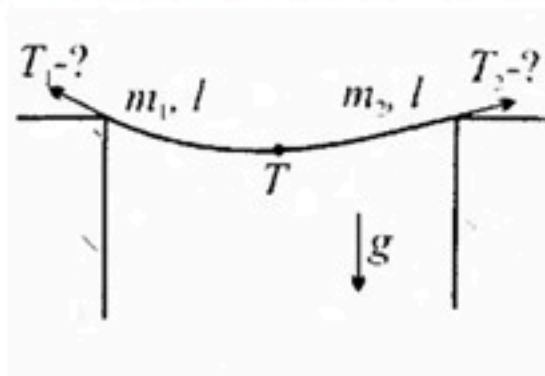


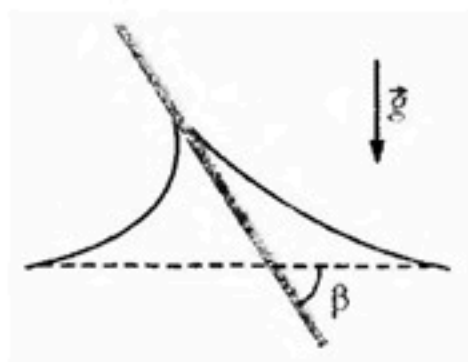
Контрольная работа 1

1. Связка из двух веревок длины l и разных масс, подвешена так, что сила натяжения в узле равна T , а провисание мало. Определите силы натяжения веревок в точках подвеса?



2. Действительно ли предметы на космической станции, обращающейся вокруг Земли, находятся в невесомости? Как будет двигаться мяч относительно космонавта, бросившего его с небольшой скоростью v : а) по направлению движения вдоль орбиты; б) перпендикулярно орбите? Космонавт с космическим кораблем движется по околоземной орбите со скоростью v_0 .

3. На какую высоту поднимется жидкость по обеим сторонам наклоненной под углом β пластины? Поверхностное натяжение жидкости σ , плотность ρ , угол смачивания θ , ускорение свободного падения g .



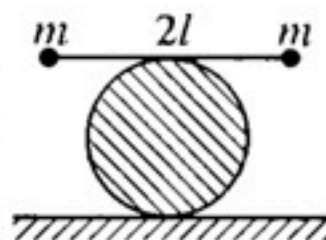
4. Грани тетраэдра имеют поверхностные плотности заряда σ_1 , σ_2 , σ_3 , и σ_4 . Потребовалась работа A , чтобы наложить грань с σ_1 на грань с σ_2 . Какая работа будет затрачена при сложении всех граней?

5. Пучок электронов со средней энергией 50 ГэВ и относительным разбросом энергий 1% движется в системе отсчета K вдоль оси x . Какова максимальная энергия электронов в связанной с пучком системой отсчета?

Контрольная работа 2

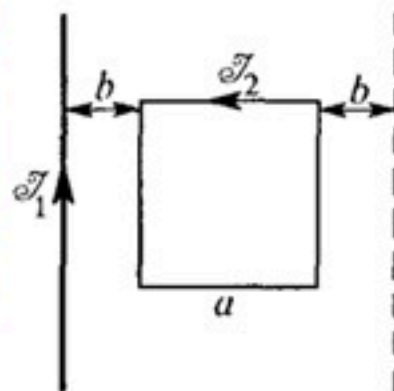
1. Стальную полоску длиной $l=2$ м и шириной $h=6$ см сгибают в круглое кольцо. Рассчитайте минимальную работу, которую необходимо для этого совершить. Толщину полоски $\delta=2$ мм считайте неизменной, модуль Юнга стали равен $E = 200$ ГПа.

2. На рисунке изображен шероховатый закрепленный цилиндр, имеющий радиус R . Сверху на него перпендикулярно образующей осторожно кладут невесомый жесткий стержень длиной $2l$, на концах которой закреплены два шарика массой m каждый. Рассчитайте период малых колебаний стержня.



3. Кольцевой постоянный магнит со средним диаметром $d=20$ см имеет узкий зазор между полюсами шириной $b=2$ мм, так что модуль индукции магнитного поля в нем составляет $B=40$ мТл. Считая, что магнитное поле не рассеивается, определите модуль напряженности магнитного поля внутри магнита.

4. По квадратной рамке циркулирует ток $I_2=1$ А, а рядом расположен длинный прямой провод с током $I_1=10$ А. Взаимное расположение показано на рисунке, так что рамка с проводом лежат в одной плоскости, сторона рамки равна $a=6,8$ см, а расстояние от провода до рамки составляет $b=4$ см. Найдите работу, которую нужно совершить для передвижения прямого провод в новое положение, показанное штриховой линией.

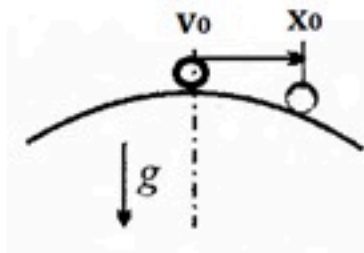


5. При рассеянии альфа-частицы с кинетической энергией $K=0,5$ МэВ на угол $\vartheta=90^\circ$ в кулоновском поле неподвижного ядра ртути (порядковый номер 80), определите: а) минимальный радиус кривизны траектории альфа-частицы; б) минимальное расстояние сближения альфа-частицы с ядром ртути.

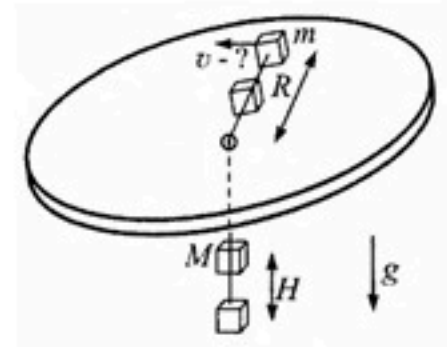
6. Капля ртути, имеющая форму лепешки радиуса $R=2$ см и толщины $h=0,38$ мм, зажата между двумя горизонтальными стеклянными пластинами. На верхнюю пластину кладут груз массой m так, что расстояние между ними уменьшается в $n=2$ раза. Вычислите m при условии, что краевой угол составляет $\vartheta=135^\circ$.

Контрольная работа 3

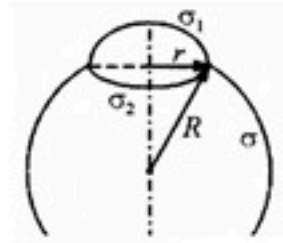
1. В начальный момент на гладкой сферической поверхности на расстоянии x_0 от ее оси опускают один шарик. Второму, находящемуся ровно на оси, сообщают скорость $v_0 \ll \sqrt{gR}$. В течение времени наблюдения за шарами для координаты обоих шариков выполняется $x \ll R$. При какой скорости первого шарика он догонит второй за время наблюдения? В какой момент времени это произойдет?



