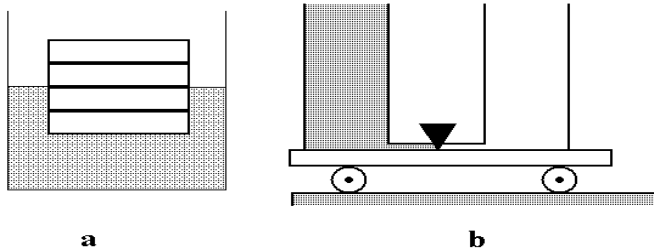


Рис. 89:

202. В сообщающиеся сосуды одинакового диаметра d налита вода. На сколько изменятся уровни воды в сосудах, если в один из сосудов положить кусок дерева массой m ?
203. С какой максимальной глубины можно достать воду, используя вакуумный насос?
204. Может ли быть так, чтобы на тело, погруженное в воду, не действовала сила Архимеда?
205. Лодка из Каспийского моря переместилась в реку Волга. В каком случае архимедова сила больше?
206. Четыре одинаковых листа фанеры толщиной L каждый, связанные в стопку, плавают в воде так, что уровень воды соответствует границе между двумя средними листами (см. рис. 89 а). На сколько увеличится глубина погружения стопки листов, если в стопку добавить еще один такой же лист?
207. Как будет двигаться изображенная на рис. 89 б тележка после открытия крана? Трением колес о плоскость пренебречь.
208. На поверхности воды плавает деревянный кубик. Какое из двух положений равновесия, изображенных на рис. 90, будет устойчивым?
209. В сосуде с водой массой M всплывает пузырек воздуха объемом V с ускорением a . Найти силу давления сосуда на поверхность.
210. В сосуд с вертикальными стенками и площадью дна S налита вода. На сколько изменится уровень воды, если в сосуд опустить деревяшку массой m ?

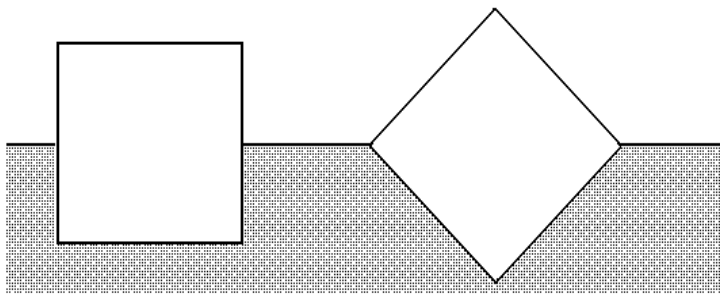


Рис. 90:

211. Закрытый сосуд доверху наполнен водой. У дна сосуда находится пузырек воздуха. Как изменится давление на дно сосуда, когда пузырек всплывет?
212. При постановке опыта Торричелли в столбике ртути оказался пузырек воздуха. Будет ли изменяться объем этого пузырька при изменении атмосферного давления?
213. Ртутный барометр, сохраняя вертикальное положение, падает с большой высоты. Что он показывает при этом?
214. Сплошные шары - алюминиевый и железный - уравновешены на рычаге. Нарушится ли равновесие, если оба шара погрузить в воду? Рассмотреть два случая, когда шары имеют: а) одинаковую массу; б) одинаковый объем.
215. Как взаимодействуют в воде пузырек воздуха и железный шарик одинакового радиуса?
216. На дне сосуда с водой находится железный шарик. В какую сторону (к центру сосуда или к стенке) будет двигаться шарик, если пренебречь трением?
217. В лифте находится ведро с водой, в котором плавает мяч. Как изменится глубина погружения мяча, если лифт будет двигаться с ускорением a , направленным вверх?
218. Какую работу мы совершаем, медленно поднимая камень массой 1 кг со дна озера глубиной 2 м на высоту 3 м над уровнем воды?
219. Сколько тепла выделится при падении камня массой 1 кг с высоты 3 м над уровнем воды на дно озера глубиной 2 м?

220. С какой скоростью должна двигаться нефть в трубопроводе сечением 100 см^2 , чтобы в течение часа протекало 18 м^3 нефти?
221. Две бочки наполнены до одного уровня: одна раствором соли, другая - раствором спирта. Плотность жидкости в первой в полтора раза больше, чем во второй. Как соотносятся скорости вытекания растворов после выбивания пробок, находящихся на одинаковой глубине? Обе жидкости считать идеальными.
222. Если сила Стокса, являющаяся силой сопротивления медленному движению шарика жидкости, определяется трением между поверхностью шарика и жидкостью, то почему она пропорциональна первой степени радиуса шарика R , а не площади поверхности шарика, пропорциональной R^2 ?
223. В узкой части трубы скорость течения идеальной жидкости выше, чем в широкой. Какая "сила" разгоняет жидкость в узкой части?
224. Вытекающая из водопроводного крана струя воды при ламинарном течении сужается к низу, а не расширяется. Почему?
225. Каков критерий перехода ламинарного течения жидкости в турбулентное? Что такое число Рейнольдса? Что такое Пуазейлевское течение вязкой жидкости? Сформулируйте закон Дарси.

КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

226. Зная амплитуду скорости v_{max} и амплитуду ускорения a_m , найти амплитуду смещения и круговую частоту гармонических колебаний.
227. Точка совершает гармонические колебания вдоль прямой. Зная, что максимальная скорость точки равна v_{max} , найти среднюю скорость ее движения.
228. Зависимость от времени t координаты гармонического осциллятора имеет вид $q = A \sin(\omega_0 t + \alpha)$. Выразить через амплитуду A и начальную фазу α начальную координату и начальную скорость.

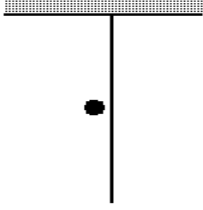


Рис. 91:

229. Энергия гармонического осциллятора имеет вид $E = m\dot{x}^2/2 + kx^2/2$, где m - масса, k - коэффициент упругой силы. Найти амплитуду колебаний и амплитуду скорости.
230. Потенциальная энергия частицы массы m равна $U = -2d(a/x - a^2/(2x^2))$, где d и a - положительные константы, а x - координата частицы. Найти частоту малых колебаний частицы.
231. Для гармонического осциллятора нарисовать графики изменения потенциальной энергии от кинетической и графики изменения обеих энергий в зависимости от координаты.
232. Математический маятник колеблется по закону $x = x_0 \cos(2\pi t + \varphi_0)$. Какова длина маятника?
233. Во сколько раз время прохождения гармонически колеблющейся точкой первой половины амплитуды меньше времени прохождения второй половины амплитуды?
234. Через какую долю периода скорость точки будет равна половине ее максимальной скорости? В начальный момент времени точка проходит положение равновесия.
235. Математический маятник длиной l совершает колебания вблизи вертикальной стенки. Под точкой подвеса на расстоянии $l/2$ от нее в стену вбит гвоздь (рис. 91). Каков период колебаний маятника?
236. Брусок массой m совершает горизонтальные гармонические колебания с амплитудой A на пружине жесткости κ . На расстоянии $A/2$ от положения равновесия установили массивную плиту, от которой брусок абсолютно упруго отскакивает. Каким стал период колебаний?

237. Как изменится частота колебаний пружинного маятника, если: а) увеличить жесткость пружины в 2 раза; б) увеличить его массу в 2 раза; в) перенести его с Земли на Луну?
238. Груз массой M совершает вертикальные колебания на пружине жесткостью κ с амплитудой A . Когда груз находился в крайнем нижнем положении, на него положили тело массой m , в результате чего колебания прекратились. Найти m .
239. Тело массой m_1 совершает горизонтальные гармонические колебания на пружине с амплитудой A_1 . Когда оно проходит положение равновесия, на него вертикально падает тело массой m_2 и прилипает. Найти новую амплитуду колебаний.
240. Брусок массы M под действием пружины совершает на гладком горизонтальном столе гармонические колебания с амплитудой A и периодом T . Вдоль оси движения летит пуля массы m . Попав в брусок в момент прохождения им положения равновесия, она застревает в нем. В результате соударения колебания прекратились. Определить скорость пули.
241. К динамометру подвесили груз. При этом возникли колебания с частотой 2 Гц. На каком расстоянии от нулевой отметки остановится указатель динамометра, когда колебания прекратятся?
242. Тело массой m совершает горизонтальные гармонические колебания на пружине жесткостью κ с амплитудой A . Определить максимальную мощность, развиваемую силой упругости пружины.
243. Тело совершает гармонические колебания с периодом T . Через какой промежуток времени кинетическая и потенциальная энергии тела оказываются равными?
244. Поплавок переносят из жидкости с меньшей плотности в жидкость с большей плотностью. Как при этом изменяется период вертикальных колебаний поплавка?
245. Изменится ли период колебаний качелей, если вместо одного человека на качели сядут двое?

246. Период вертикальных колебаний груза на резиновом шнуре равен T . Каким будет период колебаний этого груза на том же шнуре, сложенном вдвое?
247. Тело массой m подвешено на конце пружины, имеющей жесткость k . У пружины отрезали половину и снова подвесили то же тело. Во сколько раз изменилась частота колебаний?
248. Во сколько раз уменьшится период колебаний груза, подвешенного на резиновом жгуте, если отрезать $3/4$ длины жгута и подвесить на оставшуюся часть тот же груз?
249. Два одинаковых груза, связанных пружиной, совершают продольные колебания. Как изменится частота колебаний, если один из грузов закрепить.
250. Правильно идущие механические часы положили на гладкую горизонтальную поверхность. Как изменится темп хода часов?
251. Чему равен период колебаний математического маятника в искусственном спутнике Земли?
252. Почему раскачиваются качели, если приседать при их максимальном отклонении и вставать при прохождении положения равновесия? За счет какой энергии происходит раскачка?
253. Если настенные маятниковые часы отстают, то что надо сделать, чтобы восстановить правильность их хода?
254. Твердое тело совершает малые колебания вокруг горизонтальной оси с периодом T_0 . Каким будет период колебаний тела, если при неизменной плотности все его линейные размеры увеличатся вдвое?
255. Полый шар заполнен водой и совершает колебания на нити. Как изменится период колебаний, если вода замерзнет? Изменение объема при замерзании не учитывать.
256. Чему равен период колебаний математического маятника в лифте, опускающемся с ускорением $a = g$?
257. Какова амплитуда гармонических колебаний тела, если полная энергия колебаний E , а максимальная сила, действующая на тело, F_0 ?

258. Период колебаний груза на пружине T . На сколько уменьшится длина пружины, если снять с нее груз?
259. На чашку пружинных весов осторожно кладут груз. Система начинает колебаться с амплитудой A . Каков период колебаний груза?
260. Шарик подвешен на длинной нити. Первый раз его поднимают по вертикали до точки подвеса, второй раз отклоняют на небольшой угол. В каком из этих случаев шарик быстрее возвратится к начальному положению?
261. Если к пружине подвесить поочередно два разных груза, пружина удлиняется на δx_1 и δx_2 соответственно. Определить период колебаний, когда к пружине подвешены оба груза.
262. На гладком столе лежат два одинаковых бруска массой m каждый, соединенные пружиной жесткостью κ . Если пружину растянуть, то бруски начинают колебаться. Определить период малых колебаний системы.
263. Найти период малых колебаний однородного диска массы m и радиуса R , насаженного на гвоздь. Расстояние от центра диска до оси вращения маятника R .
264. Найти период малых колебаний велосипедного колеса массы m и радиуса R , ось которого прикреплена к стене пружиной жесткости κ . Проскальзывания колеса нет.
265. Два тела с одинаковыми массами подвешены к двум одинаковым пружинам. Тела оттягивают вниз - одно на 1 см, другое - на 2 см, а затем одновременно отпускают. Какое из тел первым придет в положение равновесия?
266. На груз массой M , висящий на пружине, кладут еще один груз массой m , удерживая систему в начальном положении. Затем грузы отпускают. Найти максимальную силу, действующую на верхний груз со стороны нижнего.
267. Два последовательных максимальных отклонения математического маятника длины l от вертикали равны φ_1 и φ_2 . Найти

- логарифмический декремент затухания и период колебаний этого маятника.
268. Уравнение движения колебательной системы имеет вид $\ddot{x} + 2\beta\dot{x} + \omega_0^2 x = f_0 \cos \omega t$. Чему равен период колебаний T , если: а) нет вынуждающей силы и нет силы трения; б) нет вынуждающей силы; в) система совершает установившиеся вынужденные колебания?
269. Для трех значений коэффициентов затухания $\beta_1 < \beta_2 < \beta_3$ нарисовать на одном чертеже резонансные кривые – зависимости амплитуды от частоты ω .
270. Чему равна резонансная амплитуда у системы без трения?
271. Добротность системы Q . Найти отношение резонансной амплитуды к смещению под действием постоянной силы.
272. Написать выражение для плоской волны (с амплитудой A , частотой ω , длиной λ и начальной фазой $\pi/4$), распространяющейся в непоглощающей среде вдоль оси y . Колебания частиц среды, участвующих в волновом процессе, происходят вдоль оси z .
273. Упругая волна переходит из среды, в которой ее скорость равна v , в среду, где ее скорость в два раза меньше. Что происходит с частотой и длиной волны?
274. По какой траектории движется частица в бегущей продольной волне?
275. Каким образом по снимку смещений частиц среды в плоской волне восстановить снимок скоростей?
276. На рис. 92 дана "моментальная фотография" смещения частиц среды, в которой распространяется вдоль оси r упругая волна. Указать направления скорости частиц в точках А, В, С для продольной и поперечной волн.
277. Имеются два одинаковых снимка: один для бегущей волны, другой – для стоячей (см. рис. 93). Чему равны разности фаз колебаний точек 1 и 2, 1 и 3 для каждой из волн?

МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ И ТЕРМОДИНАМИКА

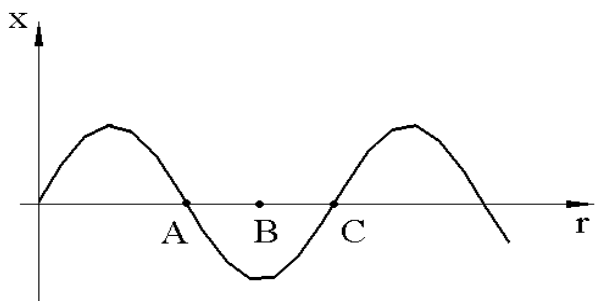


Рис. 92:

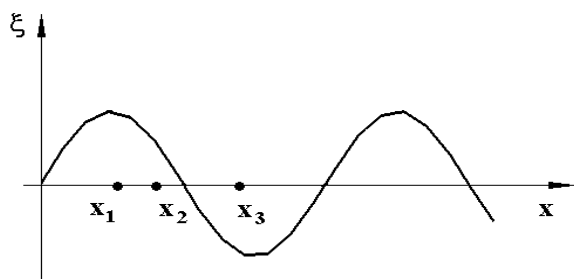


Рис. 93:

278. Где больше молекул - в одном моле воды или в одном моле водорода?
279. Оценить массу молекулы воды.
280. Как должна измениться концентрация молекул одноатомного идеального газа, чтобы при увеличении средней кинетической энергии его молекул в 3 раза давление увеличилось бы в 2 раза?
281. Как изменилось давление идеального газа, если в данном объеме скорость каждой молекулы газа увеличилась в 2 раза, а концентрация молекул осталась бы без изменения?
282. В результате нагревания давление газа в закрытом сосуде увеличилось в 4 раза. Во сколько раз изменилась средняя квадратичная скорость его молекул?
283. Какой воздух тяжелее - сухой или влажный?
284. Температуру двухатомного идеального газа, находящегося в замкнутом объеме, увеличивают в два раза. При этом газ полностью диссоциирует на атомы. Во сколько раз увеличивается его давление?

