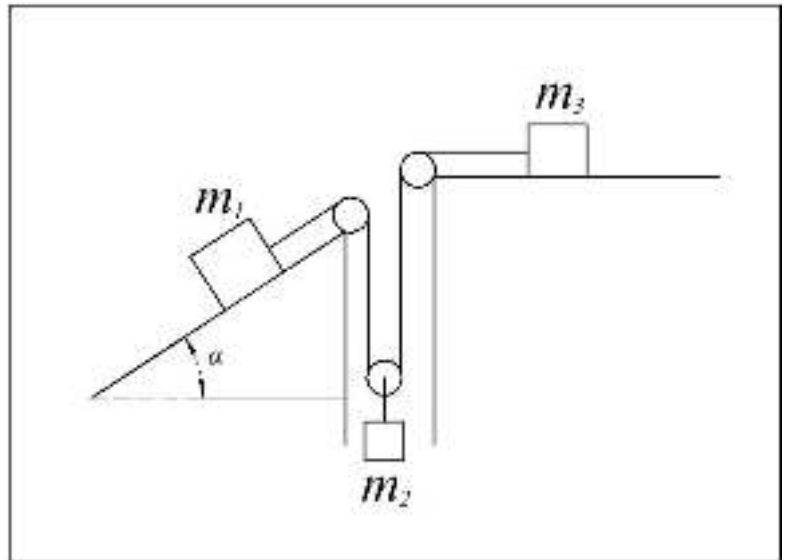
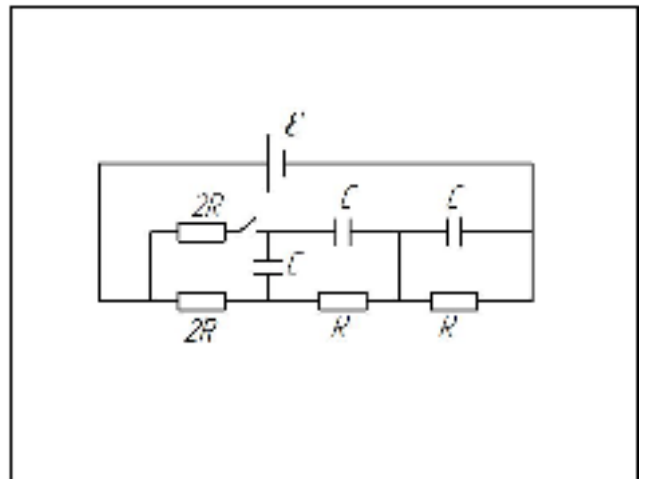


1. В баллоне ёмкостью 55 литров при давлении 1,6 МПа находится пропан массой 24 кг. Найдите массу паров пропана. Молярная масса пропана 44,1 г/моль; температура кипения пропана при данном давлении 42°C ; плотность жидкого пропана 528 кг/м^3 .

2. Система грузов, связанных между собой нитями, в некоторый момент приходит в движение (см. рисунок). Найдите ускорение груза m_3 , если $m_1:m_2:m_3 = 1:2:3$. Наклонная плоскость составляет с горизонтом угол $\alpha = 30^{\circ}$. Массой блоков и нитей пренебречь. Нить нерастяжима. Трение отсутствует.



3. Найдите заряд, протекший через ключ после замыкания. Внутренним сопротивлением батареи пренебречь. Параметры, указанные на схеме, считать известными.

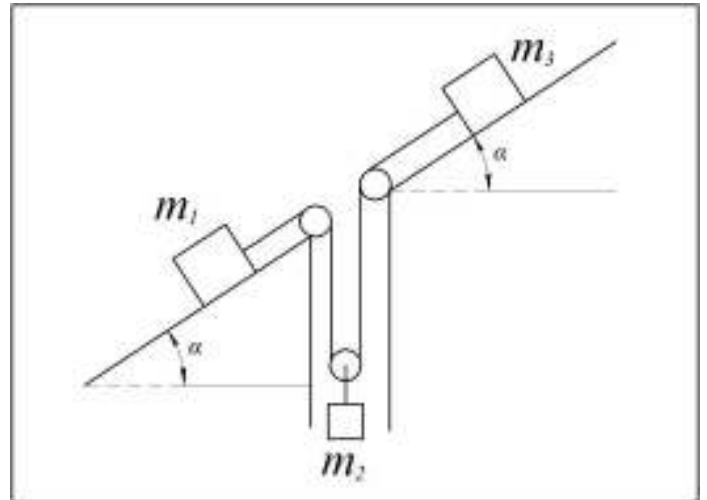


4. Система состоит из двух материальных точек, массы которых m и M , соединенных невесомой пружиной жесткости k . Удерживая точки в положении, когда пружина не деформирована, им сообщают одинаковые по величине и знаку электрические заряды. Оказалось, что период малых колебаний такой системы в $n=2$ раза меньше, чем в случае, когда эти точки не заряжены. Найдите величину электрического заряда каждой точки, в предположении, что изменение длины пружины после сообщения им электрического заряда много меньше начального расстояния L между ними. Излучением и внешними силами пренебречь.