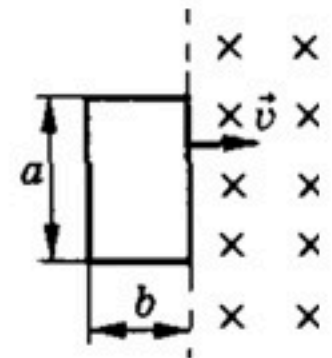
2. Через отверстие в гладком горизонтальном столе пропущена веревка, на одном конце которой висит груз массы M , а на другом удерживают тело массы m . Телу на столе сообщают некоторую скорость при начальной длине горизонтального отрезка R . Какой должна быть эта скорость, чтобы висящее тело опустилось на высоту H ?



3. На капле радиуса R сидит вторая капля. Радиус окружности «Первая капля-вторая капля-воздух» равен r . Коэффициенты поверхностного натяжения на границах между каплями и воздухом, и между двумя каплями даны. Найдите толщину верхней капли. Силой тяжести пренебречь.



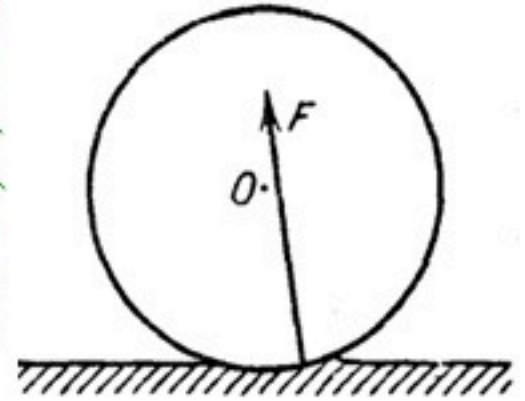
4. Прямоугольная проволочная рамка имеет размеры $a \times b$. Имея массу m и начальную скорость v_0 , она влетает в область магнитного поля с индукцией B . Какую скорость она будет иметь, полностью войдя в поле? Сопротивление рамки R .



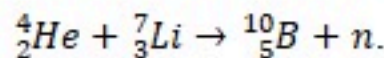
5. При перемещении по полю трактор имеет постоянную скоростью $v = \beta c$. Человек в кабине насчитал N траков как на нижней, так и на верхней половинах гусениц. Определите количество траков, которые зафиксирует неподвижный наблюдатель на обеих половинах гусениц.

Контрольная работа 4

1. По горизонтальной поверхности катится без проскальзывания однородный шарик, имеющий радиус $R=5$ см и массу $m=5$ кг. В месте касания шарика с плоскостью происходит деформация, приводящая к появлению равнодействующей сил реакции F как показано на рисунке. Шарик у сообщает начальную скорость $v=1$ м/с, в результате чего он проходит путь $s=2,5$ м до полной остановки. Определите модуль момента силы F относительно центра шара, считая его постоянным.



2. Следующая реакция происходит с поглощением энергии $Q=2,85$ МэВ



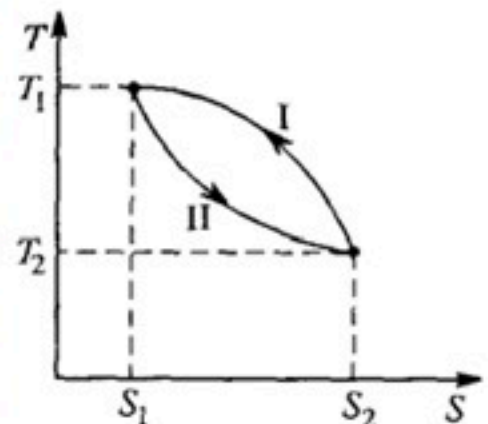
Считая ядро лития неподвижным, определите минимальную кинетическую энергию альфа-частиц, при которой возможно осуществление этой реакции.

3. Реальный конденсатор не может сохранять заряд бесконечно долго, так как используемый диэлектрик обладает малым, но конечным сопротивлением, которое называется сопротивлением утечки. Пусть диэлектрик имеет диэлектрическую проницаемость $\varepsilon=2.1$, а сам конденсатор теряет половину своего заряда за время $\tau=3$ мин. Определите удельное сопротивление диэлектрика.

4. Очень тонкий прямой провод с линейной плотностью $\rho_l = 2$ г/м и постоянным током $I=20$ А свободно парит на некоторой высоте h над сверхпроводящей плоскостью. Рассчитайте h .

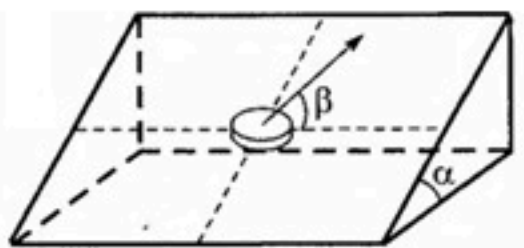
5. В цепь переменного тока с действующим значением напряжения $U=220$ В и круговой частотой $\omega=314$ с⁻¹ последовательно включают катушку индуктивности $L=0,70$ Гн, имеющую собственное активное сопротивление $r=20$ Ом, и резистор сопротивлением R . Рассчитайте максимальную тепловую мощность, выделяемую в цепи.

6. Для реализации холодильной машины используется показанный на рисунке цикл, который состоит из следующих процессов: I – энтропия рабочего тела падает при увеличении абсолютной температуры как линейная функция ее квадрата; II – политропа. Точное уравнение состояния вещества рабочего тела остается неизвестным. Известно, что в этом цикле затрачивается работа 1 кДж, а отношение максимальной абсолютной температуры к минимальной составляет $a=1,2$. Рассчитайте количество теплоты, отбираемое из холодильника за один цикл.



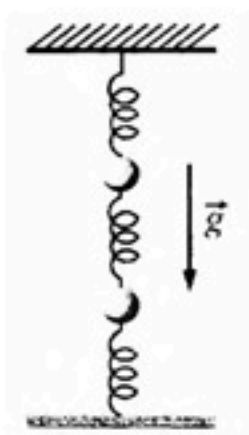
Контрольная работа 5

1. Диск пустили со скоростью v_0 под углом β к горизонтальной линии. Коэффициент трения диска о плоскость равен $\mu = \operatorname{tg} \alpha$. Как зависит его скорость от направления. (В частности в высшей точке траектории и установившаяся скорость)?



2. Частица массой m движется по круговой орбите в поле центральной силы с потенциальной энергией $U = \alpha r^n$. Радиус орбиты равен R . Каковы её кинетическая энергия, момент импульса и период обращения? Исследуйте движение на устойчивость к радиальным отклонениям.

3. Между потолком и полом висят два шарика, одинаковой массы m связанные пружинами жесткости k . Определите максимальное растяжение каждой пружины, если нижнему шарiku придать направленную вверх скорость V_0 .