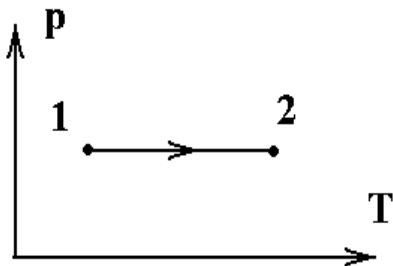


Рис. 94:

285. Движущийся сосуд, содержащий некоторую массу идеального газа, внезапно останавливается. Что произойдет с давлением газа в сосуде?
286. Два одинаковых по объему закрытых сосуда заполнены углекислым газом, причем высота первого сосуда в два раза меньше высоты второго. Манометры, установленные наверху сосудов, показывают одно и то же давление p . Что покажут манометры, если сосуды перевернуть?
287. Зависит ли давление газа на стенку сосуда от качества обработки стенки?
288. Стенки сосуда поддерживаются при различных температурах. Зависит ли давление газа на стенку сосуда от ее температуры?
289. Цилиндрический теплоизолированный сосуд с идеальным газом подвешен на нити. Нить обрывается и сосуд падает. Изменится ли температура газа во время падения?
290. Увеличивает ли сильный ветер температуру переносимого им воздуха?
291. В сосуде находится смесь азота и неона. Одинаковы ли средние кинетические энергии молекул этих газов?
292. Начертить графики изменения плотности идеального газа в зависимости от температуры при изотермическом, изобарном и изохорном процессах.
293. Идеальный газ перевели из состояния 1 в состояние 2, как показано на рис. 94. Как изменилась плотность газа?
294. В закрепленном на столе горизонтальном цилиндре (см. рис. 95) под поршнем находится одна молекула - шарик массой m . Вначале

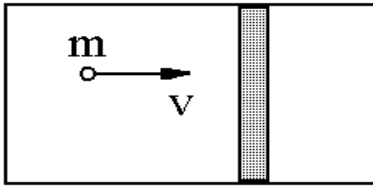


Рис. 95:

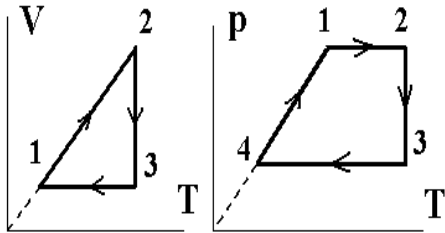


Рис. 96:

поршень массой M неподвижен, а скорость молекулы v направлена перпендикулярно ему. Какую скорость будет иметь поршень через достаточно большое время? Трение и силу тяжести не учитывать. Считать все удары абсолютно упругими и что по обе стороны поршня находится вакуум. Масса молекулы гораздо меньше массы поршня.

295. Постройте графики процессов, происходящих с идеальным газом (рис. 96) соответственно в координатах (p, V) и (V, T) . Масса газа постоянна.

296. Постройте графики процесса, происходящего с идеальным газом (рис. 97) в координатах (p, T) и (V, T) . Масса газа постоянна. Участки гипербол соответствуют изотермическим процессам.

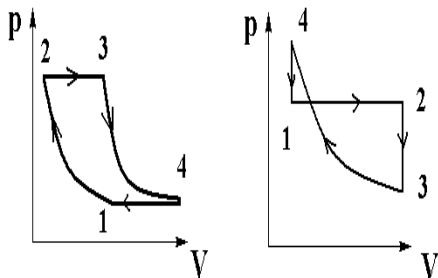


Рис. 97:

297. Находящийся в цилиндре идеальный газ адиабатически сжимают так, что его объем уменьшается вдвое. Какой газ нагреется сильнее - одноатомный или двухатомный?
298. Находящийся в двух одинаковых цилиндрах под поршнем одноатомный и двухатомный газы, имеющие одинаковые начальные состояния адиабатически сжимают так, что произведенная в обоих случаях работа оказывается одинаковой. Какой газ нагреется сильнее - одноатомный или двухатомный?
299. В осях T и S нарисовать изобару и изохору одного и того же идеального газа.
300. По цилиндрической печной трубе поднимается дым. В нижней части трубы дым имеет температуру t_1 и скорость v_1 . Какова его скорость в верхней части трубы, где температура равна t_2 ?
301. В сосуде находится идеальный газ. Давление газа - p_0 . Каким стало бы давление газа на стенки сосуда, если бы половина падающих молекул начала бы прилипать к стенкам сосуда?
302. Сосуд с гелием движется по прямой со скоростью v . На сколько возрастет температура газа, если сосуд остановить? Объем сосуда V . Теплоемкостью сосуда пренебречь.
303. Определить скорость истечения гелия из теплоизолированного сосуда в вакуум через малое отверстие. Температура газа в сосуде T , скоростью газа в сосуде пренебречь.
304. Из небольшого отверстия в баллоне с сжатым гелием вытекает струя гелия со скоростью v . Найдите разность температур гелия в баллоне и в струе. Давление в струе считать равным внешнему давлению, скоростью газа в баллоне пренебречь.
305. Закрытый вертикальный цилиндрический сосуд объемом V заполнен азотом при температуре T . Разность сил давления газа на дно и крышку сосуда при этом равна F . Каким будет давление в сосуде в состоянии невесомости?
306. Закрытый цилиндрический сосуд с газом разделен подвижным поршнем и стоит вертикально на горизонтальной подставке. Масса

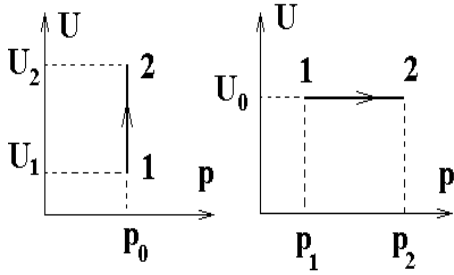


Рис. 98:

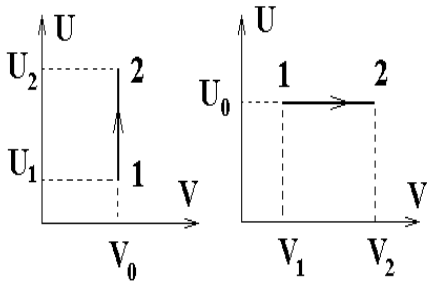


Рис. 99:

сосуда m , масса поршня M . Подставку из-под сосуда мгновенно убирают. С каким ускорением начинает падать сосуд? Трения нет.

307. Для процесса с идеальным газом, изображенного на рис. 98, найти приращение внутренней энергии, работу газа и теплоту, полученную газом (показатель адиабаты γ).
308. Для процесса с идеальным газом, изображенного на рис. 99, найти приращение внутренней энергии, работу газа и теплоту, полученную газом (показатель адиабаты γ).
309. Как меняются положения максимума и максимум функции распределения Максвелла по величине скорости в зависимости от массы молекул газа и температуры газа?
310. Равновесный идеальный газ находится в однородном поле силы тяжести. Нарисовать график зависимости от высоты h концентрации молекул газа $n(h)$ и давления $p(h)$ для двух различных температур.
311. ν молей идеального газа с показателем адиабаты γ переводят из состояния, в котором его давление p_1 и объем V_1 , в состояние, в котором его давление p_2 и объем V_2 . Определить приращение энтропии

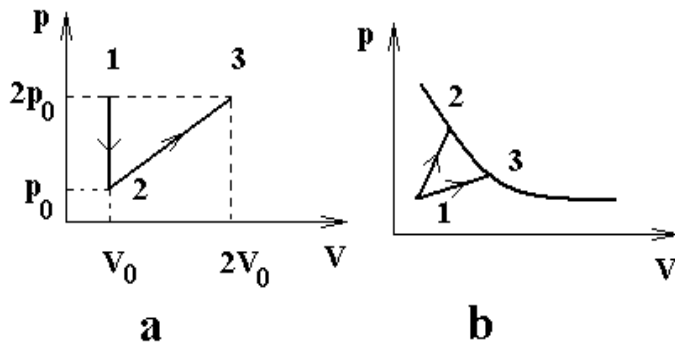


Рис. 100:

газа ΔS . Рассмотреть случаи, когда оба состояния лежат на: а) одной изобаре; б) на одной изохоре; в) на одной изотерме; г) на одной адиабате.

312. При сообщении идеальному газу количества теплоты Q газ совершает работу A . Какой была внутренняя энергия газа, если его температура выросла в n раз?
313. Объем газа увеличился в два раза: один раз изотермически, другой раз изобарически. В каком из этих случаев газ совершил большую работу?
314. Идеальный одноатомный газ участвует в процессе 1-2-3, представленном на рис. 100 а. Найти отношение количества теплоты, полученного газом, к работе, совершенной газом.
315. Над идеальным одноатомным газом совершают два тепловых процесса, нагревая его из одного и того же начального состояния 1 до одинаковой конечной температуры (точки 2 и 3 лежат на одной изотерме рис. 100 б). На $p - V$ диаграмме процессы изображаются прямыми линиями 1-2 и 1-3. Определить, при каком из процессов газу сообщают большее количество теплоты.
316. Зависимость давления газа от объема показана на рис. 101 а кривой 1-2, лежащей между изотермой и адиабатой. Как при этом изменяется температура газа? Получает ли газ в этом процессе количество теплоты?
317. Может ли уменьшиться температура идеального газа при получении

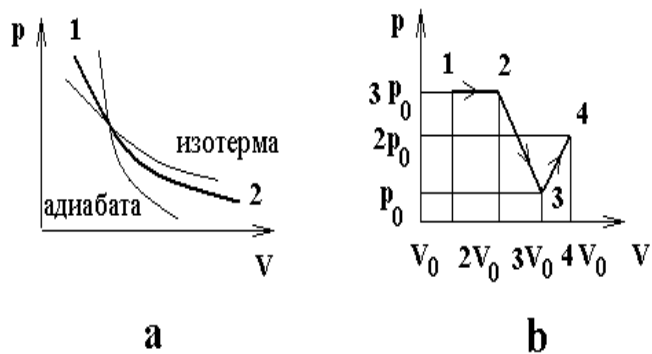


Рис. 101:

им положительного количества теплоты? В чем физическая причина отрицательной теплоемкости?

318. Почему у газов в отличие от твердых и жидких тел две теплоемкости? Как связаны между собой молярные теплоемкости C_p и C_V ? Чему равна теплоемкость идеального газа в изотермическом и адиабатическом процессах?
319. Один моль идеального одноатомного газа совершает последовательно три процесса, изображенные на рис. 101 б. В каком из процессов 1-2, 2-3 или 3-4 средняя молярная теплоемкость газа имеет наибольшее и наименьшее значение? Найти эти величины.
320. 1 моль идеального газа совершает цикл, состоящий из двух изохор и двух изобар. Тогда к.п.д. цикла будет больше для одноатомного или двухатомного газа?
321. Молярные теплоемкости гелия в процессах 1-2 и 1-3 (см. рис. 102 а) равны C_1 и C_2 соответственно. Чему равно их отношение?
322. Молярные теплоемкости гелия в процессах 1-2 и 1-3 (см. рис. 102 б) равны C_1 и C_2 соответственно. Чему равно их отношение?
323. На рис. 103 приведены две адиабаты идеального газа. В каком из случаев энтропия выше?
324. Идеальный газ адиабатически расширяется до некоторого конечного объема. Одинаковым ли будет конечное давление, если процесс расширения проводить быстро (неквазистатически) и медленно (квазистатически)? Одинаковые ли работы совершает газ?

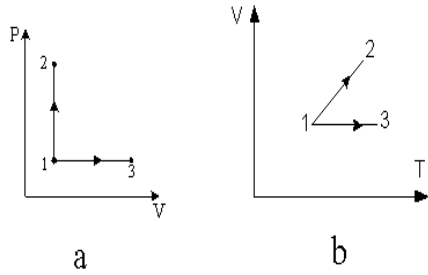


Рис. 102:

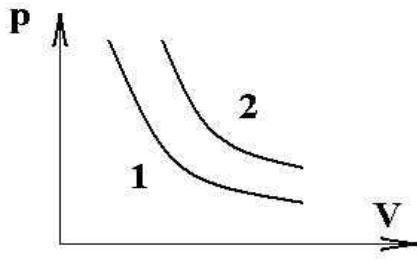


Рис. 103:

325. Один моль идеального газа адиабатически расширяется в вакуум от объема V до объема $2V$. Найти приращение энтропии газа.
326. Написать уравнение состояния идеального газа в переменных p , V и T , если известны его C_p и C_V .
327. Известно отношение $\gamma = C_p/C_V$ для некоторого идеального газа. Получить уравнение адиабаты этого газа в переменных (V, T) , (p, V) , (p, T) .
328. Выразить число степеней свободы i , C_p , C_V и внутреннюю энергию молекул идеального газа $\langle \epsilon \rangle$ через показатель адиабаты γ .
329. Сравнить работы идеального газа при изотермическом и адиабатическом расширениях. Начальные и конечные объемы одинаковы.
330. Воздух в комнате при открытой форточке нагрели от температуры T_1 до температуры T_2 . Определить приращение внутренней энергии воздуха, находящегося в комнате.
331. Как будет меняться температура газа, помещенного в

теплонепроницаемый цилиндр, при постепенном увеличении объема цилиндра?

332. Идеальный газ, находящийся в цилиндре под невесомым поршнем, расширяется в вакуум. Чему равна работа газа?
333. Идеальный газ расширяется в теплоизолированном сосуде в пустоту. Охладится он или нет? Ответить на тот же вопрос в случае ван-дер-ваальсовского газа.
334. Теплоизолированный сосуд откачан до глубокого вакуума. В некоторый момент открывают кран, и сосуд заполняется окружающим его одноатомным идеальным газом. Будет ли изменяться температура газа в сосуде по мере его заполнения?
335. Как изменяется внутренняя энергия идеального газа при изобарном сжатии?
336. При изобарном процессе концентрация молекул увеличилась в 2 раза. Как изменилась внутренняя энергия газа? Масса газа постоянна.
337. Одноатомный идеальный газ совершает процесс, в результате которого его давление увеличивается в 2 раза, а объем уменьшается в 3 раза. Как изменилась при этом его внутренняя энергия?
338. Чему равно изменение внутренней энергии идеального газа, если ему передано количество теплоты 300 Дж, а внешние силы совершили над ним работу 500 Дж?
339. Вычислите количество теплоты, полученное газом, если при уменьшении внутренней энергии на 100 Дж газ совершил работу 300 Дж.
340. В каком случае при сжатии газа в цилиндре до одного и того же конечного объема совершается большая работа: при медленном вдвигании поршня или быстром? Цилиндр не теплоизолирован.
341. Идеальный газ может переходить из одного состояния в другое двумя путями: первый раз сначала по изобаре, затем по изохоре (см. рис. 104 а); второй раз - сначала по изохоре, затем по изобаре. При каком переходе выделяется больше тепла?