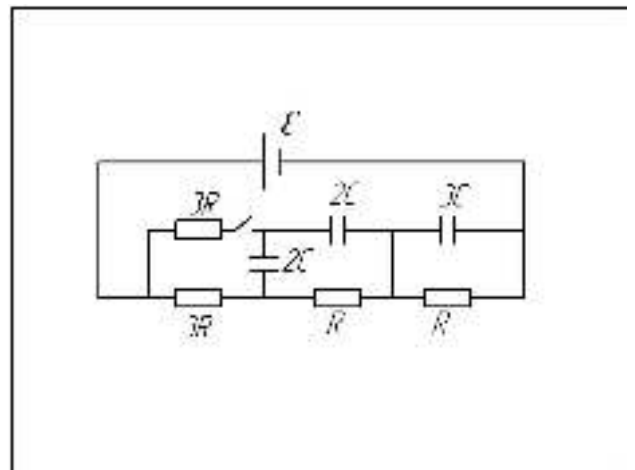
5. Оптическая система состоит из точечного источника света и непрозрачного небольшого шарика радиуса r , который находится внутри шара радиуса R из прозрачного материала, $R > r$. Центры шаров совпадают. На каком расстоянии от центра шаров снаружи должен находиться точечный источник света, чтобы он освещал только половину поверхности внутреннего шарика? Показатель преломления прозрачного материала равен $n = 5/4$. Снаружи большого шара – вакуум. Принять, что $R/r = n$, $R = 0,06$ м. Отражением лучей пренебречь.
6. Ученики 11-го класса проводят эксперименты в лаборатории физики - собирают установку для наблюдения фотоэффекта. В их распоряжении вакуумный фотоэлемент, на который подано напряжение $\xi = 0,8$ В, состоящий из плоских параллельных пластин (катода и анода). С помощью системы линз ученикам удалось сфокусировать луч лазера на катоде. На аноде они наблюдали пятно фотоэлектронов диаметра D . При изменении полярности подключения напряжения наблюдаемое пятно фотоэлектронов уменьшилось в диаметре в два раза. Найдите по данным опыта частоту лазера, если работа выхода материала катода ученикам известна из справочника $A = 2$ эВ.

1. В баллоне ёмкостью 5 литров при давлении 0,2 МПа находится бутан. Найдите массу жидкого бутана, если известно, что паров ровно столько же. Молярная масса пропана 58 г/моль; температура кипения бутана при данном давлении 20°C; плотность жидкого пропана 600 кг/м³.

2. Система грузов, связанных между собой нитями, в некоторый момент приходит в движение (см. рисунок). Найдите ускорение груза m_3 , если $m_1:m_2:m_3 = 1:2:3$. Наклонные плоскости составляют с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. Массой блоков и нитей пренебречь. Нить нерастяжима. Трение отсутствует.



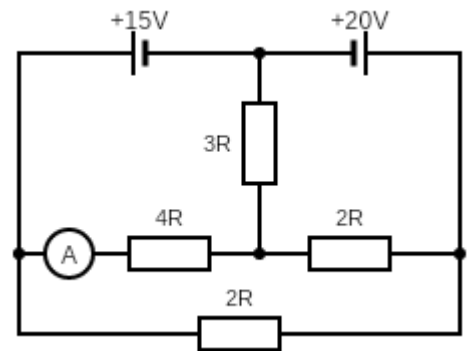
3. Найдите заряд, протекший через ключ после замыкания. Внутренним сопротивлением батареи пренебречь. Параметры, указанные на схеме, считать известными.