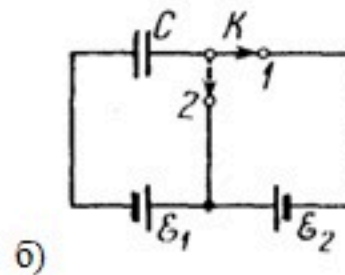
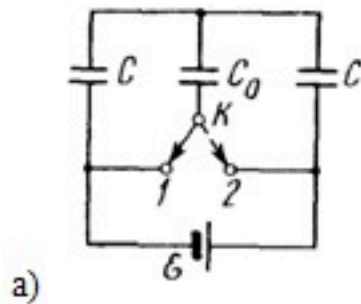


4. Электромагнитная волна падает нормально на идеальную проводящую поверхность. Изменяются ли при отражении фазы векторов E и B ? Какого и насколько?

5. В некоторой инерциальной системе отсчета произошли два события A и B , разделенные расстоянием $3 \cdot 10^6$ км. Известно, что событие A произошло на 15 с раньше события B . Можно ли найти такую инерциальную систему отсчета, в которой событие B предшествует по времени событию A ? Или другая инерциальная система отсчета, в которой описанные события произошли в одной точке пространства?

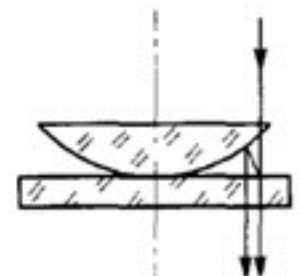
Контрольная работа 6

1. На горизонтальную шероховатую поверхность осторожно положили однородный диск, раскрученный до угловой скорости ω . Коэффициент трения диска о поверхность составляет k . Найдите время, через которое диск перестанет вращаться, если его радиус равен R .
2. В прошлом была предложена теория столкновения упругих шаров, в которой сила их взаимодействия пропорциональна возникающей деформации в степени $3/2$, т.е. $F = kx^{3/2}$. Пусть происходит лобовое столкновение двух шаров массами m и $m/3$, имеющих начальные скорости v_0 и $-v_0$ и одинаковые радиусы. Рассчитайте величину максимальной деформации шаров x_{max} .
3. Определите количество теплоты, которое выделится в схемах при переключении ключа K из положения 1 и 2 в следующих электрических цепях:



4. Источник постоянного напряжения V подключили к плоскому конденсатору, а пространство между пластинами наполнили слабо проводящим диэлектриком. Пластины конденсатора представляют собой диски радиусом R каждый, которые находятся на расстоянии d друг от друга. Известно, что диэлектрическая проницаемость зависит от расстояния z от одной из пластин по закону $\varepsilon(z) = \varepsilon_0 + z^2/d^2$, а проводимость изменяется в зависимости от расстояния r от оси дисков в соответствии с формулой $\lambda(r) = \lambda_0 \sqrt{R/r}$. Найдите объемную плотность заряда ρ , полный свободный заряд Q в диэлектрике и индукцию магнитного поля $B(r)$ в конденсаторе.

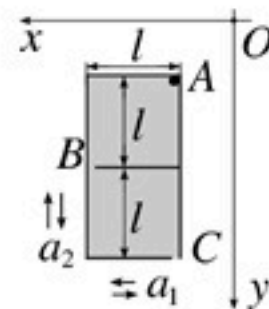
5. Известен показатель преломления линзы $n=1,5$ в интерференционном опыте Ньютона. Рассчитайте отношение интенсивностей I_{max}/I_{min} в максимуме и минимуме интерференционной картины в проходящем свете. Наблюдается ли интерференционная картина глазом, если его контрастная чувствительность составляет $0,05$?



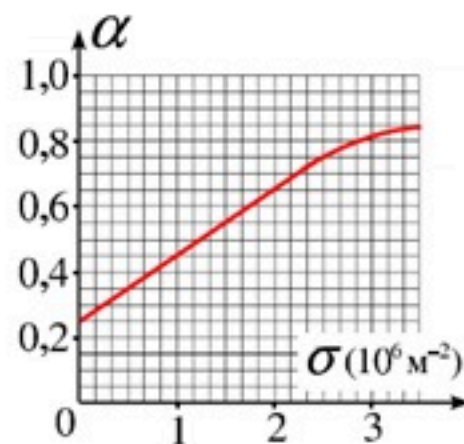
6. Два одинаковых соосных диска радиусом a каждый расположены параллельно на расстоянии $h \ll a$ друг от друга. Один из дисков приводят во вращение с малой угловой скоростью ω , в то время как другой диск удерживают неподвижно. Найдите момент сил, удерживающий неподвижный диск, если известна вязкость газа между дисками η .

Контрольная работа 7

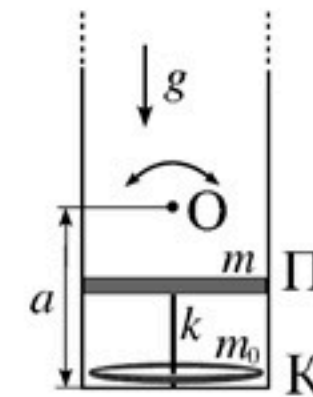
1. Два отсека, представляющих собой квадраты стороной l , соединяются маленьким отверстием вблизи точки В. Точечный объект, изначально находящийся в состоянии покоя в точке А, необходимо провести через отверстие В до точки С. Объект может двигаться только таким образом, что проекции его ускорения на ось Ox равна $\pm a_1$, а на ось Oy : $\pm a_2$, то есть в любой момент времени они могут менять знаки. Объект не ударяется о стенки, причем в самих точках В и С его скорость должна быть параллельна АС. Рассчитайте минимальное время попадания объекта из точки В в точку С.



2. На снежный покров при температуре 0°C падает электромагнитное излучение так, что один квадратный метр поверхности поглощает энергию $E = 1,5$ кДж за 1 секунду. Внутри снега равномерно распределены частички грязи с концентрацией $n = 10^7 \text{ м}^{-3}$, размеры которых можно считать одинаковыми. Экспериментально установлено, что доля энергии α , которая поглощается снегом и трансформируется в тепло, определяется количеством грязи на поверхности, а оставшаяся часть энергии просто той же поверхностью. График полученной экспериментальной зависимости α от количества частиц σ на единицу поверхности известен. Исходя из этих данных, рассчитайте время таяния снега толщиной 25 см. Примите во внимание, что вода мгновенно стекает вниз при таянии, а грязевые частички из растаявшего снега полностью оседают на поверхности. Плотность снега $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$, его удельная теплота плавления $\lambda = 3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$, начальное значение α составляет 0,25.