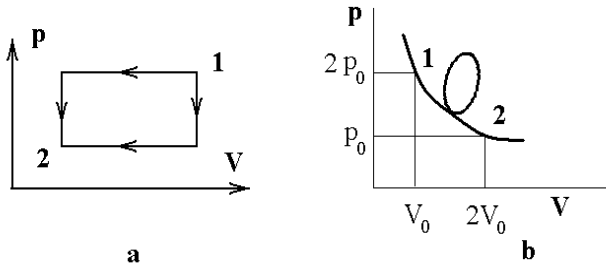


Рис. 104:

342. Идеальный газ, расширяясь из состояния 1 (см. рис. 104 б) в состояние 2, совершает работу A . Какое количество теплоты он получил?
343. В каком процессе все переданное идеальному газу количество теплоты идет на изменение его внутренней энергии?
344. Чему равны показатели политропы при изобарном, изотермическом, изохорном и адиабатическом процессах?
345. Идеальный газ с показателем адиабаты γ совершает процесс, при котором его давление $p \propto T^2$. Чему равен показатель политропы в этом процессе и молярная теплоемкость газа?
346. Идеальный газ с показателем адиабаты γ совершает процесс, при котором его внутренняя энергия U пропорциональна квадрату объема V . Чему равен показатель политропы в этом процессе и молярная теплоемкость газа?
347. Идеальный газ, находящийся в некотором начальном состоянии, характеризуемом объемом V_1 , расширяется до объема V_2 . Процесс расширения происходит: 1) изобарически; 2) изотермически; 3) адиабатически. Начертите графики этих процессов в осях (V, p) и (V, U) (U – внутренняя энергия). На основании этих графиков определите: а) при каком процессе произведенная газом работа наименьшая; б) знак приращения внутренней энергии газа ΔU при каждом процессе.
348. Понизится ли температура в комнате, если открыть дверцу работающего холодильника?

349. Каким путем эффективнее повышать КПД машины Карно - увеличивая температуру нагревателя при неизменной температуре холодильника или на столько же понижая температуру холодильника при фиксированной начальной температуре нагревателя?
350. Температура в морозильной камере домашнего холодильника T_M , температура в комнате T_X . Чему равен КПД холодильника (т.н. морозильный коэффициент) в предположении, что его можно считать идеальным тепловым двигателем?
351. Тепловую машину, работавшую по циклу Карно с КПД η , используют при тех же тепловых резервуарах как холодильную машину. Найти ее холодильный коэффициент.
352. В двух одинаковых цилиндрах под поршнем находятся: а) идеальный газ; б) водяной пар. Производят изотермическое сжатие газов. Нарисуйте зависимость давления от объема в обоих случаях.
353. Как средняя длина свободного пробега молекул газа зависит от концентрации молекул и их размера? Как соотносятся между собой средняя длина свободного пробега и среднее расстояние между молекулами в разреженном газе?
354. Определить зависимость коэффициента диффузии D от давления при следующих процессах: 1) изотермическом; 2) изохорном. Построить соответствующие графики.
355. Построить график зависимости коэффициента теплопроводности от давления при изотермическом и изохорном процессах, а также от температуры при изобарном и изохорном процессах.
356. Построить график зависимости коэффициента динамической вязкости от давления при изотермическом и изохорном процессах, а также от температуры при изобарном и изохорном процессах.
357. Известен коэффициент вязкости η гелия при заданных температуре и давлении в баллоне, где он находится. Увеличится или уменьшится η , если при тех же условиях в баллоне будет находиться азот (различие в размерах частиц не учитывать).

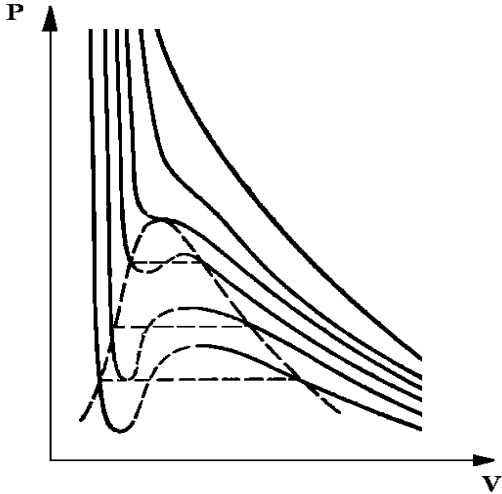


Рис. 105:

358. Известен коэффициент вязкости η некоторого газа при заданных температуре и давлении. Если значение этого коэффициента возросло в четыре раза, во сколько раз изменится температура?
359. Сосуд разделен на две секции пористой перегородкой. В одну секцию вводится водород, в другую - воздух, причем при одинаковых давлениях. Чем объяснить, что вначале перегородка выгибается в сторону секции с водородом, а спустя какое-то время принимает прежнее положение?
360. Идеальный газ совершает политропический процесс с показателем политропы n . Как средняя длина свободного пробега зависит от: а) объема, б) от давления, в) от температуры?
361. На рис. 105 представлено семейство вандер-ваальсовских изотерм реального газа. Укажите критическую изотерму. Укажите на диаграмме область соответствующую жидкой фазе, газообразной и области расслоения вещества на фазы. Какие кривые внутри колоколообразной области на рисунке соответствуют ван-дер-ваальсовским изотермам и какие реальной зависимости давления от объема? Что такое метастабильное состояние вещества? Укажите на изотермах участки кривых, соответствующие переохлажденному пару и перегретой жидкости.
362. На рис. 106 изображена изотерма пара воды, подвергающегося

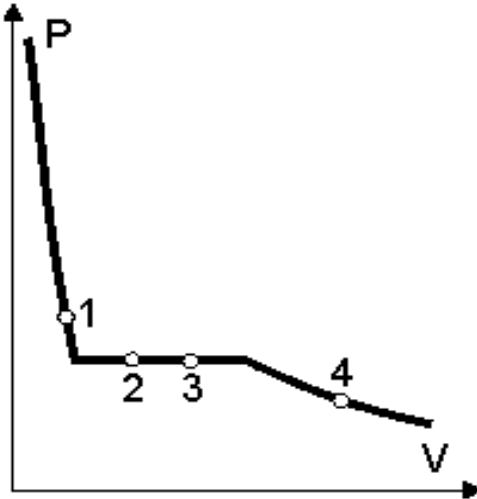


Рис. 106:

- конденсации. В какой из точек на этой изотерме масса жидкости в 2 раза больше массы пара?
363. На улице моросит холодный осенний дождь. В кухне развешено выстиранное белье. Быстрее ли высохнет белье, если открыть форточку?
364. В чем разница между кипением и испарением? Чем заполнены пузырьки в кастрюле с кипящей водой? Меняется ли в процессе выкипания температура кипящей воды? Зависит ли температура кипения жидкости от атмосферного давления? Что такое теплота фазового перехода? Почему растения в ночь перед заморозками принято поливать?
365. Как изменяется внутренняя энергия вещества при его переходе из газообразного состояния в жидкое при постоянной температуре?
366. Почему пар обжигает сильнее воды той же температуры?
367. Изобразить на диаграммах (p, T) и (p, V) кривые испарения, плавления и сублимации. Показать области однофазных состояний вещества.
368. На рис. 107 показана диаграмма состояния некоторого вещества. Описать, что происходит с веществом при процессах 1-2, 3-4, 5-6, 7-8.
369. В чем разница между критической и тройной точками на диаграмме фазового превращения вещества?

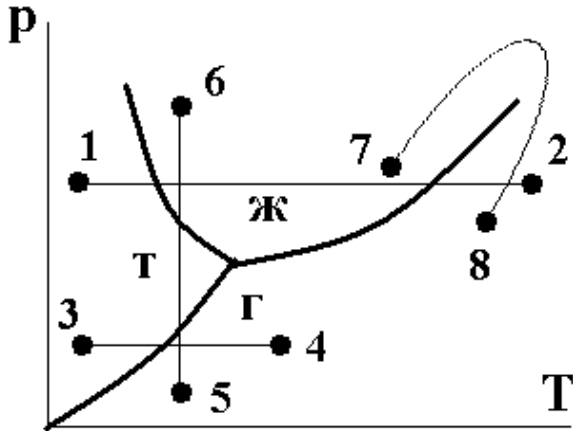


Рис. 107:

370. Вблизи тройной точки некоторого вещества удельная теплота испарения q_1 , удельная теплота сублимации q_2 . Чему равна удельная теплота плавления q_3 ?
371. Если на молекулу, находящуюся на поверхности жидкости, действует со стороны ее соседей направленная вниз сила, то почему эта молекула не движется с ускорением в глубь жидкости?
372. За счет какой энергии поднимается вода в капилляре?
373. Конец капиллярной трубки радиусом r опущен в воду. Коэффициент поверхностного натяжения воды σ . Выделяется ли тепло при поднятии жидкости на высоту h ? Если да, то сколько?
374. Вода в капилляре поднялась на высоту h . Давление окружающего воздуха p_0 . Нарисовать график распределения давления в жидкости вдоль капилляра.
375. Ртуть в капилляре опустилась на глубину h . Давление окружающего воздуха p_0 . Нарисовать график распределения давления в ртути вдоль капилляра.
376. Почему в облаке тумана со временем исчезают мелкие капли воды и увеличивается размер крупных капель?
377. Два мыльных пузыря разных размеров соединены тонкой трубкой. Какой из них будет сдуваться?

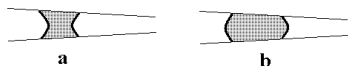


Рис. 108:

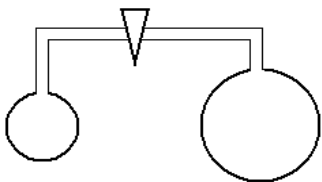


Рис. 109:

378. В горизонтальный стеклянный капилляр с переменным сечением вводят сначала капельку воды (рис. 108 а), а затем капельку ртути (рис. 108 б). Куда будут двигаться капельки воды и ртути?
379. Восемь шаровых капель ртути радиусом r каждая сливаются в одну каплю. Сколько при этом выделится тепла?
380. Оценить на сколько одинаковых капель разобьётся капля ртути радиусом r при падении на твёрдую поверхность с высоты h .
381. На концах трубки с краном надуты два мыльных пузыря радиусами R_1 и R_2 (рис. 109). Найти радиус пузыря, который получится, если кран открыть. Температура постоянна, внешнего давления нет.
382. Внутри мыльного пузыря радиусом R_1 находится мыльный пузырь радиусом R_2 . Каким будет радиус: а) внутреннего пузыря, если лопнет внешний; б) внешнего пузыря, если лопнет внутренний. Температура постоянна, внешнего давления нет.
383. Какую работу не обходимо совершить, чтобы выдуть мыльный пузырь радиусом r ? Коэффициент поверхностного натяжения мыльного раствора α .
384. Мыльный пузырь содержит ν молей идеального одноатомного газа. Определить теплоемкость этой системы. Атмосферное давление не учитывать.
385. Кастрюлю, в которую налит 1 л воды, никак не удастся довести до кипения при помощи нагревателя мощностью 100 Вт. Определить, за какое время вода нагрелась на последний градус.

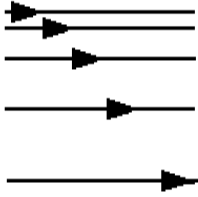


Рис. 110:

386. До какой температуры должна быть переохлаждена вода в непроводящей тепло колбе, чтобы при встряхивании колбы вся эта вода мгновенно замерзла?
387. В колбе находится вода при 0° . Откачивая пар, воду заморозили. Какая часть воды испарилась?
388. Металлический шарик, проходящий сквозь металлическое кольцо, застревает в нем, если шарик нагреть. Что произойдет, если нагреть не шарик, а кольцо?

ЭЛЕКТРОСТАТИКА

389. Изменится ли объемная плотность заряда покоившегося тела, если оно начнет двигаться с некоторой скоростью?
390. Можно ли создать электростатическое поле, конфигурация силовых линий которого оказана на рис. 110?
391. Имеется аксиально-симметричное электростатическое поле, напряженность которого зависит от расстояния r до его оси как $\mathbf{E} = a\mathbf{r}/r^2$, где a - постоянная. Найти заряд в объеме, ограниченном сферой радиусом R с центром на оси этого поля.
392. Имеется сферически симметричное электростатическое поле, напряженность которого зависит от расстояния r от начала координат как $\mathbf{E} = a\mathbf{r}/r^2$, где a - постоянная. Найти поток вектора \mathbf{E} через поверхность цилиндра радиуса R и высоты $2R$, центр которого находится в начале координат.
393. Точечный заряд окружен тонкой металлической оболочкой. Действует ли этот заряд на заряд, находящийся вне оболочки?

394. Точечный заряд находится внутри тонкой металлической оболочки. Испытывает ли он воздействие заряда, находящегося вне оболочки?
395. Показать графически как спадает напряженность и потенциал поля заряженного металлического шара в зависимости от удаления от его центра. Как изменятся графики если сплошной шар заменить тонкой сферической металлической оболочкой?
396. Шар радиусом R равномерно заряжен по объему с объемной плотностью заряда ρ . Определить и показать графически напряженность электрического поля внутри шара и снаружи.
397. Внутри незаряженной металлической сферы не в ее центре находится точечный заряд q . Нарисовать примерную картину силовых линий электрического поля внутри и вне сферы.
398. Точечный заряд q находится на расстоянии R от центра незаряженной металлической сферы. Радиус сферы равен r . Каков потенциал поверхности сферы, если: а) $R > r$; б) $R < r$.
399. Внутри равномерно заряженного диэлектрического шара с объемной плотностью заряда ρ и радиуса R имеется сферическая полость с радиусом r . Чему равна напряженность электростатического поля внутри полости?
400. Плоский бесконечный слой толщиной h равномерно заряжен по объему с объемной плотностью заряда ρ . Построить график зависимости напряженности электрического поля от расстояния x до среднего сечения слоя.
401. В однородное электростатическое поле помещена бесконечная, изотропная и однородная пластина с диэлектрической проницаемостью ϵ , незаряженная сторонними зарядами. Нарисовать график изменения потенциала вдоль направления, перпендикулярного пластине. Поле перпендикулярно плоскости пластины.
402. Металлический заряженный шар помещен в центре толстого шарового слоя, изготовленного: а) из диэлектрика с $\epsilon = 2$, б) из металла. Нарисовать картины силовых линий вне и внутри шара. Начертить графики зависимости напряженности и индукции

электростатического поля, а также потенциала от расстояния до центра шара.

403. Две концентрические проводящие сферы радиусами R_1 и R_2 несут заряды $+q$ и $-q$. Построить графики зависимости напряженности и потенциала электрического поля от расстояния до центра сфер и найти разность потенциалов сфер.
404. Внутри однородного диэлектрика с напряженностью электростатического поля \mathbf{E} имеются две бесконечно узкие щели: одна, расположенная вдоль вектора \mathbf{E} , другая - поперек. В какой из них напряженность электростатического поля совпадает с \mathbf{E} .
405. Металлический шар радиусом R_1 окружен сферическим слоем диэлектрика диэлектрической проницаемостью ϵ . Внутренний радиус диэлектрика равен R_1 , а внешний - R_2 . Шар заряжен зарядом q . Найти потенциал шара и связанные заряды, наведенные на поверхностях диэлектрика.
406. Существуют ли объемный связанный заряд внутри диэлектрического шарика, равномерно по объему заряженного сторонним зарядом?
407. Шар с диэлектрической проницаемостью ϵ внесен в однородное электростатическое поле с напряженностью \mathbf{E}_0 . Чему равна напряженность поля внутри шара? Чему равен наведенный дипольный момент шара? Как рассчитать поле вне шара?
408. Внутри однородного диэлектрика с напряженностью электростатического поля \mathbf{E} и диэлектрической проницаемостью ϵ имеется небольшая сферическая полость. Чему равна напряженность поля в полости? Поле внутри полости больше или меньше \mathbf{E} ?
409. Шар из сегнетоэлектрика однородно поляризован по объему. Нарисовать качественную картину линий поля поляризованности \mathbf{R} , поля электрического смещения \mathbf{D} и поля напряженности \mathbf{E} .
410. Точечный заряд q помещен в однородный безграничный диэлектрик с диэлектрической проницаемостью ϵ . Чему равен связанный поляризационный заряд q' , возникающий вблизи точечного заряда?