4. Система состоит из двух материальных точек, массы которых m и M , соединенных невесомой пружиной жесткости k . Удерживая точки в положении, когда пружина не деформирована, им сообщают одинаковые по величине и знаку электрические заряды. Оказалось, что период малых колебаний такой системы в $n=3$ раза меньше, чем в случае, когда эти точки не заряжены. Найдите величину электрического заряда каждой точки, в предположении, что изменение длины пружины после сообщения им электрического заряда много меньше начального расстояния L между ними. Излучением и внешними силами пренебречь.

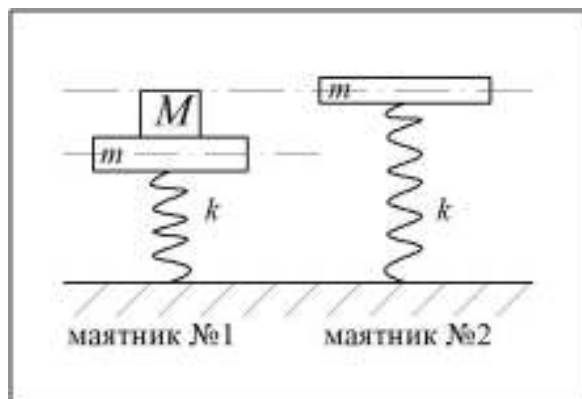
5. Оптическая система состоит из точечного источника света и непрозрачного небольшого шарика радиуса r , который находится внутри шара радиуса R из прозрачного материала, $R > r$. Центры шаров совпадают. На каком расстоянии от центра шаров снаружи должен находиться точечный источник света, чтобы он освещал только половину поверхности внутреннего шарика? Показатель преломления прозрачного материала равен $n = 5/3$. Снаружи большого шара – вакуум. Принять, что $R/r = n$, $R = 0,12$ м. Отражением лучей пренебречь.
6. Ученики 11-го класса проводят эксперименты в лаборатории физики - собирают установку для наблюдения фотоэффекта. В их распоряжении вакуумный фотоэлемент, на который подано напряжение $\xi = 0,8$ В, состоящий из плоских параллельных пластин (катода и анода). С помощью системы линз ученикам удалось сфокусировать луч лазера на катоде. На аноде они наблюдали пятно фотоэлектронов диаметра D . При изменении полярности подключения напряжения наблюдаемое пятно фотоэлектронов уменьшилось в диаметре в два раза. Найдите по данным эксперимента красную границу фотоэффекта для данного материала катода ($\nu_{кр}$), если известна частота используемого лазера $\nu = 7 \cdot 10^{14}$ Гц.

1. Определите показания идеального амперметра, считая параметры, указанные на схеме известными. Внутренними сопротивлениями источников пренебречь. $R = 5 \text{ Ом}$.

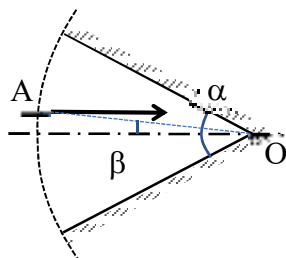


2. Аня и Катя стоят спинами друг к другу на Красной площади. Аня подпрыгивает вверх на некоторую высоту h в своей системе отсчета и приземляется на расстоянии S_0 от Кати. Высота h много меньше радиуса Земли. Потом Аня подпрыгнула второй раз на высоту в два раза большую и приземлилась на расстоянии S от Кати. Найдите отношение расстояний S к S_0 . Изменением ускорения свободного падения на высоте h пренебречь.
3. В сосуде переменного объёма содержится 1 моль одноатомного идеального газа при давлении $p_1 = 4 \text{ атм}$ и объёме $V_1 = 40 \text{ л}$. Газ медленно переводят из одного состояния в другое таким образом, что с каждым уменьшением объёма на 5 л, давление повышается на одну атмосферу (зависимость давления от объёма линейна). Найдите модуль изменения внутренней энергии за время достижения максимальной температуры.
4. Тонкостенную диэлектрическую сферу радиуса $R = 0,3 \text{ м}$ равномерно зарядили зарядом $Q = 1 \text{ мкКл}$. После этого в стенке сферы открыли три малых отверстия, радиус каждого из которых равен $r = R/50$. Отверстия расположены так, что они образуют вершины равностороннего треугольника, сторона которого равна R . Чему равна величина напряженности электрического поля в центре сферы? Принять $\epsilon_0 = 10^{-9}/(36\pi) \text{ Ф/м}$. Численный ответ округлить до десятых.