3. В легком длинном цилиндрическом сосуде под поршнем П имеется ν молей идеального газа, при этом сосуд может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси О, расстояние от которой до дна равно a . К поршню с помощью резинки жесткости k прикреплено кольцо К массой m_0 . Считайте, что длина резинки в нерастянутом состоянии равна нулю. Газ под поршнем медленно нагревается в широком диапазоне температур $T_{\min} < T < T_{\max}$, а затем медленно охлаждается до T_{\min} . Найдите зависимость расстояния между поршнем и дном как функцию температуры газа в течении всего процесса и схематически изобразите это на графике. Масса газа считайте маленькой, масса поршня площади S равна m , а сам он движется вдоль сосуда без трения. Считайте атмосферное давление равным p_a , а ускорение свободного падения $-g$.

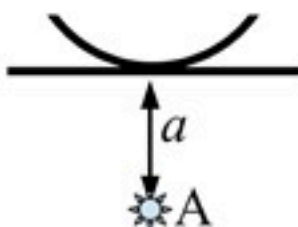


4. По тонкой нитке длиной L равномерно по ее длине распределен положительный заряд Q . Если нитку положить на горизонтальный гладкий стол, то сила ее натяжения в центре составит T_0 . Если через нитку продеть две очень маленькие бусины, каждая из которых имеет положительный электрический заряд q , так что они расположатся на расстоянии l друг от друга, а нитка будет располагаться относительно бусин прямолинейно и симметрично, то сила натяжения в центре нити составит T . Определите T .

Контрольная работа 8

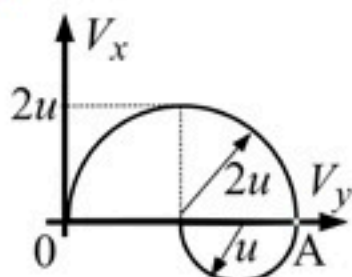
1. Шарику, первоначально покоившемуся на горизонтальной плоской поверхности, сообщают вертикально направленную скорость V . В этот же момент поверхность начинает двигаться вверх с постоянной скоростью $u < V$. При каждом последующем ударе шарика о поверхность ее скорость меняется на противоположную. Считая соударения шарика о поверхность абсолютно упругими, определите среднюю скорость поверхности за достаточно большой промежуток времени. Сопротивлением воздуха можно пренебречь.

2. Плоское зеркало и чаша сферической формы изготовлены из полупрозрачного материала. На известном расстоянии a под плоским зеркалом на общей оси симметрии находится точечный источник света. Определите координаты всех возможных изображений точечного источника A , указав, являются ли они действительными или мнимыми. Чаша имеет радиус кривизны R . Используйте приближение параксиальной оптики.



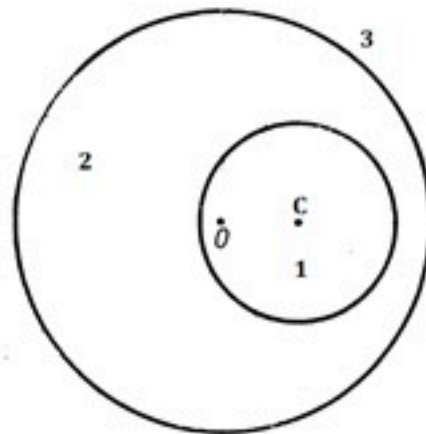
3. Найдите КПД тепловой машины, рабочим телом которой является одноатомный идеальный газ в сосуде, совершающий следующий циклический процесс: 1) давление газа увеличивается в 2 раза по изохоре; 2) объем возрастает в 3 раза по изобаре; 3) сосуд с газом перемещают внутрь контейнера с объемом, в 4 раза превышающем первоначальный объем газа; контейнер герметично закрывают и откачивают до вакуума; после этого крышку сосуда мгновенно открывают, а контейнер при этом полностью теплоизолирован; 4) давление газа выравнивают с первоначальным по изохоре; 5) газ выдавливают по изобаре из контейнера обратно в сосуд, так что его объем оказывается в точности равным начальному. После этого весь цикл повторяется.

4. Пусть некоторый точечный заряд $q > 0$ совершает плоское движение, находясь во внешних электрическом и магнитном полях. Строится график параметрической зависимости проекции скорости заряда V_x от проекции этой же скорости V_y для некоторой декартовой системы координат x, y . В результате получается кривая линия, состоящая из двух полуокружностей с радиусами $2u$ и u , которые переходят друг в друга в точке A , соответствующей моменту времени t_A . С течением времени t изображающая точка на графике выходит из начала координат и попадает в точку $(2u, 0)$. Известно, что при $t < t_A$ имеется однородное внешнее магнитное поле с индукцией B_0 , а при $t > t_A$ индукция магнитного поля возрастает до $8B_0$. Определите напряженности однородных электрических полей в моменты времени $t < t_A$ и $t > t_A$. Считайте, что точечный заряд в течение всего процесса движения не излучает.

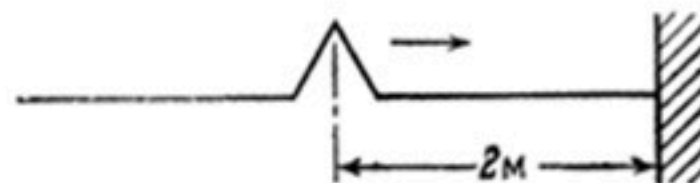


Контрольная работа 9

1. На высоте h взрывается снаряд и осколки равномерно разлетаются во все стороны со скоростью v . Участок какой площади на земле засыпят осколки? Ускорение свободного падения равно g .
2. Какую работу необходимо совершить, для разнесения всех составных частей Земли на большое удаление друг от друга? Масс Земли равна M , ее радиус – R , гравитационная постоянная – G .
3. Изолированный металлический объект заряжают до потенциала φ_0 , так что он запасает энергию W_0 . Затем объект отключают от источника питания и помещают в среду с диэлектрической проницаемостью ε . Какова будет энергия электрического поля?
4. Длинный прямой провод радиусом R имеет внутри себя по всей длине цилиндрическую полость, радиус которой равен r , а центр отстоит на расстоянии a от оси провода. Известно, что по проводу протекает равномерно распределённый по сечению ток I . Определите значение индукции магнитного поля во всех обозначенных областях пространства.

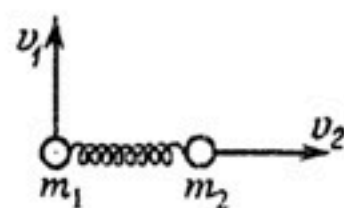


5. Один конец длинной натянутой нити прикреплен к стене. Известно, что в некоторый начальный момент времени вдоль нити перемещается поперечная волна, форма которой имеет вид равнобедренного треугольника. Скорость распространения волны равна 1 м/с , а в начальный момент времени вершина треугольника находится на расстоянии 2 м от стены. Нарисуйте профиль нити спустя 2 с и спустя 5 с от начала отсчета времени.