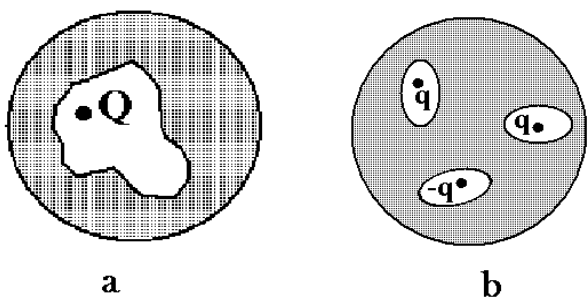


Рис. 111:

411. Заряженный металлический шар окружен плотно прилегающей сферической оболочкой с диэлектрической проницаемостью ϵ . Заряд шара q . Определить величину связанного заряда q' на внешней поверхности оболочки.
412. Бесконечная, равномерно заряженная металлическая пластина помещена в однородный безграничный диэлектрик с диэлектрической проницаемостью ϵ . Найти поверхностную плотность поляризационных зарядов σ , возникающих с каждой стороны пластины, если поверхностная плотность заряда пластины σ' .
413. Как меняется потенциал поля сферического конденсатора с радиусами внутренней обкладки R_1 (заряд $+q$) и внешней R_2 (заряд $-q$) в зависимости от расстояния r от центра сфер? Начертить график.
414. Точечный заряд Q находится внутри электрически нейтральной оболочки, наружной поверхностью которой является сфера (см. рис. 111 а). Найти потенциал в произвольной точке вне оболочки на расстоянии d от центра наружной поверхности.
415. Определить потенциал металлической сферы радиуса R , внутри которой в небольших полостях находятся три заряда $q, q, -q$, показанные на рис. 111 б.
416. Внутри проводящей заряженной сферы через небольшое отверстие вносится (без соприкосновения) металлический шарик, заряд которого равен по величине, но противоположен по знаку заряду сферы. Как изменится потенциал сферы?
417. Металлический шар радиусом R_1 , заряженный до потенциала ϕ_1 , окружают концентрической с ним тонкой металлической оболочкой

радиусом R_2 . Каким станет потенциал шара, если шар соединить проводником с оболочкой? Если соединить оболочку с Землей?

418. Проводящий шар радиусом R соединен тонкой длинной проволокой с Землей. На расстоянии r от его центра помещают точечный заряд q . Какой заряд Q приобретает шар?
419. Внутри полой незаряженной проводящей сферы помещают шарик с зарядом q , после чего сферу на короткое время заземляют, а шарик через небольшое отверстие без соприкосновения со сферой удаляют. Какой заряд имеет сфера после этого?
420. К проводящему шару радиуса R , подносят точечный заряд Q , отстоящий от поверхности шара на расстоянии a . Чему равен потенциал шара?
421. Внутри заземленной металлической сферы радиусом R не в ее центре находится точечный заряд q . Найти напряженность электрического поля вне сферы.
422. Точечный заряд q поднесли к заземлённому металлическому шару на расстояние d от его центра. Радиус шара – R . Чему равна величина заряда, наведённого на шаре?
423. Проводящий шар находится в поле точечного заряда. Является ли поверхность шара эквипотенциальной поверхностью?
424. Точечный заряд q находится в центре сферического слоя диэлектрика с диэлектрической проницаемостью ϵ . Какую работу надо совершить, чтобы удалить заряд через узкий канал из центра на бесконечность? Внутренний и наружный радиусы слоя равны r и R .
425. Точечный заряд q находится в центре сферического незаряженного проводящего слоя, внутренний и наружный радиусы которого равны r и R . Какую работу произведут электрические силы, чтобы удалить заряд через узкий канал из центра на бесконечность?
426. N одинаковых капелек ртути заряжены до одинакового потенциала φ . Каков будет потенциал большой капли, получившейся в результате слияния этих капель?

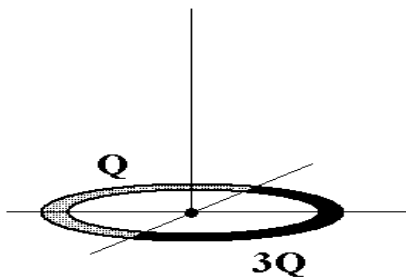


Рис. 112:

427. Металлический шар радиусом R_1 имеет заряд q_1 . Длинным проводом его соединяют с другим незаряженным шариком, радиус которого R_2 . Как изменится заряд каждой сферы?
428. Четыре одинаковых положительных заряда помещены в вершинах квадрата со стороной a . Чему равны напряженность и потенциал поля в центре квадрата?
429. Чему равна энергия взаимодействия четырех одинаковых зарядов q , находящихся в вершинах тетраэдра с ребром a ?
430. На какое минимальное расстояние к неподвижному шарикку с зарядом Q и массой m может приблизиться точно такой же заряженный шарик имеющий на очень большом удалении скорость v ?
431. Заряд распределен вдоль кольца радиуса R так, как показано на рис. 112. Найти работу сил поля при перемещении точечного заряда q из центра кольца на бесконечность.
432. Проводник заряжен электрическим зарядом. Определить давление, которое испытывает поверхность проводника со стороны электрического поля в точке с поверхностной плотностью заряда σ .
433. Плоский воздушный конденсатор подключили к источнику напряжения, затем, не отключая его от источника, сдвинули пластины, уменьшив зазор в два раза. Как изменятся: а) энергия, запасенная конденсатором; б) заряд на обкладках конденсатора; в) плотность энергии поля в конденсаторе?
434. Конденсатор подключен к аккумулятору. Как изменится энергия конденсатора при раздвигании его пластин? Как согласуется это

изменение с законом сохранения энергии? Каким будет ответ, если заряженный конденсатор отключен от аккумулятора перед раздвиганием пластин?

435. Заряженный конденсатор заполняют диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ϵ . Как изменяется его заряд Q , напряжение на конденсаторе U , напряженность поля в конденсаторе E , запасенная энергия W , если конденсатор подключен к батарее?
436. Ответьте на те же вопросы, в случае, если конденсатор отключен от источника.
437. Изменится ли емкость конденсатора или уединенного проводника, если увеличить заряд в два раза?
438. Пластины заряженного плоского конденсатора начинают раздвигать. Когда это легче сделать - при отключенном или подключенном к источнику конденсаторе?
439. Плоский конденсатор с вертикальными пластинами наполовину погружают в масло с диэлектрической проницаемостью ϵ . Как изменится его емкость?
440. В плоский конденсатор параллельно обкладкам помещают пластинку из диэлектрика с диэлектрической проницаемостью ϵ . Толщина пластинки в два раза меньше расстояния между обкладками конденсатора. Как при этом изменяется его емкость?
441. Заряженный плоский конденсатор с зарядом Q и емкостью C при помощи ключа K (рис. 113) соединяют с таким же незаряженным. Покажите, что энергия системы при этом уменьшается в два раза. Куда делась половина энергии?
442. Плоский заряженный конденсатор, отключенный от источника, залит маслом. Масло сливается. Что при этом происходит с энергией конденсатора?
443. Изменится ли разность потенциалов пластин плоского воздушного конденсатора, если одну из них заземлить?
444. Пластины заряженного плоского конденсатора попеременно заземляют. Что будет происходить с конденсатором при этом?

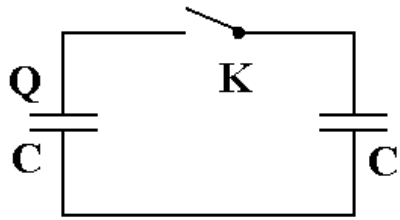


Рис. 113:

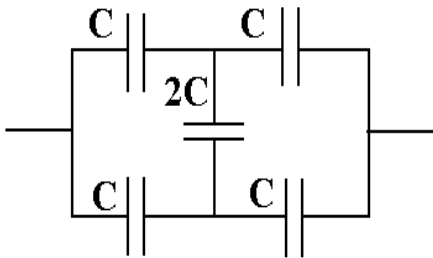


Рис. 114:

445. Изменится ли емкость плоского конденсатора, если в воздушный зазор между пластинами вдвинуть незаряженную металлическую пластину?
446. Два одинаковых конденсатора зарядили до одного и того же напряжения и отключили от источника. Один из них затем сразу же разрядили, и при этом выделилось некоторое количество тепла. В другом сначала сблизили пластины и лишь затем разрядили. Тепла выделится больше или меньше?
447. Плоский конденсатор заполнен средой с диэлектрической проницаемостью ε и удельным сопротивлением ρ . Чему равно сопротивление конденсатора, если его емкость равна C ?
448. Вычислите суммарную емкость батареи конденсаторов (рис. 114).
449. Два одинаковых конденсатора подключают к батарее. В каком случае они аккумулируют больше энергии: при последовательном или параллельном соединении?
450. Плоский конденсатор заряжен до разности потенциалов и отключен от источника. Небольшой заряд берется с края одной пластинки и

переносится на другую вне конденсатора. Найти совершенную при этом работу.

451. На одной из пластин плоского конденсатора емкости C находится заряд $-9q$, на другой заряд $3q$. Определить разность потенциалов между пластинами конденсатора.
452. В пространство между обкладками незаряженного плоского конденсатора вносят металлическую пластинку, имеющую заряд q , так, что между пластинкой и обкладками конденсатора остаются зазоры l_1 и l_2 . Площади пластины и обкладок конденсатора одинаковы и равны S . Определить разность потенциалов между обкладками конденсатора.
453. В плоском конденсаторе одна обкладка имеет заряд q_1 , а другая q_2 . Внутри конденсатора параллельно обкладкам помещают незаряженную металлическую пластину. Какой заряд индуцируется на левой и правой поверхностях пластины?
454. Два одинаковых плоских конденсатора емкостью C каждый, соединили параллельно, зарядили до напряжения U и отключили от источника тока. Затем пластины одного из конденсаторов раздвинули на расстоянии, вдвое превышающее первоначальное. Какой заряд прошел при этом по соединительным проводам?
455. Напряжение на двух одинаковых плоских конденсаторах, соединенных параллельно, U . После отключения конденсаторов от источника тока у одного из них расстояние между пластинами уменьшили вдвое. Найти напряжение на конденсаторах после этого.
456. Плоский воздушный конденсатор находится во внешнем однородном электрическом поле напряженностью E , перпендикулярной пластинам. Площадь каждой пластины S . Какой заряд окажется на пластинах, если их замкнуть накоротко проводником?
457. Пластины конденсатора присоединены к аккумулятору. Как изменится сила взаимодействия пластин, если конденсатор заполнить непроводящей жидкостью с $\varepsilon = 2$?
458. В пространство между разноименно заряженными обкладками конденсатора вставляется металлическая пластинка, не касающаяся

пластин. Изменятся ли заряды, наведенные на пластине, если пространство внутри конденсатора заполнить керосином?

459. Обкладки вертикального воздушного конденсатора, заряженного и отключенного от источника, частично погружают в керосин. Где напряженность электрического поля между обкладками оказывается больше: в воздухе или в керосине?
460. Обкладки заполненного диэлектриком и заряженного конденсатора соединяют друг с другом на очень короткое время. Когда разность потенциалов между обкладками уменьшается в три раза, их разъединяют. После этого разность потенциалов медленно возрастает до $2/3$ своего первоначального значения. Почему?
461. Электростатический вольтметр, подключенный к пластинам плоского конденсатора, заполненного диэлектриком, показал напряжение U . После замыкания на очень короткое время ключ сразу же размыкают и фиксируют новое показание вольтметра - $U/2$. Найти диэлектрическую проницаемость среды, заполняющей конденсатор.
462. Разность потенциалов заряженного и отсоединенного от батареи конденсатора удвоилась, когда вытек наполнявший его диэлектрик. Чему равна диэлектрическая проницаемость жидкого диэлектрика?
463. Плоский воздушный конденсатор после зарядки отключают и погружают в керосин. Как изменится энергия, накопленная в конденсаторе?
464. Одну пластину незаряженного конденсатора емкостью C заземляют, а другую присоединяют длинным проводом к удаленному металлическому шару радиусом r , имеющему заряд q_0 . Какой заряд останется на шаре?
465. Одну пластину конденсатора емкостью C соединяют с удаленным незаряженным металлическим шаром радиусом R , а другую - с удаленным металлическим шаром радиусом r , заряженным зарядом q_0 . Какой заряд окажется на первом шаре?
466. Параллельно пластинам заряженного и отключенного от батареи плоского конденсатора вводят незаряженную металлическую

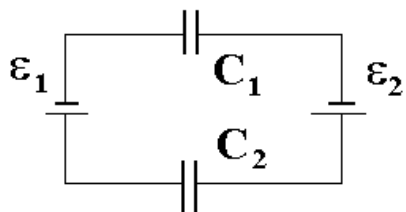


Рис. 115:

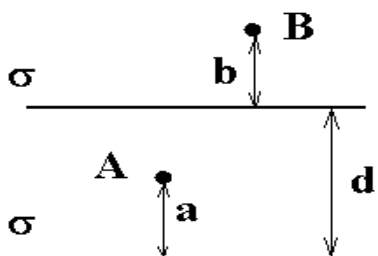


Рис. 116:

пластину, толщина которой в два раза меньше расстояния между обкладками. Как изменится разность потенциалов между обкладками?

467. Определить заряды на конденсаторах в схеме, показанной на рис. 115.
468. Пластины плоского конденсатора несут заряды q разных знаков и одной величины. Изобразить силовые линии создаваемого пластинами поля. Построить графики зависимости напряженности $E_x(x)$ и потенциала $\phi(x)$ этого поля от координаты x , перпендикулярной пластинам.
469. Две бесконечные плоские параллельные поверхности заряжены равномерно с одинаковой поверхностью заряда σ . Найти разность потенциалов между точками А и В. Геометрические размеры указаны на рис. 116.
470. В земной атмосфере имеется довольно значительный градиент потенциала. Напряженность электрического поля в атмосфере порядка 100 В/м, причем поверхность Земли заряжена отрицательно.

На улице потенциал на уровне нашего носа на 200 В выше, чем на уровне пяток. Почему же тогда нас не ударяет током, как только мы выходим на улицу?