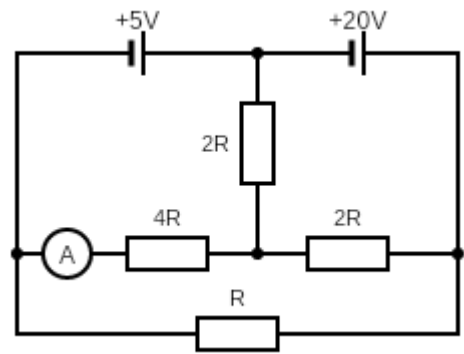
5. Рассмотрим систему двух одинаковых пружинных вертикальных маятников жёсткостью $k = 100 \text{ Н/м}$ и массой $m = 0,25 \text{ кг}$, находящихся в равновесии. На первый маятник сверху положили груз массой $M = 3m$. Через большой промежуток времени, когда колебания прекратились груз перенесли на второй маятник. Считать, что за время переноса груза маятники не успели сместиться. Найдите минимальное время, через которое маятники окажутся на одной высоте.



6. Луч света падает на систему из двух одинаковых зеркал, образующих в сечении перпендикулярной плоскости угол с вершиной в точке O . Угол между зеркалами равен $\alpha = 35^\circ$. Луч света падает на зеркала параллельно биссектрисе угла через точку A на дуге окружности, для которой этот угол является центральным. Угол между отрезком OA и биссектрисой угла равен $\beta = 3^\circ$. Сколько раз луч отразится от поверхности зеркал?

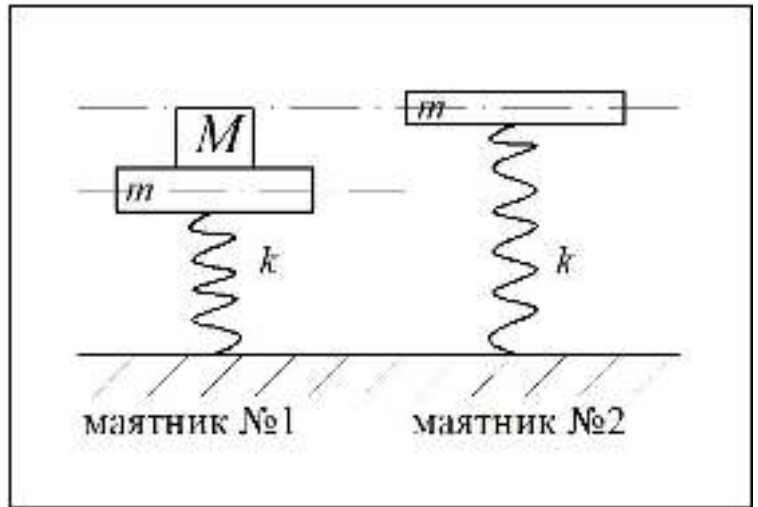


1. Определите показания идеального амперметра, считая параметры, указанные на схеме известными. Внутренними сопротивлениями источников пренебречь. $R = 5 \text{ Ом}$.

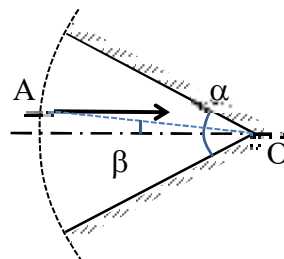


2. Костя и Маша стоят спинами друг к другу на дворцовой площади Санкт-Петербурга. Костя подпрыгивает вверх на высоту h в своей системе отсчета и приземляется на расстоянии S_0 от Маши. Высота h много меньше радиуса Земли. Как далеко на запад сместилась бы Маша, если бы Костя прыгнул на высоту в три раза большую? Изменением ускорения свободного падения на высоте h пренебречь.
3. В сосуде переменного объёма содержится 2 моль одноатомного идеального газа при давлении $p_1 = 8 \text{ атм}$ и объёме $V_1 = 10 \text{ л}$. Газ медленно переводят из одного состояния в другое таким образом, что с каждым увеличением объёма на 5 л, давление уменьшается на 1 атм (зависимость давления от объёма линейная). Найдите модуль изменения внутренней энергии за время достижения максимальной температуры.
4. Тонкостенную диэлектрическую сферу радиуса $R=0,3 \text{ м}$ равномерно зарядили зарядом $Q = 1 \text{ мкКл}$. После этого в стенке сферы открыли четыре малых отверстия, радиус каждого из которых равен $r = R/50$. Отверстия расположены так, что они образуют вершины квадрата, сторона которого равна R . Чему равна величина напряженности электрического поля в центре сферы? Принять $\epsilon_0 = 10^{-9}/(36\pi) \text{ Ф/м}$. Численный ответ округлить до десятых.

