**Задание 1.**

Рис.1рис.2

 На рисунке 1, изображено сечение дороги, имеющей конечный уклон с углом *α*=10∘ . Автомобиль движется от наблюдателя, перпендикулярно плоскости рисунка. Центр дуги поворота находится где-то слева и на рисунке не показан. *F*т — сила тяжести, *F*ц — центростремительная сила, *Fp* — сила реакции со стороны дороги, действующая на автомобиль.

Пусть автомобиль движется со скоростью V.Тогда равнодействующая всех сил, действующих на автомобиль, должна совпадать по величине и направлению с центростремительной силой: Cумма всех сил равна ma, т.е. *F*ц=*mV^*2 / *R* . Центростремительная сила является векторной суммой двух сил — силы тяжести *F*т и силы реакции дороги N. (по правилу паралеллограмма).

Рассмотрим рис. 2, на котором изображена только сила реакции дороги *F*⃗ *p* и её разложение на две составляющие, направленные перпендикулярно и параллельно поверхности полотна дороги. Перпендикулярная компонента *F*д уравновешивает силу нормального давления автомобиля на полотно дороги и обеспечивается прочностью дорожного полотна. Параллельная компонента *F*тр возникает за счет сцепления автомобиля с дорогой. Практически, этой силы максимальная величина задаётся формулой *F*тр*max*=*kF*д , где *k* — коэффициент трения.

В условиях гололеда *k* мало, но если правильно выбрать скорость движения, когда сила реакции перпендикулярна полотну, боковые силы, вызывающие занос автомобиля, не возникают, и можно пройти поворот даже на очень скользкой дороге.

По этой причине строители дорог вполне сознательно наклоняют полотно дороги в сторону поворота на определённый угол, который рассчитывается для определённой средней скорости движения автомобилей или поездов по данному участку дороги.

{*mV*2/*R*=*Fp* sin*α*;

*{mg*=*Fp* cos*α*. (Объединенная квадратная скобка).

Делим одно уравнение на другое:

*V^2*/*gR*=*tgα*; *V*=√*gRtgα*≈9,4м/сек≈33, 84км/ч.

Ответ: V =33.84 км/ч.

**Задание 2.**

Поскольку поршень проницаем для водорода, то он начнёт медленно просачиваться из правого объема в левый, и концентрация водорода в левой части будет возрастать, а поршень будет сдвигаться вправо. Поскольку общее количество и температура газов при этом не изменяются, то и давление в цилиндре не изменится. Процесс диффузии водорода придет в равновесие, когда скорость диффузии водорода из правого объёма в левый и из левого объёма в правый станут равны.

Важно понимать, что азот, находящийся в левой части сосуда, не оказывает никакого влияния на диффузию водорода.

Скорость просачивания газа через перегородку пропорциональна частоте столкновений молекул этого газа с перегородкой, а значит, пропорциональна объёмной концентрации.

Можно ожидать, что система придёт в равновесие, и поршень перестанет двигаться тогда, когда объёмные концентрации водорода в правой и левой частях цилиндра станут равны.

Просачивание водорода приводит к уменьшению давления в правом объёме и возрастанию давления в левом. Равновесие восстанавливается посредством движения поршня слева направо.

Для смеси газов полное давление является суммой парциальных давлений каждого газа.

В правой части цилиндра находится чистый водород. Его парциальное давление равно поэтому полному давлению *p*0 .

В левой части при квазистационарном процессе тоже давление *p*0 , но оно является суммой парциальных давлений водорода и азота:

*p*0=*pN*+*pH* .

Значит, давление водорода, а следовательно, и его объёмная концентрация в левой части всегда меньше, чем давление и концентрация водорода в правой части. Поэтому диффузия водорода будет продолжаться до тех пор, пока поршень не займёт крайнее правое положение, и газы полностью смешаются. Это произойдёт при любом начальном соотношении объёмов газов.

**Задание 3.**

Нарисуем эквивалентную электрическую схему тетраэдра и мысленно подключим точки А и В к источнику напряжения Вследствие симметрии верхней и нижней половины схемы, относительно линии, соединяющей точки А и B, потенциалы точек С и D будут одинаковы, поэтому ток, протекающий через резистор, присоединенный к этим точкам, будет равен нулю, мы можем удалить его, и это не повлияет на величины токов в других частях схемы.Рассмотрим пути тока АСВ и ADB. Полное сопротивление каждого равно 2*R* . Таким образом, образуются три параллельных пути тока. Два из них имеют сопротивление 2*R* , и одно имеет сопротивление *R* . Теперь очевидно, что полное сопротивление такой схемы будет равно *R*/2.



**Задание 4.**



Рассмотрим фазу процесса, когда ключ К замыкают (см. рис.). Диод D заперт обратным напряжением E , и ток через аккумулятор не идёт. Индуктивность *L* находится под напряжением *U* , а ток *IL* в начальный момент времени равен нулю. Ток *IL* начинает возрастать: *d\*I(L) / d\*t*=*U/L* , и к концу первой фазы достигнет значения *I*(*τ*)=*U(τ) / L* .