471. Плотность энергии электростатического поля в вакууме $w = \varepsilon_0 E^2 / 2$. Напряженность поля точечного заряда Q $E(r) = Q / (4\pi\varepsilon_0 r^2)$. Рассчитайте полную энергию поля точечного заряда.
472. Имеются два проводника, один из которых имеет заряд меньше, но потенциал выше, чем у другого. Как будут перемещаться электрические заряды при соприкосновении проводников?
473. Двум металлическим шарам разного радиуса сообщили одинаковые заряды. Будут ли переходить заряды с одного шара на другой, если шары соединить проводником?
474. одинаковых капелек ртути заряжены до одинакового потенциала φ . Каков будет потенциал большой капли, получившейся в результате слияния этих капель?
475. Сплошной металлический цилиндр вращается вокруг своей оси симметрии. Как направлено возникающее в цилиндре электрическое поле?
476. Заряженный плоский металлический лист свернули в цилиндр. Изменилась ли напряженность электрического поля у поверхности проводника?
477. На расстоянии r от проводящей незаряженной плоскости находится точечный заряд q . С какой силой будут взаимодействовать заряд и плоскость?
478. Точечный заряд q находится на биссектрисе угла между двумя проводящими перпендикулярными полуплоскостями на расстоянии a от каждой. Найти силу взаимодействия заряда с полуплоскостями.
479. Точечный заряд q находится на расстоянии l от проводящей плоскости. Найти работу, которую совершит электрическая сила, действующая на заряд при его удалении на бесконечность.
480. На расстоянии b от центра заземленной металлической сферы радиуса R находится точечный заряд q . Какова сила притяжения между

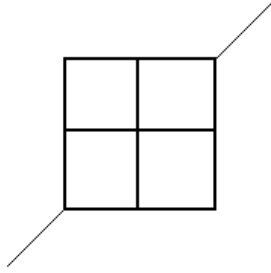


Рис. 117:

зарядом и сферой? Как изменится ответ, если сфера: а) изолирована и не заряжена; б) изолирована и имеет заряд q_0 ; изолирована и имеет потенциал φ_0 ?

481. Проводник заряжен электрическим зарядом. Определить явление, которое испытывает поверхность проводника со стороны электрического поля в точке с поверхностной плотностью заряда σ .
482. Наэлектризованный мыльный пузырь раздувается так, что его радиус возрастает в два раза. Изменяется ли при этом энергия заряда?
483. Мыльный пузырь имеет электрический заряд q , равномерно распределенный по его поверхности. Определить радиус пузыря, если коэффициент поверхностного натяжения мыльного раствора равен α .
 $v_{\text{расеб}} \text{ mm}$

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

484. Как известно из электростатики, внутри идеального проводника напряженность электрического поля равна нулю. Что же тогда за поле "гонит" электрический ток вдоль металлического провода, при создании на его концах разности потенциалов?
485. Определить общее сопротивление цепи, показанной на рис. 117, если сопротивление каждого звена R .
486. Определить общее сопротивление показанной на рис. 118 бесконечной цепочки, если сопротивление каждого ее элемента R .

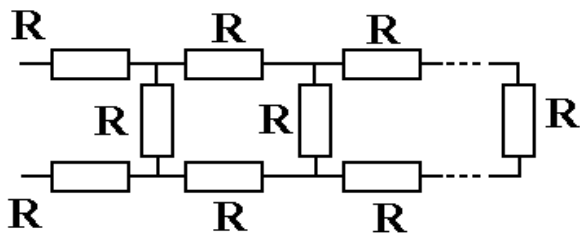


Рис. 118:

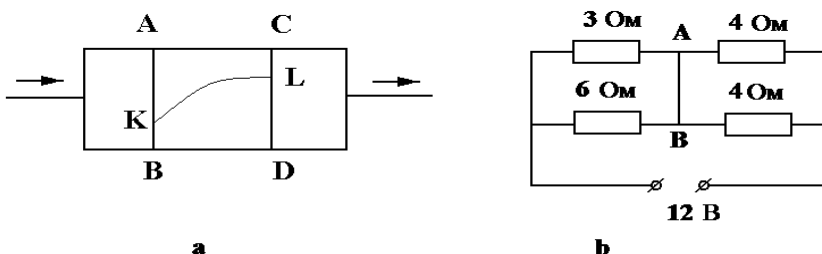


Рис. 119:

487. На участках АКВ и СLD, изображенных на рис. 119 а, ток отсутствует (почему?). Будет ли течь ток по проволоке, соединяющей точки К и L?
488. Сопротивление участка АВ в схеме на рис. 119 б нулевое, соответственно потенциалы точек А и В одинаковы. Закон Ома для расчета тока по участку АВ отказывается. Чему равен этот ток?
489. Определить сопротивление следующих цепей, показанных на рис. 120. Сопротивление каждого элемента R .
490. Длину проволоки вытягиванием увеличили вдвое. Как изменилось ее сопротивление?
491. Длинный провод круглого сечения радиуса a сделан из материала, льное сопротивление которого зависит только от расстояния r до оси по закону $\rho = a^2/r^2$. По какому закону распределена напряженность поля в проводе?
492. Елочная гирлянда спаяна из лампочек для карманного фонаря. При включении этой гирлянды в сеть на каждую лампочку приходится

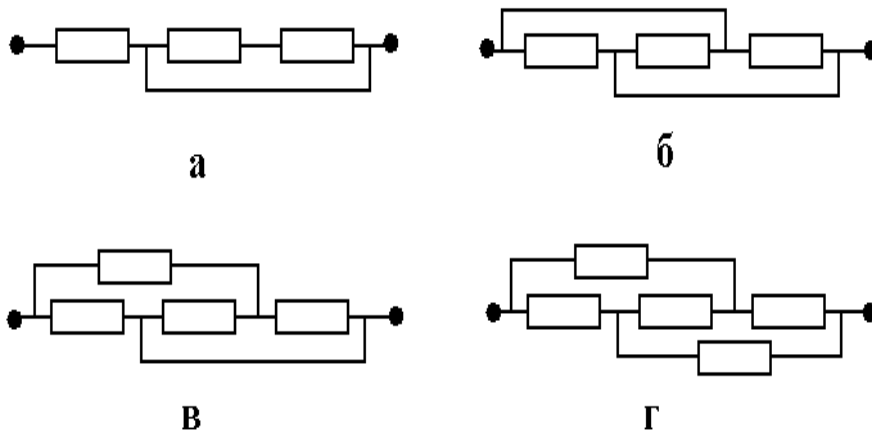


Рис. 120:

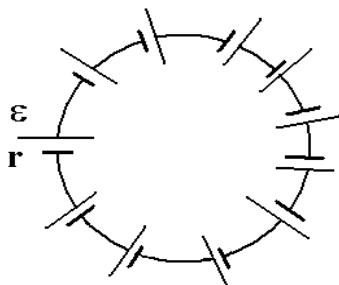


Рис. 121:

напряжение в три вольта. Почему же опасно, выкрутив одну из лампочек, сунуть в патрон палец?

493. Какова будет разность потенциалов между любыми точками изображенной на рис. 121 цепи. Сопротивлением проводов пренебречь.
494. Для измерения неизвестного сопротивления собраны две схемы (рис. 122). Известны показания вольтметра и амперметра, известны их внутренние сопротивления. Почему в общем случае нельзя для определения сопротивления поделить показания вольтметра на показания амперметра (в соответствии с законом Ома для участка цепи)? Выведите формулу для расчета сопротивления в обоих случаях.
495. Показания какого вольтметра больше (рис. 123)?
496. Как будут меняться показания вольтметра при движении по

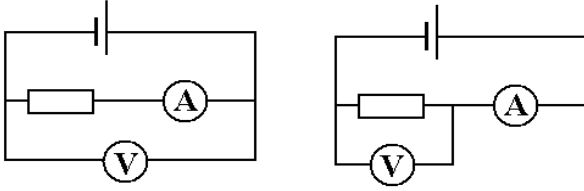


Рис. 122:

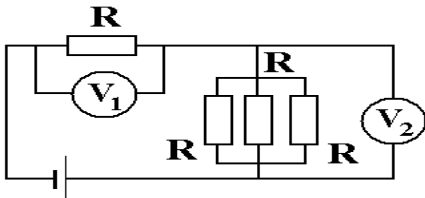


Рис. 123:

однородному проволочному кольцу скользящего контакта (см. рис. 124)?

497. При каком положении движка на рис. 124 в кольце будет выделяться наименьшее количество тепла?
498. При измерении ЭДС старой батарейки для карманного фонаря вольтметр показал 4,3 В, однако лампочка от этой батарейки не горит. Почему?
499. Верно ли утверждение, что вольтметр, подключенный к клеммам разомкнутого источника, показывает ЭДС?
500. Всегда ли ЭДС батарейки больше напряжения на ее зажимах?
501. Как будет изменяться напряжение на зажимах источника при

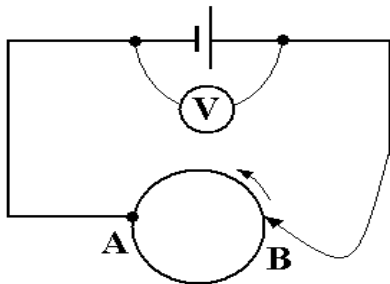


Рис. 124:

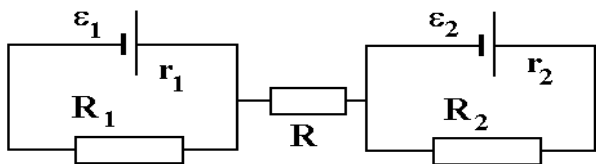


Рис. 125:

увеличении тока в цепи?

502. Две стандартные замкнутые цепи с источником соединили между собой проводом (рис. 125). Чему равен ток в проводе?
503. На что расходуется электроэнергия, потребляемая домашним холодильником?
504. Как изменится теплоотдача электроплитки, если укоротить ее спираль?
505. Чему равен КПД разомкнутой цепи и КПД цепи в случае короткого замыкания?
506. При каком сопротивлении нагрузки, полезная мощность будет максимальной? Чему она равна?
507. Почему при одной и той же величине тока тонкая проволока нагревается сильнее толстой?
508. Два проводника одинаковой длины из одного и того же материала, но разного сечения включены последовательно в цепь. На каком из них выделяется больше теплоты за одно и то же время?
509. Два потребителя подключаются к электрической батарее: один раз последовательно, другой - параллельно. В каком случае КПД будет больше?
510. Две медные проволоки одной и той же длины, но различного сечения соединены параллельно между собой и включены в цепь. В какой из них будет выделяться большее количество теплоты?
511. Три проводника с одинаковыми сопротивлениями подключают к источнику постоянного напряжения сначала параллельно, затем

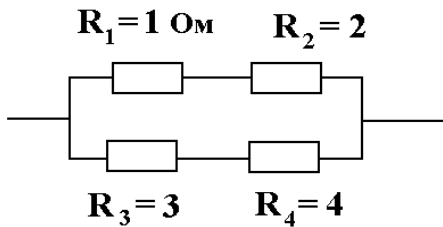


Рис. 126:

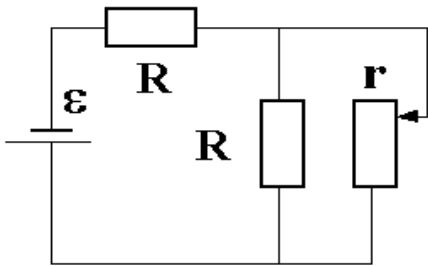


Рис. 127:

последовательно. В каком случае потребляется большая мощность и во сколько раз?

512. В цепь включены параллельно медная и стальная проволоки равной длины и сечения. В какой из них выделится большее количество теплоты за одно и то же время?
513. Почему электрические лампы чаще перегорают в момент замыкания тока и очень редко в момент размыкания?
514. Как надо соединить обмотки двух нагревателей, опущенных в стакан с водой (последовательно или параллельно), чтобы вода быстрее закипела?
515. В каком из резисторов (рис. 126) выделяется наибольшее количество теплоты?
516. Построить график зависимости полного тока в цепи рис. 127 от сопротивления реостата r .
517. Дана цепь с источником (рис. 127): ε - ЭДС батареи, R - сопротивление нагрузки, r - внутреннее сопротивление источника. Построить: а) зависимость силы тока в цепи I , напряжения на зажимах источника U , полной мощности P , полезной мощности P_1 , КПД цепи η от

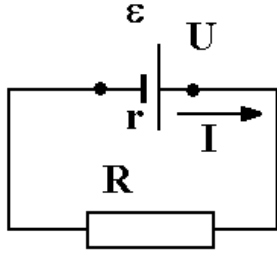


Рис. 128:

сопротивления нагрузки R ; б) зависимость P, P_1, η от силы тока в цепи I ; в) зависимость P, P_1, η от ЭДС ε ; г) зависимость напряжения на зажимах источника U от силы тока в цепи I .

518. Источник тока с ЭДС ε и внутренним сопротивлением r замкнут на реостат. Построить графики зависимости мощности, выделяемой источником; мощности, выделяемой во внешней цепи, коэффициента полезного действия источника от силы тока в цепи. При какой силе тока мощность, выделяемая во внешней цепи, будет наибольшей?
519. Зарядка аккумулятора с ЭДС ε осуществляется зарядным устройством, напряжение на клеммах которого U . Внутреннее сопротивление аккумулятора r . Определить полезную мощность, расходуемую на зарядку аккумулятора, и бесполезную мощность, идущую на выделение тепла в аккумуляторе. Определить КПД процесса зарядки. Почему на практике U лишь немногим превышает ε ?
520. Для передачи электроэнергии на большие расстояния используются очень высокие напряжения. Каким образом такие напряжения позволяют уменьшить потери в линии электропередачи? Электроэнергия генератора мощности N передается потребителю по проводам, имеющим сопротивление r . Напряжение на клеммах генератора U . Определить КПД линии передачи.
521. Цепь переменного тока состоит из трех последовательно соединенных сопротивлений: омического, индуктивного и емкостного. Может ли одновременное увеличение каждого из них привести к уменьшению общего сопротивления?

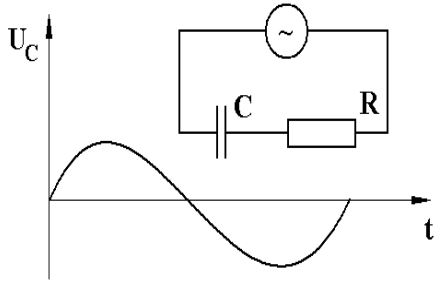


Рис. 129:

522. На рис. 129 приведен график изменения со временем напряжения на конденсаторе C в цепи переменного тока, также показанной на этом рисунке. Начертите график зависимости от времени напряжения на сопротивлении R .

МАГНЕТИЗМ

523. Почему два параллельных проводника, по которым текут токи в одном направлении, притягиваются, а два параллельных электронных пучка отталкиваются?
524. Как известно дрейфовая скорость электронов проводимости в металлическом проводе, по которому течет ток, невелика. Предлагается перемещать провод в сторону, обратную движению электронов с дрейфовой скоростью. Будет ли провод с током создавать в этом случае магнитное поле?
525. С точки зрения неподвижного человека провод с током создает магнитное поле. С точки зрения человека, движущегося с дрейфовой скоростью электронов в проводе в направлении их движения, электроны неподвижны, следовательно, никакого тока нет. Значит, нет и магнитного поля, а есть поле неподвижных зарядов или электрическое поле. Как разрешается это противоречие?
526. Определить индукцию магнитного поля в центре кольца радиуса R , если сила тока в цепях, представленных на рис. 130, равна I .
527. Как соотносятся между собой амперовская сила, действующая на

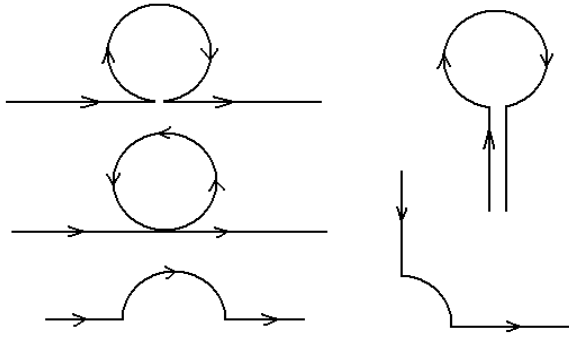


Рис. 130:

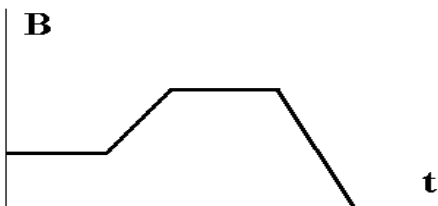


Рис. 131:

провод с током, внесенный в магнитное поле и силы Лоренца, действующие на каждый электрон в проводе?