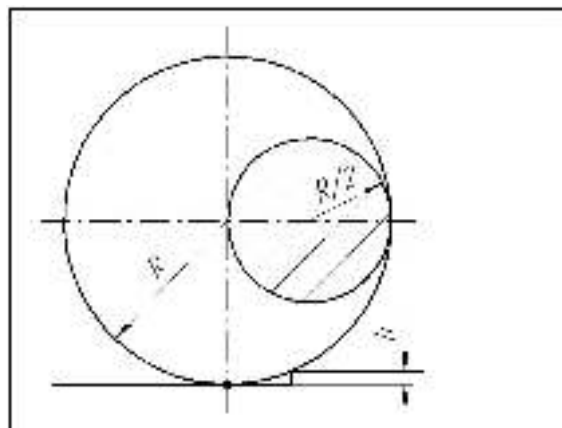
5. Рассмотрим систему двух одинаковых пружинных вертикальных маятников жёсткостью $k = 100 \text{ Н/м}$ и массой $m = 0,25 \text{ кг}$, находящихся в равновесии. На первый маятник сверху положили груз массой $M = 3m$. Через большой промежуток времени, когда колебания прекратились груз перенесли на второй маятник. Считать, что за время переноса груза маятники не успели сместиться. Найдите минимальное время, через которое скорости маятников совпадут по модулю.



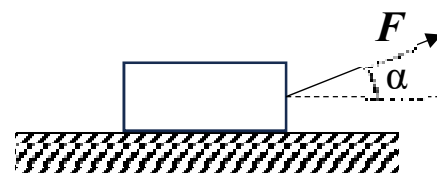
6. Луч света падает на систему из двух одинаковых зеркал, образующих в сечении перпендикулярной плоскостью угол с вершиной в точке O . Угол между зеркалами равен $\alpha = 35^\circ$. Луч света падает на зеркала параллельно биссектрисе угла через точку A на дуге окружности, для которой этот угол является центральным. Угол между отрезком OA и биссектрисой угла равен $\beta = 8^\circ$. Сколько раз луч отразится от поверхности зеркал?



1. На горизонтальном столе покоится шар радиуса $R = 1 \text{ м}$. С одной стороны шар упирается в ступеньку высотой h . Проскальзывание между шаром и ступенькой отсутствует. Определите максимальную высоту ступеньки, на которую сможет закатиться шар, если из него вырезали полость радиусом $r = 0,5R$ и заполнили её материалом плотность, которого отличается в $n = 10$ раз от плотности изначального материала. См. рисунок.

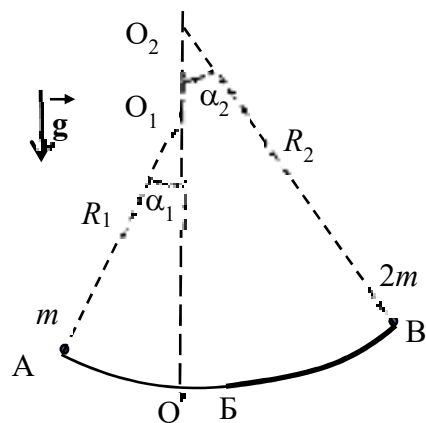


2. На горизонтальной шероховатой поверхности покоится небольшой брусок, массой m . К нему прикладывают силу $F = \beta mgt$, направленную под углом α (см. рисунок). Найдите скорость бруска в момент, когда тело оторвётся от земли.

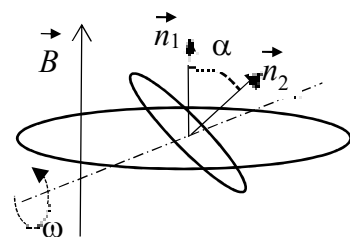


3. При проведении оптического эксперимента с тонкой собирающей линзой пошел дождь. Капли дождя падают вертикально. Найдите расстояние между каплями на одной горизонтали, скорости изображения которых одинаковы в любой момент времени и составляют две скорости действительных капель. Фокусное расстояние линзы $F = 50 \text{ см}$. Рассмотреть только полупространство с одной из сторон линзы. Считать линзу вертикальной.
4. В разреженном воздушном пространстве начинает подниматься тонкий двухслойный горизонтальный лист из алюминиевой фольги. Найдите температуру воздуха, если температура нижней поверхности листа 125°C ; температура верхней поверхности - 0°C ; давление воздуха $0,5 \text{ Па}$; масса диска $0,5 \text{ мг}$; площадь поверхности диска 1 см^2 .