После этого ключ К разомкнётся, откроется диод D, и потечёт ток заряда через аккумулятор. Полная ЭДС в контуре равна Eк=*U*−E=5*B*−12*B*=−7В . Она направлена навстречу току заряда. Поэтому ток в цепи начнет уменьшаться: *d\*I(L) / d\*t*=( (*U*−E) / L) , пока не станет равным нулю, после чего зарядка аккумулятора прекратится. Энергию, накопленную в магнитном поле индуктивности *L* к концу первой фазы, можно вычислить по формуле: *W*=*LI^2 /* 2=(*U\*τ*)^2 / 2*L* . Во второй фазе цикла источник питания и аккумулятор совершают работу по перемещению заряда: *A*=*Q*ц(E−*U*) , откуда *Q*ц=(*U\*τ*)^2 / 2*L*(E−*U*) . Таков заряд аккумулятора за время одного цикла, а средний ток заряда за цикл: *J* зар.ср.=*Q*ц*t*ц≈0,9а ; *t* зар.пол.=*Q* эар.пол. *I I* зар.ср. . Подставив численные значения получим: *t*зар.пол.≈22,4часа .

**Задание 5.**

Пучок параллельных лучей, как известно, пересекается в одной точке, лежащей в фокальной плоскости (на рис. она изображена прямой, перпендикулярной оптической оси и проходящей через фокус *F*2 ). Поэтому проводим луч *A*′*O* , параллельный АВ и проходящий через оптический центр линзы до пересечения с фокальной плоскостью в точке *O*′ (такой луч проходит через линзу, не преломляясь). Далее продолжим луч АВ до пересечения с линзой. Точки *B*′ и *O*′ соединяем прямой — это и будет искомая траектория луча после преломления в линзе. 

**Задание 6.**

Шайба не будет проскальзывать, если в системе отсчета, связанной с бруском, максимальная сила инерции не будет превышать силу трения скольжения или *a (max)* < *μg* . Так как колебания бруска и шайбы в случае отсутствия скольжения гармонические, то *a(max)*=*Aω*2 , где *A* — амплитуда колебаний, *ω^*2=2*k*/(*M*+*m*) циклическая частота колебаний системы. Подставляя в исходное неравенство, получаем :

*A*<*μg*(*m*+*M*) / 2*k*=(0,4⋅10⋅1,5) / 60=0,1м=10см.

Ответ: максимальная амплитуда колебаний равна 10 см.

**Задание 7.**

Пробивание пулей внутренности бруска связано с разрушением его внутренней структуры и нагреванием системы "пуля-брусок" и представляет собой типичный пример неупругого соударения. Обозначим через *Q* — часть начальной кинетической энергии пули, переходящей во внутреннюю энергию системы "пуля-брусок". Бели пренебречь работой по разрушению материала бруска, то *Q* — это количество тепла, выделившееся в системе. В силу малой (по сравнению с пулей) теплопроводности материала бруска, это тепло практически целиком выделится в пуле, так что изменение ее температуры в этом случае можно найти из соотношения Δ*T*=*Q*/*cm* . Выражение для *Q* можно получить из законов сохранения энергии *mv ^*2 /2=*mv*′^2 / 2+*MU^*2 / 2 +*Q* и импульса *mv*0=*mv*′+*MU* . Здесь *v*′ - скорость пули, вылетевшей из бруска. Выражая *v*′ из второго равенства и подставляя его в первое, находим *Q*=*MU*(*v*0−*U/*2(1+*M/m*)) , откуда Δ*T*=*MU / cm*(*v*0−*U*2(1+*M/m*)) . Повседневный опыт говорит нам о том, что всегда Δ*T*>0 . Из полученной же нами формулы следует, что при *U*>2*v*0/(1+*M*/*m*) имеет место неравенство Δ*T*<0 . Это означает, что в полном соответствии с законами сохранения пуля при пролете сквозь брусок может охладиться, а ее тепловая энергия перейти в кинетическую энергию бруска! Объяснение этого парадокса дает второе начало термодинамики, которое запрещает процессы подобного рода, а, следовательно, и записанное нами неравенство для скоростей. Оценим, наконец, работу, совершаемую пулей по разрушению материала бруска. Эта работа производится в объеме канала, пробиваемого пулей при пролете через брусок. Следовательно, с точностью до числовых множителей: *A*∼*l*Δ*S* , где *l* — длина канала, Δ*S* — площадь поперечного сечения пули. Длина канала, по порядку величины, совпадает со средним размером бруска: *l*∼*V^* 1/3 бр ∼*M^* 1/3 . Площадь сечения пули пропорциональна квадрату среднего размера пули Δ*S*∼*V^*2/3п∼*m^*2/3 , следовательно *A*∼*M^*1/3\**m^*2/3 . Если сравнить эту работу с кинетической энергией бруска *T* , пропорциональной *M* , получим *A*/*T*∼(*m*/*M*)^2/3 , что по условию задачи является малой величиной. Таким образом, наше пренебрежение работой разрушения является законным.