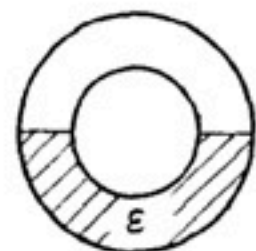
Контрольная работа 10

1. В некоторый момент времени невесомая пружина соединяет маленькие шарики, расположенные на одной высоте. Шарикам, имеющим массы m_1 и m_2 , сообщают начальные скорости v_1 и v_2 так, как показано на рисунке. Определите: а) максимальное значение приращения потенциальной энергии системы в поле тяжести Земли, имеющем ускорение свободного падения g ; б) собственную механическую энергию системы $E_{\text{соб}}$, когда ее центр масс поднимется на максимальную высоту.

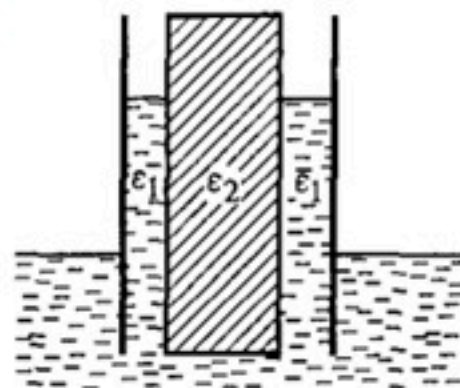


2. Нейтрон движется так, что его кинетическая энергия составляет $K = 2mc^2$, где m – его масса. В процессе своего движения этот нейтрон налетает на покоящийся нейтрон. Определите следующие величины в системе их общего центра масс: а) суммарную кинетическую энергию нейтронов; б) импульс каждого нейтрона.

3. Однородный диэлектрик с диэлектрической проницаемостью ϵ наполовину заполняет пространство между обкладками сферического конденсатора так, как показано на рисунке. Определите напряженность электрического поля как функцию расстояния r от центра конденсатора, если заряд конденсатора равен q .



4. В воздушный конденсатор поместили диэлектрическую пластинку с диэлектрической проницаемостью ϵ_2 и толщиной l_2 так, как показано на рисунке. Размеры конденсатора и пластинки полностью совпадают. Затем конденсатор с пластиной частично погрузили в жидкость с диэлектрической проницаемостью ϵ_1 и плотностью ρ . Суммарная толщина столбов жидкости в конденсаторе равна l_1 . Определите высоту h , на которую жидкость поднимется в конденсаторе, если между его обкладками поддерживается разность потенциалов V .



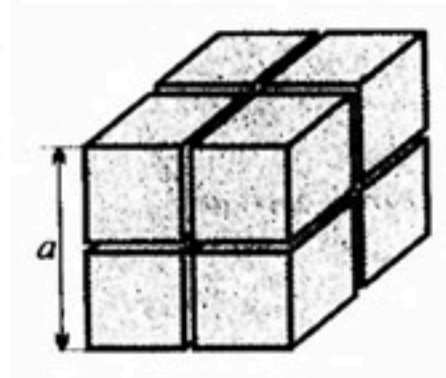
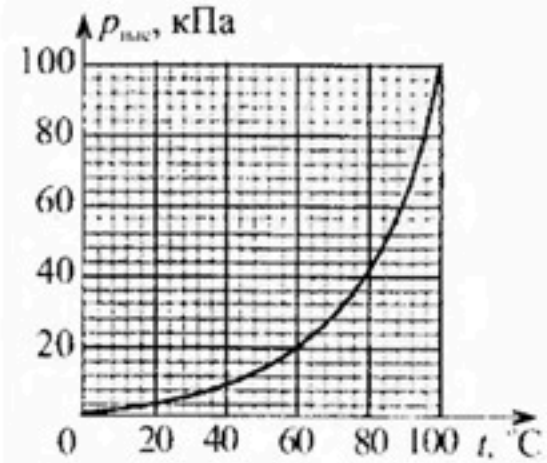
5. Воздух, сжатый в большом баллоне при температуре $T_1 = 273$ К, вытекает в атмосферу по трубке, в конце которой он приобретает скорость $v = 400$ м/с. Найдите температуру вытекающего воздуха T_2 в конце трубки, а также давление P_1 воздуха в баллоне. Процесс истечения газа считать адиабатическим.

6. Пленка, имеющая показатель преломления $n = 1,5$, освещается монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 6 \cdot 10^{-5}$ см. Определите толщину пленки, при которой исчезают интерференционные полосы на ее поверхности.

Контрольная работа 11

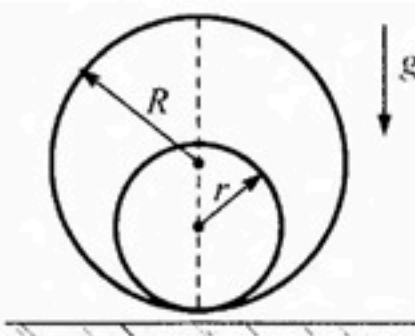
1. Прямоугольная коробка высоты H плавает в воде, погрузившись на глубину h . В дне коробки площадью сечения коробки S сделали отверстие площадью σ . Найдите время, через которое коробка утонет.

2. В откачанный цилиндрический сосуд с поршнем впрыснули некоторое количество воды. Содержимое сосуда довели до равновесного состояния с температурой 76°C . Объём его при этом составил $V_1 = 50$ л. Затем с содержимым сосуда совершают следующий круговой цикл: 1) при постоянной температуре расширили до объёма $V_2 = 3V_1$, причём давление в сосуде упало в два раза; 2) при постоянном давлении сжали до объёма $V_3 = 3V_1/2$; 3) при постоянной температуре сжали до объёма $V_4 = V_1$; 4) при постоянном объёме нагрели до начальной температуры. Определите минимальную и максимальную температуры в цикле, а также массу содержимого сосуда.



3. Между проводящими кубиками, собранными в куб, имеются воздушные промежутки. Один из кубиков заряжают зарядом q . Определите поле в промежутках между кубиками.

4. В тонкостенный цилиндр радиуса R и массы M вставлен другой тонкостенный цилиндр радиуса r и массы m . Определите период малых колебаний системы в случаях если трение между цилиндрами и между внешним цилиндром и полом отсутствует, а также если трение между цилиндрами велико.



5. Найдите молярную теплоемкость идеального одноатомного ультрарелятивистского газа.

Контрольная работа 12

1. Известно, что коэффициент трения колес велосипеда при его движении по круговой горизонтальной площадке зависит от расстояния r до ее центра как $k = k_0(1 - r^n/R^n)$, где k_0, n — постоянные, R — радиус площадки. Найдите максимальную скорость велосипедиста при движении по окружности, центр которой совпадает с центром площадки.

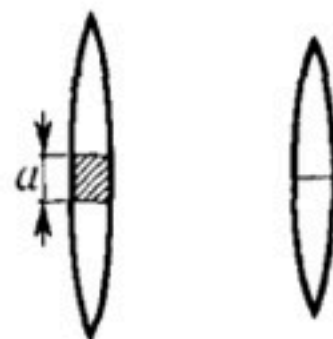
2. Будем считать, как принято в специальной теории относительности, что система отсчета K' совершает поступательное движение с постоянной скоростью v относительно неподвижной системы отсчета K . Допустим, что в K -системе материальная точка прямолинейно движется со скоростью v и ускорением a . Рассчитайте ускорение a' материальной точки в системе K' при условии, что в системе K она движется: а) вдоль вектора v ; б) перпендикулярно вектору v .