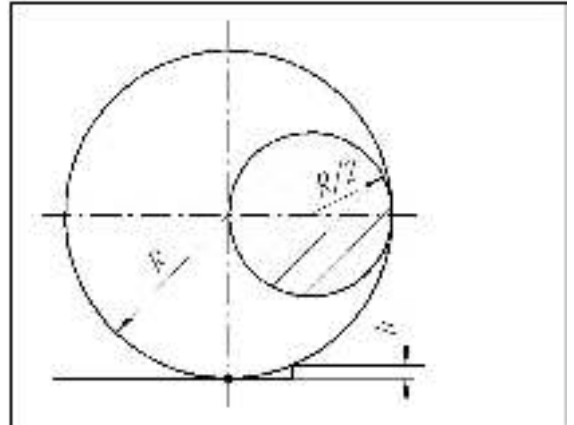
5. Два точечных тела, массы которых m и $2m$ одновременно начинают движение из точек А и В, соответственно, навстречу друг другу по двум гладким цилиндрическим склонам и упруго соударяются в точке Б. Траектории точек в вертикальном сечении – это дуги окружностей АБ и ВБ, радиусы которых R_1 и R_2 . Известно, что центры этих окружностей лежат на одной вертикальной линии. Начальные положения точечных тел заданы углами α_1 и α_2 . Найдите время движения каждого из тел до точки Б. Принять $g \approx \pi^2$ м/с², $R_2 = 4R_1 = 16$ м, $\alpha_2 = \alpha_1 = 0.05$ рад, длина дуги АБ больше длины дуги АО. Ответ указать в секундах, округлив до десятых.



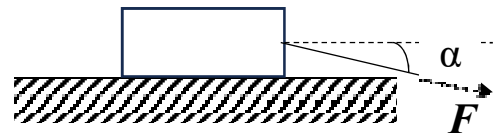
6. Два проводника имеющие форму плоских колец, радиусы которых $R > r$, соединены последовательно. Центры колец совпадают. Кольца вращаются в однородном магнитном поле с постоянной одинаковой угловой скоростью вокруг общей оси, лежащей в плоскости колец и проходящей через их центры. Угол между нормальными к плоскостям колец равен α . Отношение радиусов колец равно $R/r=2$. Найдите отношение максимальной суммарной ЭДС индукции в проводниках для значения угла $\alpha_1 = \pi/3$ к максимальной суммарной ЭДС индукции в проводниках для значения угла $\alpha_2 = 2\pi/3$. Взаимным влиянием токов колец и излучением пренебречь. Численный ответ округлить до десятых.



1. На горизонтальном столе покоится шар радиуса $R = 1 \text{ м}$. С одной стороны шар упирается в ступеньку высотой $h = 0,01R$. Проскальзывание между шаром и ступенькой отсутствует. Из него вырезали полость радиусом $r = 0,5R$ и заполнили её материалом плотность, которого отличается в n раз от плотности изначального материала (см. рисунок). Найдите минимальное значение n , при котором шар сможет закатиться на ступеньку.

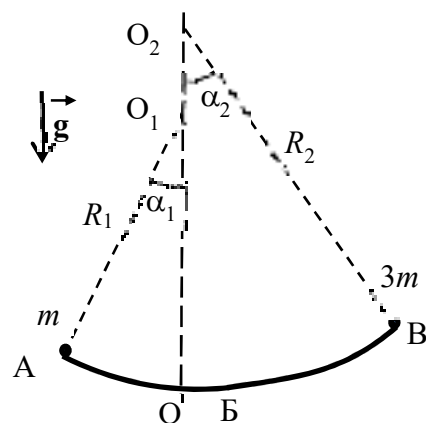


2. На горизонтальной шероховатой поверхности покоится небольшой брусок, массой m . К нему прикладывают силу $F = \beta mgt$, направленную под углом α (см. рисунок). Найдите скорость бруска в момент, когда ускорение тела станет равно ускорению свободного падения.