528. Какие из частиц катодных лучей отклоняются на больший угол одним и тем же магнитным полем: более быстрые или более медленные?
529. Чему равна работа силы Лоренца?
530. Построить график зависимости индукционного тока в кольце от времени, если индукция магнитного поля зависит от времени, как показано на рис. 131.
531. Постоянный ток I течет вдоль бесконечно длинного прямого провода, имеющего круглое сечение радиуса R . Материалом провода является диамагнетик с магнитной проницаемостью μ . Построить график зависимости индукции магнитного поля \mathbf{B} от расстояния r от оси провода.
532. Вдоль проводника цилиндрической формы течёт ток. Как направлен вектор Пойнтинга на поверхности проводника?
533. Ток течет вдоль длинной тонкостенной трубы радиуса R , имеющей по

- всей длине продольную прорезь ширины $h \ll R$. Найти индукцию магнитного поля внутри трубы.
534. Ток постоянной плотности \mathbf{j} течет вдоль бесконечно длинного прямого провода, имеющего круглое сечение радиусом a . Найти индукцию поля снаружи и внутри проводника.
535. Внутри однородного длинного прямого провода круглого сечения имеется круглая цилиндрическая полость, ось которой параллельна оси провода и смещена на расстояние l . По проводу течет постоянный ток плотности \mathbf{j} . Найти индукцию магнитного поля внутри полости.
536. Чему равна индукция магнитного поля тока, равномерно распределенного по плоскости с линейной плотностью i ?
537. Длинный цилиндрический магнит из гибкого материала с намагниченностью \mathbf{J} сворачивают в кольцо. Чему равна напряженность \mathbf{H} , и как связаны между собой намагниченность \mathbf{J} и индукция \mathbf{B} внутри кольца?
538. Нарисовать силовые линии \mathbf{J} , \mathbf{H} и \mathbf{B} вблизи северного полюса цилиндрического магнита.
539. Найти магнитную индукцию в узкой щели, прорезанной в магнетике с магнитной проницаемостью μ , если магнитная индукция в окрестности щели равна \mathbf{B} . Рассмотреть случаи, когда щель параллельна и перпендикулярна \mathbf{B} .
540. Существуют ли объемные токи намагничивания в цилиндре с однородной магнитной восприимчивостью χ , если вдоль оси цилиндра течет ток проводимости I .
541. Прямой длинный тонкий провод с током I лежит в плоскости, отделяющей вакуум от непроводящего магнетика с магнитной проницаемостью μ . Нарисовать поведение силовых линий \mathbf{B} и \mathbf{H} магнитного поля провода.
542. Пространство внутри длинного соленоида с током I заполнено магнетиком с магнитной восприимчивостью χ , меняющейся с расстоянием от оси соленоида по закону: $\chi = \chi_0 r$. По какому закону меняется напряженность внутри соленоида?

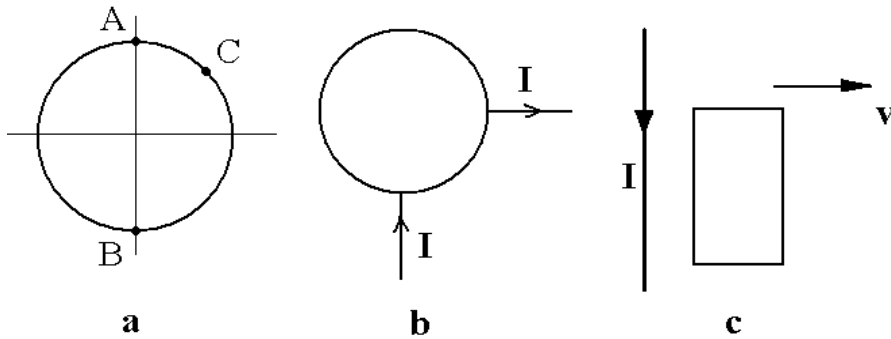


Рис. 132:

543. Индукция магнитного поля в вакууме на расстоянии от длинного прямого провода с током I , рассчитанная по закону Био-Савара-Лапласа определяется выражением: $B = \mu_0 I / (2\pi r)$. Как влияют на это поле объемные и поверхностные токи намагничивания, возникающие в проводнике?
544. Из центра шара изотропно "вытекают" радиальные токи. Куда направлено связанное с ними магнитное поле?
545. Кольцо радиусом r (см. рис. 132 а) изготовлено из однородной проволоки сопротивлением R . Кольцо помещено в однородное перпендикулярное его плоскости магнитное поле, индукция которого изменяется по закону: $B = \alpha t$. Будет ли разность потенциалов между точками А и В, и точками А и С?
546. Длинный соленоид имеет радиус R и плотность витков n . По соленоиду течет ток, изменяющийся во времени с постоянной скоростью I' . Нарисовать график зависимости напряженности вихревого электрического поля от расстояния до оси соленоида.
547. К проволочному кольцу радиусом R в точках А и В подсоединены длинные прямые провода, продолжения которых проходят через центр кольца (рис. 132 б). По проводам течет постоянный ток I . Найти индукцию магнитного поля в центре кольца, если точки А и В делят длину кольца в отношении 1:3.
548. Найдите направление индукционного тока в прямоугольном контуре, удаляемом от прямого проводника с током I (рис. 132 с).

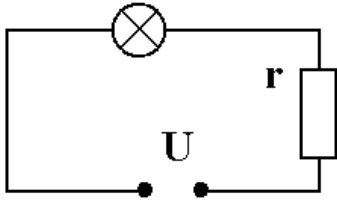


Рис. 133:

549. Прямой постоянный магнит падает внутри медной трубы, не касаясь стенок. Будет ли его падение свободным?
550. Почему опасно затормаживать якорь электромотора?
551. К клеммам аккумулятора с напряжением U подключен электромотор (рис. 133). Сопротивление подводящих проводов r . Построить график зависимости от тока в цепи механической мощности на валу электромотора, полной мощности в цепи, мощности тепловых потерь в цепи и КПД цепи.
552. Если нет перемещения тела, то нет и работы в механическом смысле. На что же расходуется энергия, подводимая к электромагниту, когда он держит груз?
553. Почему трансформатор выходит из строя в том случае, если хотя бы один виток обмотки замкнется накоротко?
554. Как надо двигать в магнитном поле Земли медное кольцо, чтобы в нем возбуждался индукционный ток?
555. Какова физическая причина возникновения разности потенциалов на концах металлического провода при его движении в магнитном поле?
556. На концах крыльев самолета, летящего в магнитном поле Земли, возникает разность потенциалов. Нельзя ли это напряжение использовать, например, для освещения салона самолета?
557. В короткозамкнутую катушку один раз быстро, другой раз медленно вдвигают магнит. Одинаковый ли заряд переносится при этом индукционным током? Одинаковую ли работу против



Рис. 134:

- электромагнитных сил совершает сила,двигающая магнит? Одинаковое ли количество теплоты выделится?
558. Можно ли защититься от внешнего магнитного поля с помощью ферромагнитной оболочки, подобно экранировке от электростатических полей?
559. Как изменится магнитное поле катушки с током, если в нее ввести сердечник: а) железный; б) алюминиевый; в) медный?
560. Что произойдет в кольце, когда в него введут магнит, если кольцо сделано из: а) диэлектрика; б) проводника; в) сверхпроводника?
561. По сверхпроводящему кольцу радиусом r идет ток. Форму кольца меняют так, как показано на рис. 134. Как изменяется индукция магнитного поля в центре уменьшенного кольца по сравнению с индукцией в центре первоначального кольца?
562. Одинаковую ли работу необходимо произвести, чтобы вставить магнит в катушку, когда ее обмотка замкнута и когда разомкнута?
563. Намагниченная стальная пластина, опущенная в склянку с соляной кислотой, растворилась. Куда девалась магнитная энергия пластинки?
564. На П-образную конструкцию из сверхпроводника положен металлический стержень с сопротивлением R (рис. 135). ЭДС источника ε , внутреннее сопротивление нулевое. Стержень передвигают вправо (влево) со скоростью v . Длина стержня l . Будет ли сила тока I в цепи определяться законом Ома как $I = \varepsilon/R$? Если нет, то чему равен ток?

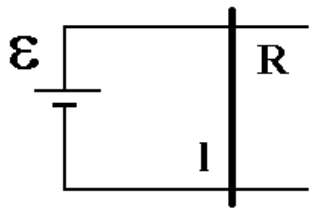


Рис. 135:

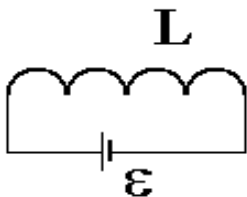


Рис. 136:

565. С какой скоростью и в какую сторону следует двигать стержень, показанный на рис. 135, чтобы в цепи не было тока?
566. Две катушки, имеющие индуктивности L_1 и L_2 , соединяют: а) последовательно; б) параллельно. Какова общая индуктивность системы? Взаимной индукцией катушек пренебречь.
567. Через катушку, замкнутую на источник, течет постоянный ток (рис. 136). Как будет изменяться сила тока, если катушку быстро вытянуть в прямой провод?
568. Напряжение в цепи меняется по закону, показанному на рис.137. Определить действующее напряжение в цепи.

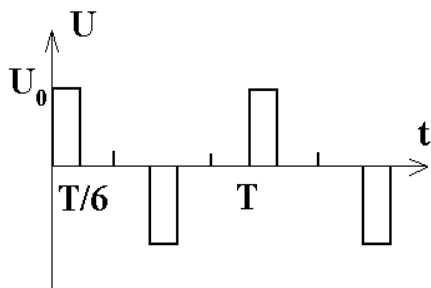


Рис. 137:

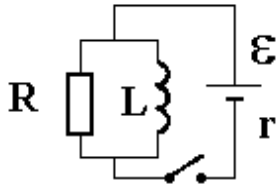


Рис. 138:

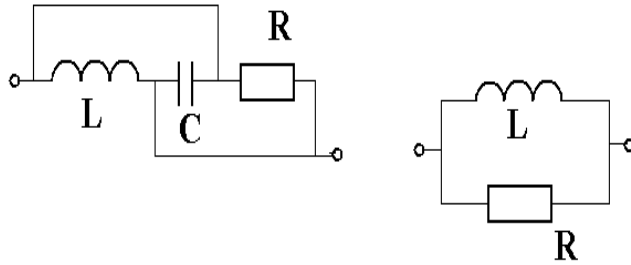


Рис. 139:

569. К источнику переменного тока подключены две параллельные ветви. Амплитуда тока в одной ветви I_1 , а в другой - I_2 . В каких пределах может изменяться полная сила тока в цепи? Каким может быть равен максимальный сдвиг фаз между полным током и током в первой ветви?
570. Какой заряд пройдет через сопротивление R после замыкания ключа (рис. 138)?
571. Определить полное сопротивление цепей, изображенных на рис. 139. Величины R , C , L и частоту тока ω считать заданными.
572. Вызывает ли изменение сопротивления R в цепи, представленной на рис. 140, изменение тока через него при частоте $\omega = 1/\sqrt{LC}$?
573. Сила тока в соленоиде изменяется, как показано на рис. 141.

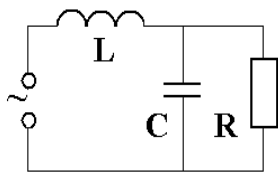


Рис. 140:

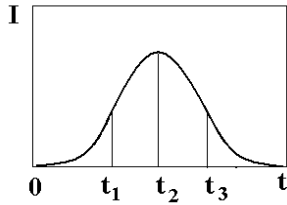


Рис. 141:

На соленоид надет замкнутый проволочный виток. Нарисовать примерный график зависимости силы тока в витке от времени.

574. Кольцо площади S из сверхпроводника пронизано внешним магнитным полем с индукцией B , перпендикулярной плоскости кольца. Поле отключают. Чему будет равен магнитный поток через кольцо после отключения внешнего поля?
575. Сверхпроводящее кольцо, по которому течет ток, превращают в восьмерку, а затем складывают вдвое. Как меняется ток в кольце?
576. Что такое прецессия магнитного момента кругового тока в магнитном поле. Что является физической причиной диамагнетизма вещества?
577. Что такое собственный магнитный момент электрона? В чем причина пара- и ферромагнетизма? Что такое магнитные домены?
578. Как выглядит "петля гистерезиса" в случае парамагнетика и диамагнетика?

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

579. Как вводится понятие светового луча, исходя из представления о зонах Френеля?
580. Как в зависимости от показателя преломления меняется скорость света и длина световой волны при переходе из среды в среду? Меняется ли при этом частота световой волны?
581. Что такое явление полного внутреннего отражения? Что такое предельный угол полного внутреннего отражения? Как он связан с



Рис. 142:

показателями преломления тех сред, на границе которых наблюдается это явление?

582. Источник света находится между двумя плоскими зеркалами, образующими прямой угол (рис. 142) Сколько изображений дают эти зеркала и где эти изображения расположены?
583. Человек идет по направлению к плоскому зеркалу со скоростью v . С какой скоростью он приближается к своему изображению?
584. Луч падает на плоское зеркало нормально. На какой угол отклонится отраженный луч от падающего, если зеркало повернуть на угол α ?
585. При отражении от плоского зеркала "правое" становится "левым". При отражении от какого предмета "верхнее" становится "нижним"?
586. Как изменится расстояние между предметом и его изображением в плоском зеркале, если зеркало переместить в то место, где было изображение?
587. В чем разница между действительным и мнимым изображением?
588. Может ли плоское зеркало дать действительное изображение?
589. Что такое гомоцентрический пучок? Что такое параксиальный пучок лучей?
590. Объясните смысл следующих понятий: а) главная и побочная оптические оси; б) главные и побочные фокусы и фокусное расстояние; в) фокальная плоскость; г) оптическая сила линзы.
591. Построить ход трех характерных лучей через собирающую линзу.

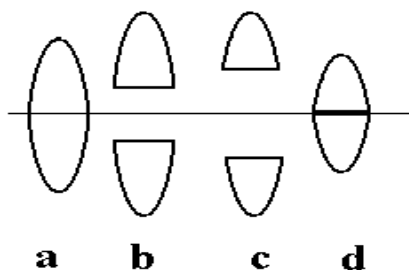


Рис. 143:

592. Построить ход трех характерных лучей через рассеивающую линзу.
593. Выпуклую линзу (рис. 143 а) разрезали по диаметру и развели обе половинки на некоторое расстояние (см. рис. 143 б). Построить изображение светящейся точки, находящейся на главной оптической оси. Затем от каждой из половинок в их основании отрезали по кусочку одинаковой высоты (см. рис. 143 с) и оставшиеся части снова сложили в линзу (рис. 143 е). Построить изображение точки в получившейся новой линзе.
594. Написать формулу тонкой линзы в соответствии с правилом знаков. Вывести формулу Ньютона.
595. Можно ли с помощью рассеивающей линзы получить: а) действительное изображение действительного предмета? б) увеличенное изображение предмета?
596. Какая точка, лежащая на главной оптической оси собирающей линзы, "переводится" линзой сама в себя?
597. Когда собирающая линза дает увеличенное действительное изображение предмета, а когда уменьшенное?
598. При падении света слева на переднюю поверхность собирающей линзы она получает импульс, направленный вправо. При "сходе" света с задней поверхности линза получает импульс, направленный влево. Источник света движется вдоль главной оптической оси линзы слева направо. Как меняется направление результирующей силы, действующей на линзу со стороны света, по мере приближения источника из бесконечности к линзе?