3. Известно, что расстояние от центра сферы до центра кольца радиуса $R=7,5$ см составляет $l=100$ мм, а по кольцу неравномерно распределен заряд $q=2,5$ нКл. Найдите потенциал сферы при условии, что ее центр лежит на оси кольца, а сама она не заряжена. Материал, из которого изготовлена сфера является проводящим.

4. Волновая функция электрона в атоме водорода такова, что электронное облако в основном состоянии описывается распределением заряда с объемной плотностью $\rho(r) = -\frac{e}{\pi a^3} \exp\left(-\frac{2r}{a}\right)$, в котором $a=0,53 \cdot 10^{-8}$ см представляет собой радиус так называемой первой боровской орбиты. При помещении во внешнее электрическое поле атом водорода поляризуется так, что деформацией электронного облака можно пренебречь. Определите коэффициент поляризуемости β атома водорода, считая электрическое поле достаточно слабым.

5. Смещение материальной точки из положения равновесия происходит по закону $x = a_0 e^{-\beta t} \sin \omega t$, где t — время, a_0, β, ω — постоянные. Найдите: а) амплитуду смещения и скорость точки в момент времени $t = 0$; б) моменты времени, когда точка достигает крайних положений.

6. Двояковыпуклая линза имеет фокусное расстояние $f = 50$ см. Из линзы симметрично удалили центральную часть, ширина которой составляет a , см. рис. После этого две половинки линзы сдвинули до полного соприкосновения, а с одной из сторон поместили точечный источник света с длиной волны $\lambda = 6000 \text{ \AA}$. На экране с противоположной стороны линзы появляются полосы интерференции, расстояние между которыми составляет $\Delta x = 0,5$ мм и не изменяется при перемещении экрана вдоль оптической оси. Вычислите a .



Ответы. Контрольная работа 1.

$$1) T_1 \approx \sqrt{T^2 + \frac{(3m_1+m_2)^2 g^2}{16}} \approx T + \frac{(3m_1+m_2)^2 g^2}{16T}, T_2 \approx \sqrt{T^2 + \frac{(3m_2+m_1)^2 g^2}{16}} \approx T + \frac{(3m_2+m_1)^2 g^2}{16T}$$

2) а) $\frac{\Delta a}{a} = -\frac{\Delta E}{E} = \frac{2v}{v_0}, \frac{\Delta T}{T} = \frac{3}{2} \frac{\Delta a}{a} = \frac{3v}{v_0}$, мяч будет периодически подниматься на расстояние Δa .

$T_{\text{отн}} \approx \frac{T^2}{\Delta T}$, период движения мяча больше, а его средняя скорость меньше чем у космонавта, поэтому мяч будет возвращаться, а средняя скорость его движения в обратную сторону

$$u = \frac{2\pi a}{T_{\text{отн}}} = v_0 \frac{\Delta T}{T} = 3v_0$$

б) то же с учетом $\frac{\Delta E}{E} = -\left(\frac{v}{v_0}\right)^2$

$$3) h_1 = 2\sqrt{\frac{\rho g}{\sigma}} \cos\left(\frac{\beta}{2}\right), h_2 = 2\sqrt{\frac{\rho g}{\sigma}} \sin\left(\frac{\beta}{2}\right)$$

$$4) A \left\{ 1 + \frac{(\sigma_1 + \sigma_2)(\sigma_3 + \sigma_4) + \sigma_3 \sigma_4}{\sigma_1 \sigma_2} \right\}$$

$$5) dE' \approx \frac{1}{2} \left(\frac{dE}{E}\right)^2 mc^2 \approx 25 \text{ эВ}$$

1.1 Асимметрия, накладываемая разностью масс – 3б

Интеграл по длине 5 б

Ответы 2+2 б

1.2 Вертикальные отклонения 2+2 б

Горизонтальное движение 3+3 б

Примечание: само по себе нахождение большой полуоси эллипса мяча не интересует, интересует относительное движение.

1.3 Рассмотрение сил, действующих на участок жидкости 2+2 б

Решение и ответ 3+3 б

1.4 Вид зависимости А от σ 3 б

Метод расчета 5 б

Ответ 2 б

1.5 Формулы и правильный переход в другую систему 6 б

Решение и ответ 4 б

Ответы. Контрольная работа 2.

$$1) A = \frac{\pi^2 h \delta^3 E}{6l} = 80 \text{ Дж}$$

$$2) T = \frac{2\pi l}{\sqrt{Rg}}$$

$$3) H = \frac{bB}{\mu_0 \pi d} = 0,1 \text{ кА/м}$$

$$4) A = \frac{2aI_1I_2}{c^2} \ln\left(1 + \frac{a}{b}\right)$$

$$5) \text{ а) } \rho = \left(\frac{Zke^2}{K}\right) ctg^2\left(\frac{\vartheta}{2}\right) = 0,23 \text{ пм} \quad \text{б) } r = \frac{\left[1 + \text{csc}\left(\frac{\vartheta}{2}\right)\right] Zke^2}{K} = 0,56 \text{ пм}$$

$$6) m = \frac{2\pi R^2 \alpha |\cos\vartheta| (n^2 - 1)}{gh} = 0,7 \text{ кг}$$

Ответы. Контрольная работа 3.

$$1) v_0 = \sqrt{\frac{g}{R}} x_0, t = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{R}{g}} \ln \left(\frac{1 + \frac{x_0}{v_0} \sqrt{\frac{g}{R}}}{1 - \frac{x_0}{v_0} \sqrt{\frac{g}{R}}} \right)$$

$$2) v = \sqrt{2g \frac{M}{m} \frac{(R-H)^2}{2R-H}}$$

$$3) h = r \left[\operatorname{tg} \left(\alpha + \frac{\gamma}{2} \right) + \operatorname{tg}(\beta - \gamma/2) \right], \text{ где}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \sqrt{\frac{\sigma_1 + \sigma_2 - \sigma}{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma} \frac{\sigma - \sigma_1 + \sigma_2}{\sigma + \sigma_1 - \sigma_2}}, \operatorname{tg} \beta = \sqrt{\frac{\sigma_1 + \sigma_2 - \sigma}{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma} \frac{\sigma + \sigma_1 - \sigma_2}{\sigma - \sigma_1 + \sigma_2}}, \sin \gamma$$

$$4) v_0 = \frac{B^2 a^2 b}{mR}$$

$$5) N_1 = N(1 - \beta^2), N_2 = 2N - N_1 = N(1 + \beta^2)$$

3.1 Уравнения движения 3 б

Решение 4 б

Ответы 3 б

3.2 Использование ЗСМИ 3 б

ЗСЭ и ответ 6 б

3.3 Уравнения сил для элемента границы трёх поверхностей 4 б

Решение и ответ 6 б

3.4 Уравнения 6 б

Решение 4 б

Примечание: Знак + в ответе приводит к автоматической потере 4 баллов, непонимание инерционной природы магнитоиндукционных явлений