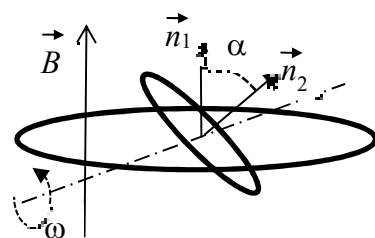


3. При проведении оптического эксперимента с тонкой собирающей линзой пошел дождь. Капли дождя падают вертикально. Найдите расстояние между каплями на одной горизонтали, скорости изображения которых одинаковы в любой момент времени и составляют три скорости действительных капель. Фокусное расстояние линзы $F = 60 \text{ см}$. Рассмотреть только полупространство с одной из сторон линзы. Считать линзу вертикальной.
4. В разреженном воздушном пространстве начинает подниматься тонкий двухслойный горизонтальный лист из алюминиевой фольги. Найдите массу листа, если температура нижней поверхности листа 125°C ; температура верхней поверхности 0°C ; температура окружающего воздуха 25°C ; давление воздуха $0,5 \text{ Па}$; площадь поверхности диска 1 см^2 .

5. Два точечных тела, массы которых m и $3m$ одновременно начинают движение из точек А и В, соответственно, навстречу друг другу по двум гладким цилиндрическим склонам и упруго соударяются в точке Б. Траектории точек в вертикальном сечении – это дуги окружностей АБ и ВБ, радиусы которых R_1 и R_2 . Известно, что центры этих окружностей лежат на одной вертикальной линии. Начальные положения точечных тел заданы углами α_1 и α_2 . Найдите время движения каждого из тел до точки Б. Принять $g \approx \pi^2 \text{ м/с}^2$, $R_2 = 4R_1 = 64 \text{ м}$, $\alpha_2 = \alpha_1 = 0.05 \text{ рад}$, длина дуги АБ больше длины дуги АО. Ответ указать в секундах, округлив до десятых.

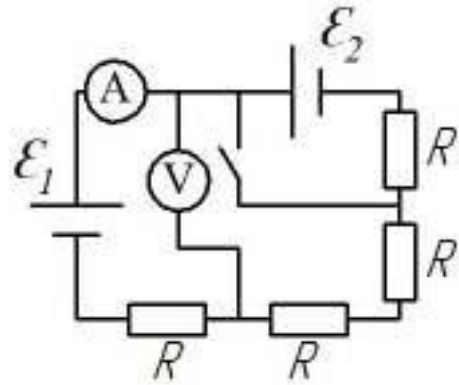


6. Два проводника, имеющие форму плоских колец, радиусы которых $R > r$, соединены последовательно. Центры колец совпадают. Кольца вращаются в однородном магнитном поле с постоянной одинаковой угловой скоростью вокруг общей оси, лежащей в плоскости колец и проходящей через их центры. Угол между нормальными к плоскостям колец равен α . Отношение радиусов колец равно $R/r = 3$.

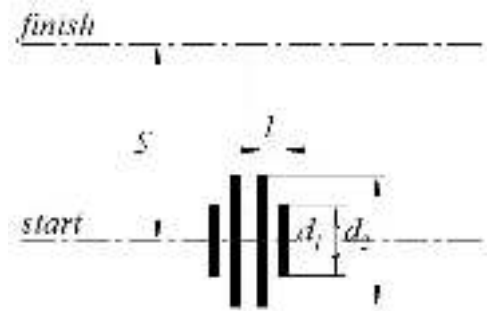


Найдите отношение максимальной суммарной ЭДС индукции в проводниках для значения угла $\alpha_1 = \pi/4$ к максимальной суммарной ЭДС индукции в проводниках для значения угла $\alpha_2 = 3\pi/4$. Взаимным влиянием токов колец и излучением пренебречь. Численный ответ округлить до десятых.

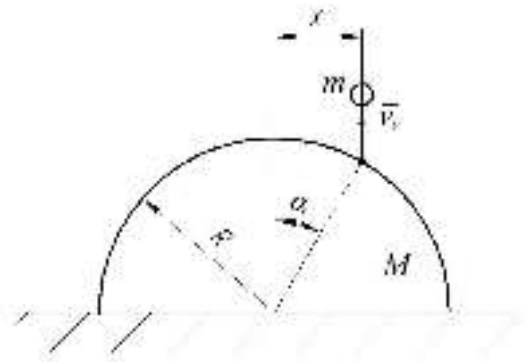
1. Определить показания приборов (считать идеальными) при замкнутом и разомкнутом положении выключателя. Если $\varepsilon_1 = 90 \text{ В}$, $\varepsilon_2 = 50 \text{ В}$, $R = 10 \text{ Ом}$, внутренним сопротивлением источников пренебречь.