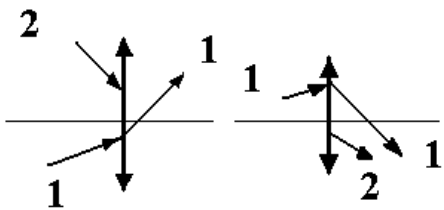


Рис. 144:

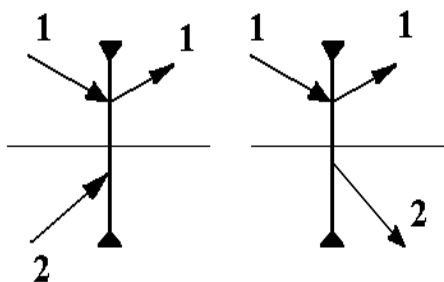


Рис. 145:

599. На каком расстоянии надо поместить предмет перед собирающей линзой, чтобы расстояние от предмета до его действительного изображения было наименьшим?
600. Что такое принцип оптической обратимости? Почему, оставляя предмет и экран неподвижными и передвигая между ними линзу, можно получить на экране два отчетливых изображения предмета? Верно ли, что одно из них будет увеличенным, а другое уменьшенным?
601. Как следует расположить две собирающие линзы, чтобы входящий параллельный пучок света после прохождения через них остался параллельным? Как следует взаимно расположить собирающую и рассеивающую линзы, чтобы входящий параллельный пучок света после прохождения через них остался параллельным?
602. На рис. 144 изображен ход луча 1. Как идет луч 2?
603. На рис. 145 показан ход луча 1. Как идет луч 2?
604. На рис. 146 показаны главная оптическая ось, светящаяся точка A и ее изображение A_1 . Определите положение линзы и ее фокуса. Постройте изображение точки C .

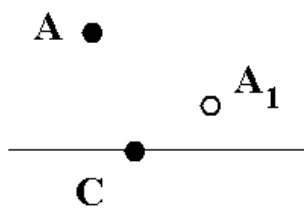


Рис. 146:

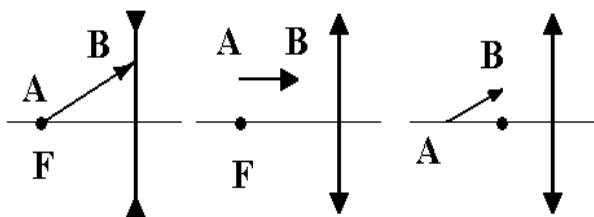


Рис. 147:

605. Построить изображение предметов, представленных на рис. 147.
606. Построить изображение светящейся точки S , расположенной на главной оси собирающей линзы, если известен ход луча 1-1 (рис. 148 а)
607. Построить изображение светящейся точки S , расположенной на главной оптической оси рассеивающей линзы, если известен ход луча 1-1 (рис. 148 б).
608. Построить изображение предметов в линзах, показанных на рис. 149.

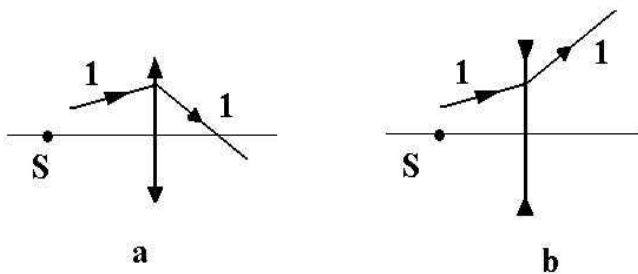


Рис. 148:

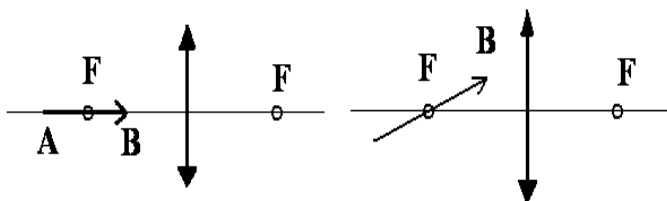


Рис. 149:

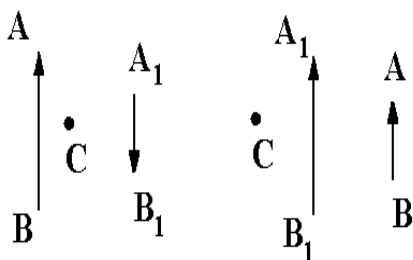


Рис. 150:

609. На рис. 150 показано положение предмета AB и его изображения A_1B_1 . Постройте линзу и изображение точки C .
610. На рис. 151 показано положение предмета AB и его изображения A_1B_1 . Постройте линзу и изображение точки C .
611. Изображение некоторого прямого непрерывного предмета AB состоит из двух полубесконечных частей, одна из которых действительная, другая мнимая. По рис. 152 а восстановите положение предмета.
612. На рис. 152 б показано положение предмета AB и непрозрачного экрана перед собирающей линзой. Постройте изображение предмета.

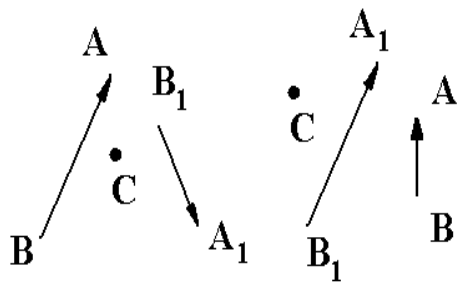


Рис. 151:

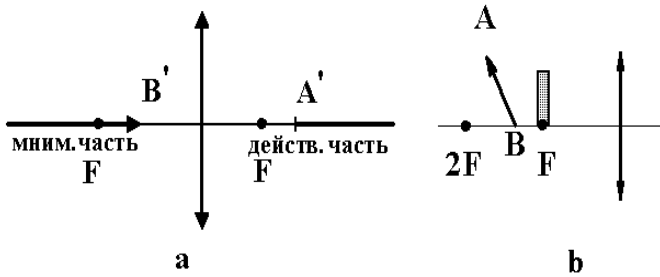


Рис. 152:

613. Как изменится изображение, полученное на экране при помощи собирающей линзы, если закрыть рукой верхнюю половину линзы? Нижнюю?
614. Как изменится оптическая сила плосковыпуклой линзы, если ее положить плоской поверхностью на плоское зеркало?
615. Для каких лучей - красных или фиолетовых - будет больше главное фокусное расстояние собирающей линзы? Рассеивающей?
616. Расстояние между предметом и его изображением, создаваемым тонкой линзой, равно $0,5 F$, где F - фокусное расстояние линзы. Какое это изображение - действительное или мнимое?
617. Луч белого цвета переходит из стекла в воздух. Как расположатся преломленные лучи различных цветов по отношению к перпендикуляру, проведенному к границе двух сред в точке преломления луча?

ВОЛНОВАЯ И КВАНТОВАЯ ОПТИКА

618. Что такое интерференция волн? Какие волны называются когерентными? Откуда берется свет? Что такое цуг волн, испускаемый атомом? Что колеблется в световой волне? Запишите условие усиления и ослабления двух волн в результате интерференции.
619. Можно ли возникновение стоячих волн считать частным случаем интерференции?

620. Почему интерференционные полосы хорошо различимы только в тонких пленках и не наблюдаются, например, в случае толстого куска стекла?
621. Какова должна быть наименьшая толщина мыльной пленки с показателем преломления $n = 1,3$, чтобы при освещении ее белым светом, перпендикулярным плоскости пленки, пленка казалась зеленой (длина волны зеленого света $\lambda = 0,5$ мкм). Наблюдение проводится: а) в отраженном свете; б) в проходящем свете?
622. Имеется плоская щель в стекле. Щель освещается солнечным светом, перпендикулярным плоскости щели. Какова должна быть наименьшая толщина щели, чтобы она казалась нам зеленой (длина волны зеленого света $\lambda = 0,5$ мкм). Наблюдение проводится: а) в отраженном свете; б) в проходящем свете?
623. Почему при наблюдении колец Ньютона в отраженном свете в центре интерференционной картинке мы видим темное, а в проходящем свете - светлое пятно?
624. Сформулировать принцип Гюйгенса-Френеля. Используя его объяснить "затекание" света в область геометрической тени при падении плоской электромагнитной волны на щель в непрозрачном экране. Используя понятие вторичных волн, объяснить качественно причину возникновения главных дифракционных максимумов и минимумов при дифракции плоской электромагнитной волны на дифракционной решетке.
625. При дифракции плоской электромагнитной волны на щели в центре дифракционной картинке на экране всегда наблюдается максимум света. При дифракции сферической волны на круглом отверстии в центре дифракционной картинке можно наблюдать как светлое, так и темное пятно. С чем это связано?
626. Между точечным источником и точкой наблюдения устанавливают непрозрачный экран, в котором сделано отверстие радиусом в $\sqrt{2}$ раза меньше радиуса первой зоны Френеля. Как изменится интенсивность света в центре экрана?

627. Как изменится интенсивность в точке наблюдения, если между точечным источником и экраном поставить непрозрачный диск, закрывающий 1,5 зоны Френеля?
628. При падении света (огромного числа фотонов) на дифракционную решетку на поставленном за решеткой экране мы наблюдаем всем известную дифракционную картинку. Заменяем экран светочувствительной фотографической пластинкой и будем посылать на решетку то же самое количество фотонов, но не сразу, а один за другим, с некоторым интервалом. Увидим ли мы знакомую картинку после проявления пластинки?
629. Четкая дифракционная картинка при падении света на дифракционную решетку наблюдается, если период решетки d сравним с длиной волны падающего света λ . Верно ли, что условие $d \sim \lambda$, где d - характерный размер препятствия, или наоборот отверстия, является необходимым условием наблюдения дифракции?
630. Что такое плоскость поляризации световой волны? Чем плоскополяризованный свет отличается от естественного? Расскажите о способах получения поляризованного света. Поляризован ли лунный свет? Что такое угол Брюстера? Всегда ли падающий на слабопоглощающую плоскую поверхность свет отражается? Сформулируйте закон Малюса. Справедлив ли закон Малюса при падении естественного света на пластинку поляризатора?
631. Что такое частично поляризованный свет? Суперпозицией каких волн может быть представлен частично поляризованный свет? После пропускания частично поляризованного света через поляризатор было найдено, что максимальная и минимальная интенсивности прошедшего света равны соответственно I_{max} и I_{min} . Как определяется степень поляризации P света, падающего на поляризатор?
632. Естественный свет интенсивности I_e проходит через два поляризатора, плоскости которых повернуты на угол φ друг относительно друга.
 а) Как поляризован свет на выходе из системы? б) Чему равна интенсивность света и степень поляризации за первым и вторым поляризаторами?

633. При прохождении естественного света через систему двух поляризаторов интенсивность света уменьшилась в 4 раза. Под каким углом ориентированы относительно друг друга поляризаторы?
634. Два скрещенных поляризатора P_1 и P_2 расположены на пути естественного света интенсивности I_e . Между ними помещают третий поляризатор P_3 . Как должна быть ориентирована его плоскость, чтобы интенсивность света, прошедшего через всю систему, была максимальной? Чему она равна?
635. Как изменится характер поляризации света, если свет круговой поляризации пропустить через двулучепреломляющую пластинку $\lambda/4$?
636. Как можно определить, имеем ли мы дело с естественным или циркулярно поляризованным светом?
637. Через два скрещенных под углом 90° поляризатора свет не проходит. Вас не удивляет, что если между ними поставить еще один поляризатор, чья плоскость пропускания составляет, скажем, 30° с плоскостью пропускания первого поляризатора, свет через систему трех поляризаторов начинает проходить? Другими словами, постановка лишней преграды на пути увеличивает количество проходящего света.
638. Естественный свет падает под углом Брюстера на границу вакуум-диэлектрик. Под каким углом распространяются отраженная и преломленная волны? Как они поляризованы?
639. Будет ли наблюдаться интерференция двух когерентных световых волн взаимно ортогональной поляризации?
640. Как отличить свет с круговой поляризацией от естественного света?
641. Частота ω и длина волны λ фотона связаны соотношением $\omega = 2\pi c/\lambda$, где c - скорость света в вакууме. При переходе света из воздуха в воду длина волны света уменьшается в n раз (n - показатель преломления воды). Частота света при этом не меняется. Как быть?
642. Как известно, показатель преломления среды n связан с ее диэлектрической и магнитной проницаемостями и соотношением $n =$

$\sqrt{\varepsilon\mu}$. Для воды $\varepsilon = 81$, $\mu = 1$. Получается, что $n = 9$. Между тем, в таблицах указано, что $n = 1,33$. В чем тут дело?

643. Чему равна поглотительная и испускательная способности в состоянии теплового равновесия с излучением: а) идеально отражающей поверхности; б) абсолютно черного тела?
644. Дать определение энергетической светимости тела, какова ее размерность? Что такое спектральная плотность энергетической светимости или излучательная способность? Что такое поглотительная способность? Излучательная способность некоторого тела определяется выражением $r_\omega = r_0 \exp(-\alpha\omega)$, где r_0 и α - некоторые постоянные. Определить энергетическую светимость тела.
645. С помощью формулы Вина $f(\omega, t) = \omega^3 F(\omega/t)$, где $F(\omega/t)$ - функция произвольного вида, показать, что: а) частота ω_m , отвечающая максимуму функции $f(\omega, t)$, пропорциональна T ; б) высота кривой $f(\omega, t)$ в максимуме пропорциональна T^3 ; в) энергетическая светимость R абсолютно черного тела пропорциональна T^4 .
646. Нарисовать на одном и том же графике зависимость от частоты (длины волны) излучательной способности абсолютно черного тела при двух различных температурах. Сформулировать два закона Вина.
647. Если медную монету закоптить и положить на дно сосуда с водой, то она кажется серебряной. Почему?
648. Отчего мел среди раскаленных углей кажется темным?
649. Как будет выглядеть белая надпись на красном фоне, если ее осветить зеленым светом?
650. Чем объяснить белый цвет снега, черный цвет сажи, красный цвет флага, зеленый цвет листьев?
651. Давление света на черную поверхность в два раза меньше, чем на белую. Почему?
652. На черную пластинку падает поток света. Как изменится световое давление, если число фотонов, падающих на единицу поверхности в единицу времени увеличить в 2 раза, а черную пластинку заменить зеркальной?