3.5 Правильные расчеты длин 3 б

Решение, приводящее к числу траков суммарно равному N (!) 5б

Ответы 2 б

Ответы. Контрольная работа 4.

$$1) N = \frac{Rmv^2}{5s} = 20 \text{ мН} \cdot \text{м}$$

$$2) K_{\alpha} = \frac{11}{7} Q = 4,5 \text{ МэВ}$$

$$3) \rho = \frac{\tau}{\varepsilon_0 \varepsilon \ln 2} = 1,4 \cdot 10^{13} \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$4) h = \frac{l^2}{c^2 \rho_l g} = 0,2 \text{ см}$$

$$5) P_{\text{макс}} = U^2 / 2\omega L = 0,11 \text{ кВт при } R = \omega L - r = 0,2 \text{ кОм}$$

$$6) \frac{Q_{II}}{A} = 181$$

Ответы. Контрольная работа 5

$$1) v = v_0 \frac{1 - \sin \beta}{1 - \sin \varphi}, v_0(1 - \sin \beta), v_0 \frac{1 - \sin \beta}{2}$$

$$2) K = \frac{n}{2} U, L = R \sqrt{2mK}, T = \pi R \sqrt{\frac{2m}{K}} \text{ Устойчиво при } n > -2$$

$$3) A_1 = \frac{V_0}{2} \sqrt{\frac{m}{k}} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{3}}\right), A_2 = V_0 \sqrt{\frac{m}{3k}}, A_3 = \frac{V_0}{2} \sqrt{\frac{m}{k}} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{3}}\right)$$

4) E на π

5) Нет, да

5.1 Уравнения движения 4 б; зависимость скорости от угла 4б, частные случаи 2б

5.2 Параметры 2+2+2 б, верное условие устойчивости 6 б

5.3 частоты 1 б максимальные деформации 3+3+3 б

5.4 доказательство изменения фазы E с использованием граничных условий 5 б; доказательство неизменности фазы B 5 б

5.5 5+5 б

Ответы. Контрольная работа 6.

$$1) t = 3\omega R / 4kg$$

$$2) x_{max} = \left(\frac{5m}{8k}\right)^{2/5} v_0^{4/5}$$

$$3) a) Q = \varepsilon^2 C C_0 / (2C + C_0) \quad б) Q = C \varepsilon_2^2 / 2$$

$$4) \rho(r, z) = \frac{V}{2\pi d^3} z; \quad Q = \frac{VR^2}{4d}; \quad B(r) = \frac{8\pi V}{3c d} \lambda_0 \sqrt{Rr}$$

$$5) \frac{I_{max}}{I_{min}} = \left(\frac{n^2+1}{2n}\right)^2 = 1,17$$

$$6) N = \pi\eta\omega a^4 / 2h$$

$$1. T = \begin{cases} 4\sqrt{\frac{l}{a_1}}, \frac{a_2}{a_1} > \frac{1}{2} \\ \sqrt{\frac{2l}{a_2}} + 2\sqrt{\frac{l}{a_1}}, \frac{3-2\sqrt{2}}{2} < \frac{a_2}{a_1} < \frac{1}{2} \\ 2\sqrt{\frac{l}{a_2}}, \frac{a_2}{a_1} < \frac{3-2\sqrt{2}}{2} \end{cases}$$

2. $t = 15.25$ ч

3.

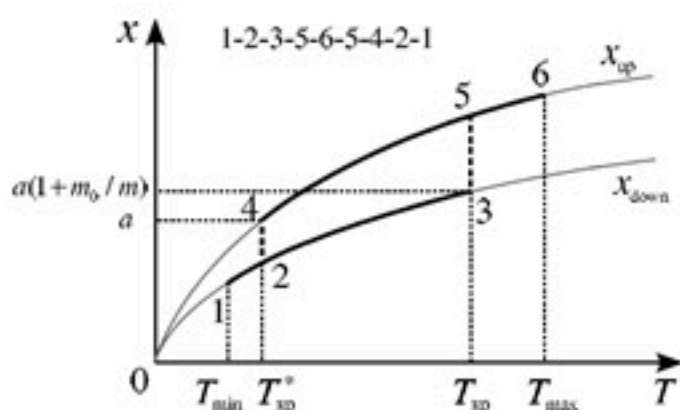


Рис. 7. без обратного переноса

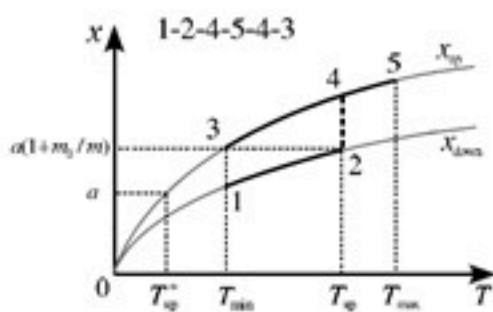


Рис. 8. без переноса

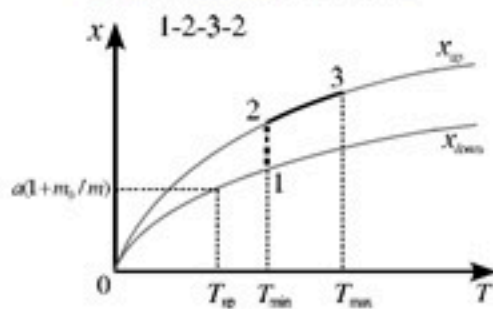
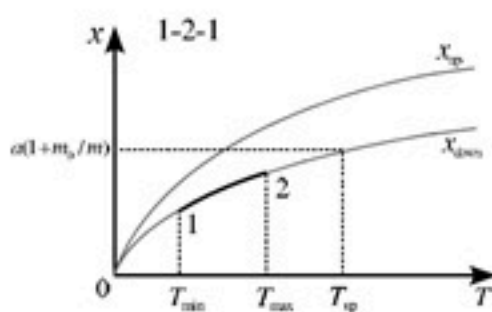


Рис. 9. сразу неустойчива

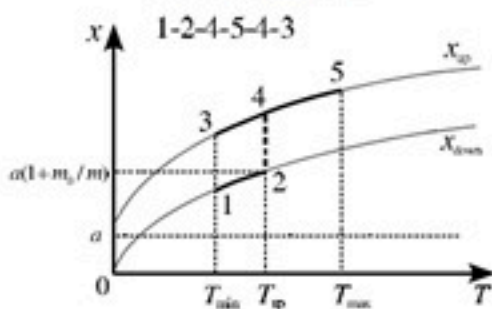


Рис. 10. обратный перенос невозможен

$$4. T = T_0 + \frac{2kqQ}{L} \left(\frac{2}{l} - \frac{1}{L-l} - \frac{1}{L+l} \right)$$

Ответы

1. $\frac{u^2}{V}$

2. Расстояния до плоского зеркала

$$x_n = -\frac{Ra}{R+2na'}, n = 0, 1, 2 \dots, \text{изображения мнимые}$$

$$x_n = \frac{Ra}{R+2na'}, n = 1, 2 \dots, \text{изображения мнимые}$$

3. $\frac{2}{23}$

4. Направлена вдоль оси x ; $2V_0u$ и $24V_0u$.

Ответы. Контрольная работа 9.

1) $\pi v^2 \left(\frac{2h}{g} + \frac{v^2}{g^2} \right)$

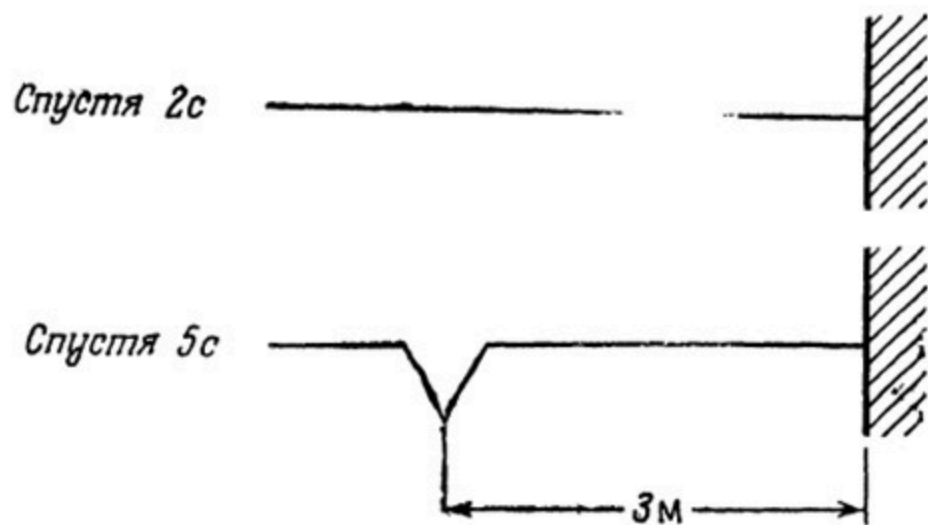
2) $\frac{3}{5} G \frac{M^2}{R}$

3) W_0 / ε

4) В области 1 $\vec{B} = \frac{\mu_0 \vec{j} \times \vec{a}}{2}$, в области 2 $\vec{B} = \frac{\mu_0 \vec{j} \times \vec{\rho}}{2} - \frac{\mu_0 r^2 \vec{j} \times \vec{\rho}}{2\rho^2}$, в области 3 $\vec{B} = \frac{\mu_0 r^2 \vec{j} \times \vec{\rho}}{2\rho^2} - \frac{\mu_0 r^2 \vec{j} \times (\vec{\rho} - \vec{a})}{2|\vec{\rho} - \vec{a}|^2}$, где

$$j = \frac{I}{\pi(a^2 - b^2)}$$

5) Спустя 2 с гасит сам себя, спустя 5 с движется в обратную сторону изменив фазу.



9.1 радиус 5 б, минимум 4 б, площадь 1 б

9.2 потенциал в данной точке 3 б, интеграл по объёму 7 б

9.3 метод, приводящий к верному результату 8 б, ответ 2 б (решения для частного случая сферического проводника 5 б)

9.4 плотность тока 1 б, поля 3+3+3 б

9.5 5+5 б

Ответы. Контрольная работа 10.

$$1) \text{ a) } \Delta U = m_1^2 v_1^2 / 2(m_1 + m_2) \quad \text{б) } E = m_1 v_1^2 / 2 + m_2 v_2^2 / 2 - m_1^2 v_1^2 / 2(m_1 + m_2)$$

$$2) \text{ a) } K = 2mc^2 \left(\sqrt{1 + K/2mc^2} - 1 \right) = 777 \text{ МэВ} \quad \text{б) } p = \sqrt{mK/2} = 940 \text{ МэВ/с}$$

$$3) E = q/2\pi\epsilon_0(\epsilon + 1)r^2$$

$$4) h = \frac{\epsilon_2^2(\epsilon_1 - 1)V^2}{8\pi\rho g(\epsilon_2 l_1 + l_2)^2}$$

$$5) T_2 = T_1 - \frac{\mu v^2}{2c_p} = 194 \text{ K}, \quad P_1 = P_2 \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} = 3,3 \text{ атм}$$

$$6) d < \frac{\lambda}{4n} = 10^{-5} \text{ см}$$

$$1) t = \frac{(H-h)S}{\sigma\sqrt{2gh}}$$

11.1 уравнения 8 б ответ 2 б

$$2) T_{max} = 76^{\circ}\text{C}, T_{min} = 56^{\circ}\text{C}, m = 17 \text{ г}$$

11.2 3+3+4 б

11.3 модель 3 б правильные 3С3 4 б напряженности 3 б

$$3) E_1 = \frac{7q}{24\epsilon_0 a^2}, E_2 = \frac{q}{12\epsilon_0 a^2}, E_1 = \frac{q}{24\epsilon_0 a^2}$$

11.4 уравнения и ответ 2*(3+2) б

11.5 уравнения и ответ 8+2 б

$$4) T = 2\pi \sqrt{\frac{R-r}{g} \frac{M}{m+M}}, T = 2\pi \sqrt{\frac{R-r}{g} 2 \left[1 + \frac{mr}{MR} \left(1 + \frac{r}{R} + \frac{mr}{MR} \right) \right]}$$

$$5) 3R$$

Ответы. Контрольная работа 12.

$$1) v_{max} = \sqrt{k_0 g R n / (n + 1)^{1+1/n}}$$

$$2) \text{ а) } a' = a(1 - \beta^2)^{3/2} / (1 - \beta v/c)^3 \quad \text{ б) } a' = a(1 - \beta^2). \text{ Здесь } \beta = \mathbf{v}/c$$

$$3) \varphi = q / 4\pi\epsilon_0 \sqrt{R^2 + l^2} = 0,18 \text{ кВ}$$

$$4) \beta = \frac{3}{4} a^3 = 0,15 \cdot 10^{-24} \text{ см}^3$$

$$5) \text{ а) } a_0 \text{ и } a_0 \omega \quad \text{ б) } t_n = (\arctg(\omega/\beta) + n\pi) / \omega, \text{ где } n = 0, 1, \dots$$

$$6) a = \frac{f\lambda}{\Delta x} = 0,6 \text{ мм}$$