653. В однородной прозрачной среде освещенность поверхности, создаваемая лазером, практически не зависит от расстояния от источника света. Как это объяснить?
654. Верно ли, что в том месте, где дуга радуги упирается в землю, находится глиняный горшок с золотыми монетами?
655. Что такое рэлеевские частицы? Сформулируйте закон Рэля для рассеяния света малыми частицами. Какова угловая зависимость интенсивности рассеянного рэлеевской частицей света? Как она чувствительна к типу поляризации света? Почему небо голубого цвета, а солнце на закате красное? Почему светофильтры в фотоаппаратах желтые или оранжевые?
656. Рэлеевские частицы при наблюдении в рассеянном свете окрашены в голубой цвет. Почему же тогда частицы "серебряной черни" (мельчайшие частицы серебра, используемые в ювелирном деле) черные?
657. Отчего толченое стекло непрозрачно? Почему оно становится прозрачным, если его погрузить в воду?
658. Рэлеевская частица рассеивает падающий на нее свет вперед и назад одинаково, кроме того, немало света рассеивается в стороны. При прохождении света через оконное стекло из-за рассеяния на атомах, которых огромное число, только ничтожная часть излучения идет вперед - все остальное уходит в стороны и назад. Однако до сих пор оконные стекла нас вполне удовлетворяли с точки зрения прохождения света через них. В чем дело?
659. Диэлектрическая проницаемость металла ε (ее действительная часть) в видимом диапазоне спектра отрицательна. Плотность энергии электрического поля $\omega \sim \varepsilon |E|^2$, где E - напряженность электрического поля. Получается, что энергия электрического поля вблизи поверхности металла отрицательна. Где выход?
660. Как с помощью вольт-амперной характеристики фотоэлемента определить число электронов, выбиваемых светом с поверхности катода в единицу времени?

661. На металлическую пластину падает монохроматический свет. Как задерживающее напряжение, при котором прекращается фототок, зависит от интенсивности света?
662. При освещении катода фотоэлемента монохроматической световой волной в его цепи течет ток насыщения I_H . Изобразить зависимость этого тока от концентрации n фотонов. От какого параметра зависит угловой коэффициент графика?
663. Изобразить зависимость максимальной кинетической энергии T_{max} фотоэлектронов от частоты ω света. Работа выхода электрона из металла равна A .
664. Считая, что средняя длина волны излучения лампочки накаливания λ нм, найти число фотонов N , испускаемых ею в единицу времени. Мощность лампочки P Вт.
665. Показать, исходя из законов сохранения, что процесс, при котором покоящийся свободный электрон поглощает падающий на него фотон, невозможен.

АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА. ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ. СТО

666. Выразить дебройлевскую длину волны λ релятивистской частицы массой m через ее: а) скорость v ; б) кинетическую энергию T .
667. Фотон и электрон обладают одинаковой кинетической энергией. Кто из них имеет большую длину волны?
668. При релятивистском движении полная энергия частицы равна удвоенной энергии покоя. Чему равен импульс такой частицы?
669. При рассеянии света на паре частиц приходящий к нам в глаз фотон последней покидает либо первую, либо вторую частицу. Получается, что увидеть сразу обе частицы принципиально невозможно. Тем не менее, мы видим обе. В чем дело?
670. Какому углу рассеяния θ отвечает максимальное комптоновское смещение?

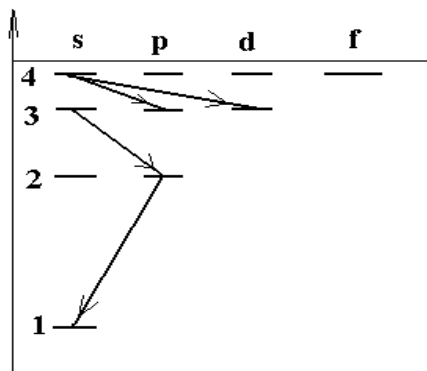


Рис. 153:

671. Химическая связь между атомами и молекулами осуществляется посредством непрерывного обмена валентными электронами. Но, испуская электрон, атом испытывает отдачу, аналогичную отдачу испытывает атом, получающий электрон. В результате оба атома должны отталкиваться друг от друга, а они притягиваются. В чем здесь дело?
672. Выразить вращательную энергию молекулы через ее момент инерции I и квантовое число момента импульса J . Написать выражение для полной энергии двухатомной молекулы
673. Используя соотношение неопределенностей Гейзенберга, оценить минимальную кинетическую энергию E_{min} электрона, локализованного в области пространства с линейными размерами порядка: а) $a \sim 10^{-10}$ м (атом); б) $a \sim 10^{-15}$ м (атомное ядро).
674. Изобразить в масштабе схему уровней атома водорода. Указать на ней переходы, соответствующие серии Лаймана, Бальмера, Пашена. Для серии Лаймана указать переход, соответствующий наибольшей длине волны излучаемого атомом света. Показать на данной схеме энергию ионизации атома? Что такое электрон-вольт? В связи с чем энергия электрона в атоме водорода отрицательная?
675. Какие переходы в энергетическом спектре электрона в атоме водорода (см. рис. 153) запрещены законом сохранения момента импульса?
676. Записать нестационарное уравнение Шредингера для частицы массой m , движущейся вдоль оси x во внешнем поле с потенциалом $U(x)$.

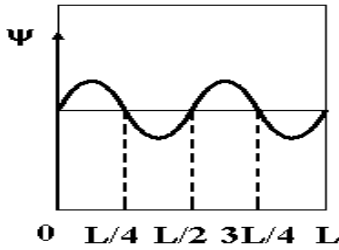


Рис. 154:

В каком случае это уравнение переходит в стационарное уравнение Шредингера? Запишите его.

677. Частица движется в одномерной потенциальной яме. Сравните между собой вероятности нахождения частицы в первой половине ямы в первом возбужденном состоянии и нахождения частицы в том же интервале, но в основном состоянии.
678. Состояние атома водорода в сферической системе координат задано пси-функцией $\psi(r, \theta, \varphi)$. Записать выражение для элементарной вероятности обнаружить электрон на расстоянии от r до $r + dr$ в интервале азимутального угла от θ до $\theta + d\theta$ и полярного угла от φ до $\varphi + d\varphi$.
679. Если ψ -функция имеет вид, указанный на рис. 154, то чему равна вероятность обнаружить электрон на участке $L/4 < x < L/2$?
680. Волновая функция частицы в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками шириной L имеет вид: $\psi = A \sin(n\pi x/L)$. На каком энергетическом уровне находится частица, если ее импульс $p = 3\hbar\pi/L$?
681. Что такое квантовые числа электрона в атоме водорода? Какие характеристики электрона описываются главным квантовым числом, орбитальным и магнитным квантовыми числами? Какие значения могут принимать эти числа?
682. Написать разрешенные значения квантовых чисел l и m_l для атома водорода с $n = 2$.
683. Сколько электронов в атоме могут иметь одинаковые квантовые числа: а) n, l, m_l, m_s ; б) n, l, m_l ; в) n, l ; г) n ?

684. Что такое квантование энергии, момента импульса и проекции момента импульса микроскопической частицы на заданную ось? Квантуется ли координата и импульс такой частицы?
685. Как определяется момент импульса частицы в классической механике и как записывается момент импульса микроскопической частицы через орбитальное квантовое число l ? Ответьте на тот же вопрос, касающийся проекции момента импульса на заданную ось.
686. Какую величину характеризует спиновое квантовое число электрона? Что такое спиновый момент импульса электрона? Как спиновый момент импульса и его проекция на заданную ось выражаются через спиновое квантовое число электрона s ? Чему равно s для электрона?
687. Что такое орбитальный магнитный момент электрона? Как он связан с механическим моментом? Что такое гиромагнитное отношение? Что такое спиновый магнитный момент электрона? Как спиновый магнитный момент и его проекция на заданную ось выражаются через спиновое квантовое число?
688. Используя представление о квантовых числах электрона, сформулируйте принцип Паули.
689. Почему быстрые нейтроны легко проходят через блок свинца, но задерживаются в таком же объеме парафина, воды или другого соединения, в состав которого входят атомы водорода?
690. Когда нужно затратить больше энергии - на удаление за пределы атома гелия первого или второго электрона?
691. Пусть у двух незаряженных пластин из разнородных металлов концентрации свободных электронов одинаковы. Какая пластина наэлектризуется отрицательно, если их привести в соприкосновение?
692. В кремниевой решетке надо заменить один атом кремния атомом другого элемента так, чтобы получить примесный полупроводник n -типа. Какова должна быть валентность атома примеси?
693. Чему равна молярная теплоемкость простого кристалла? Изобразить на одном чертеже температурные зависимости молярной теплоемкости простых кристаллов, даваемые законом Дюлонга и

Пти и моделью Эйнштейна. Сравнить между собой вклад фононов и электронов в теплоемкость металла.

694. Сравните квантовые числа электрона в атоме водорода и квантовые числа электрона в металле. Как устроены энергетические уровни электрона в массивном металле? Какого порядка расстояния между энергетическими уровнями электрона в металле? Как идет заполнение этих уровней? Что такое уровень Ферми?
695. Атомное ядро принято обозначать символом A_ZX . Сколько в таком ядре протонов и сколько в нем нейтронов? Как называются верхний и нижний индексы в символе химического элемента X ?
696. Что такое дефект масс атомного ядра и что такое энергия связи?
697. Запишите основной закон радиоактивного распада. Что такое постоянная радиоактивного распада λ ? Что такое период полураспада $T_{1/2}$ и как период полураспада связан с постоянной распада λ ? Что такое активность радиоактивного образца? В чем она измеряется?
698. Определить, что (и во сколько раз) больше, продолжительность трех периодов полураспада или 2 средних времени жизни радиоактивного ядра.
699. Определить, какая часть начального количества ядер радиоактивного изотопа останется нераспавшейся по истечении времени t , равного двум средним временам жизни радиоактивного ядра.
700. Какая доля радиоактивных атомов останется не распавшейся через интервал времени, равный двум периодам полураспада?
701. Что является инвариантом преобразований Лоренца?
702. На рис. 155 а представлен т.н. световой конус, разделяющий четырехмерное пространство время на две части (x - символическое обозначение трех пространственных координат, t - время, c - скорость света в вакууме). Может ли человек, "родившийся" в пространственно-временной точке 1 когда-нибудь оказаться в точках 2 и 3? Что для этого нужно сделать?
703. Зонтик движется со скоростью v под углом α к горизонту (см. рис. 155 б). Может ли скорость движения тени от зонтика по поверхности

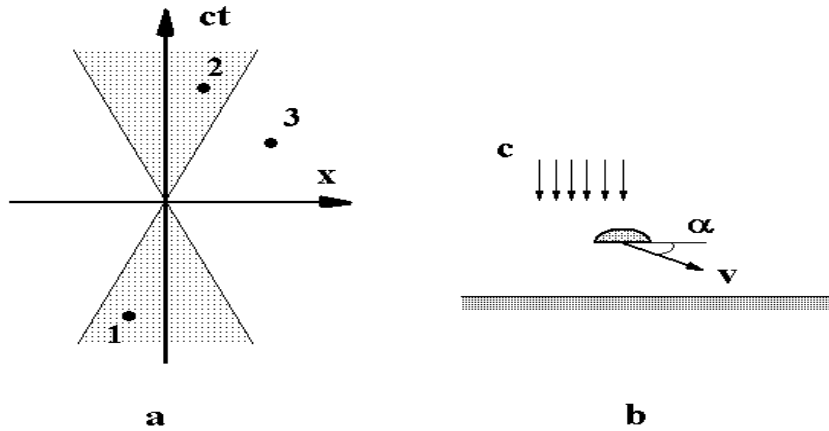


Рис. 155:

- земли превысит скорость света в вакууме c ? Какова скорость тени, если солнечный свет падает вертикально вниз со скоростью c ?
704. Точечный источник света движется с постоянной скоростью вдоль главной оптической оси собирающей линзы от точки, удаленной от линзы на двойное фокусное расстояние до фокуса. При этом действительное изображение точки по другую сторону линзы проходит расстояние от двойного фокуса до бесконечности за то же самое время. Очевидно, что скорость движения изображения обязана превысит скорость света. Как последнее соотносится с постулатами СТО?
705. Две релятивистские частицы движутся навстречу друг другу со скоростями v_1 и v_2 по отношению к лабораторной системе отсчета. Какова относительная скорость частиц? Ответить на тот же вопрос, если частицы движутся под прямым углом друг к другу.
706. На малую по сравнению с длиной волны света частицу падает фотон. Рассеянная сферическая волна одновременно достигает всех точек на произвольной сферической поверхности. Представим себе, что в некоторой точке этой поверхности находится наблюдатель А, а в диаметрально противоположной точке - наблюдатель В. Расстояние между ними 10^{14} м. Увидев свет, наблюдатель А узнает, что в тот же момент времени свет увидел и наблюдатель В. Между тем, любая информация от В к А может прийти не быстрее, чем через год. Как это соотносится с постулатами СТО?

707. Один из братьев близнецов остается на Земле, а другой отправляется в космическое путешествие, развивая при этом околосветовую скорость. Возвратившийся астронавт обнаруживает, своего брата значительно более постаревшим, чем он сам. Нас это не удивляет - мы знаем, что с точки зрения оставшегося на Земле человека время на движущемся космическом корабле течет медленнее, чем время на Земле (кстати, объясните "на пальцах" почему). Однако, в системе отсчета улетевшего астронавта именно он неподвижен, а оставшийся на Земле его брат-близнец движется. Получается, что постареть-то должен совсем не тот брат. Как объяснить парадокс парадокса близнецов?
708. Диэлектрический куб движется вдоль одного из своих ребер с околосветовой скоростью. Согласно СТО, происходит лоренцево сокращение размера куба вдоль этого направления, в то время как в перпендикулярных направлениях размеры куба остаются прежними. Возникающие при этом механические напряжения "рассыпят" куб в порошок. Почему этого не происходит?
709. Написать систему уравнений, связывающих энергию, импульс и массу релятивистской частицы.
710. Вычислить массу двух одинаковых фотонов, движущихся: а) параллельно друг другу, б) антипараллельно.
711. Масса (покоя) фотона равна нулю, его энергия определяется импульсом. Обладает ли массой большое число фотонов, находящихся в полости с зеркальными стенками если их суммарный импульс равен нулю?

Рекомендованная литература

1. Савельев И.В. Курс общей физики, т. 1, 2, 3. Москва, Наука, 1987.
2. Основы физики, Н. П. Калашников, М. А. Смондырев, т. 1-3. - М.: Дрофа, 2003.
3. Бабаджан Е.И., Гервидс В.И., Дубовик В.М., Нерсесов Э. А., Сборник качественных вопросов и задач по общей физике, Москва, Наука, 1990.
4. Тульчинский М.Е., Качественные задачи по физике, Москва, Просвещение, 1972.
5. Сборник задач по физике, под ред. С.М. Козела, Москва, Наука, 1990.
6. Гольдфарб Н.И., Сборник задач и вопросов по физике, Москва, 1982.
7. Капица П.Л., Понимаете ли вы физику? Москва, Наука, 1975.

Сборник тестов и экзаменационных вопросов по физике

Иванов Владимир Петрович
Крылов Сергей Юрьевич
Куприянов Леонид Юрьевич
Максименко Владимир Викторович
Малахов Юрий Ильич
Прокофьев Леонид Николаевич
Рябов Вячеслав Александрович
Соловьёв Игорь Алексеевич
Хафизов Раиф Салихович

Оригинал-макет подготовлен в пакете L^AT_EX 2_ε
Книга издаётся в авторской редакции

Редакционно-издательский отдел ГУЗа
Лицензия № 020484 от 02.02.1998 г.
Подписано в печать 15.01.2011 г. Сдано в производство 14.02.2011 г.
Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 3,1. Уч.-изд. л. 1,1.
Тираж 300 экз. Заказ № .

Участок оперативной полиграфии ГУЗа.
Москва, ул. Казакова, 15.