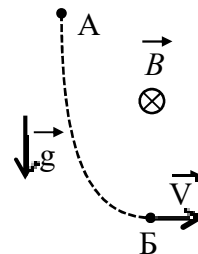
2. У двух друзей был один игрушечный трактор на двоих. Они его разобрали и запчасти поделили поровну, собрав идентичные модели. Свои модели запустили перпендикулярно линии старта и увидели, что они разъехались в разные стороны. Найдите расстояние между моделями в момент, когда они поравнялись с линией финиша. Известно, что колеса трактора были тонкие и разных диаметров $d_1 = 10 \text{ см}$ и $d_2 = 12 \text{ см}$. Ребята использовали для соединения колёс жесткие оси $l = 3 \text{ см}$. Расстояние от линии старта до линии финиша $S = 10 \text{ см}$. Поверхность, по которой друзья запускали модели принять горизонтальной, а линии старта и финиша параллельными. Движение колёс без проскальзывания.



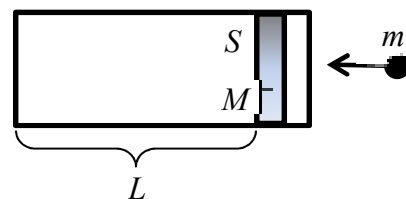
3. Маленький шарик, массой m падает вертикально на гладкую незакреплённую полушару массой M и радиуса R . Место удара показано на рисунке смещением x от вертикальной оси. Удар абсолютно упругий. Определите скорость полушары после удара. Скорость шарика непосредственно перед ударом равна v_0 . Трением между полушарой и горизонтальной поверхностью пренебречь.



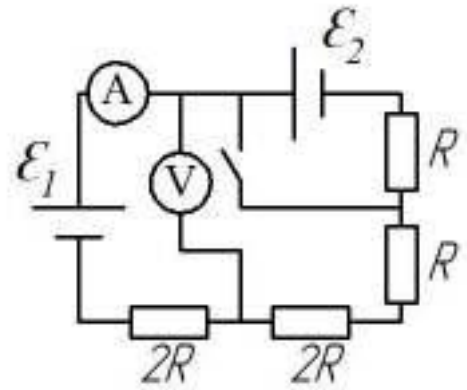
4. Частица массы m с электрическим зарядом q начала двигаться вниз из состояния покоя (точка А) под действием силы тяжести в однородном горизонтальном магнитном поле индукции B . Сместившись вниз и по горизонтали, она оказалась в точке Б, где вектор её скорости в первый раз стал направлен горизонтально. На какое расстояние по вертикали сместилась частица, оказавшись в точке Б? Излучением пренебречь.



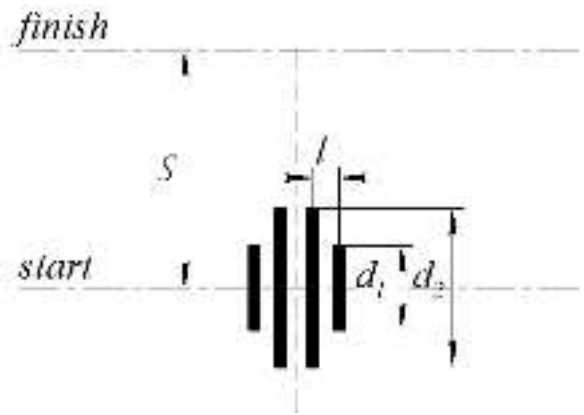
5. Небольшой предмет высоты h расположен на главной оптической оси, движущейся со скоростью v собирающей линзы с фокусным расстоянием F . В некоторый момент времени $t = 0$ высота действительного изображения предмета начала увеличиваться. Найти скорость изменения высоты изображения в момент, когда высота изображения увеличится на треть.
6. Горизонтально расположенный сосуд в форме цилиндра заполнен идеальным газом. С одной стороны сосуд закрыт стенкой, а с другой – подвижным поршнем массы $M = 0,9$ кг. Площадь сечения сосуда $S = 0,1$ м². Расстояние от поршня до стенки равно $L = 1$ м. С внешней стороны на поршень налетает со скоростью $v_0 = 1$ м/с шарик массы $m = 0,1$ кг и при центральном ударе прилипает к поршню. Найдите амплитуду малых колебаний поршня. Поршень плотно прилегает к стенкам сосуда. Трения нет. При колебаниях температуру $T = 298$ К и внешнее давление $p_0 = 10^5$ Па считать постоянными. Колебания рассматривать как незатухающие. Ответ указать в мм округлив до десятых.



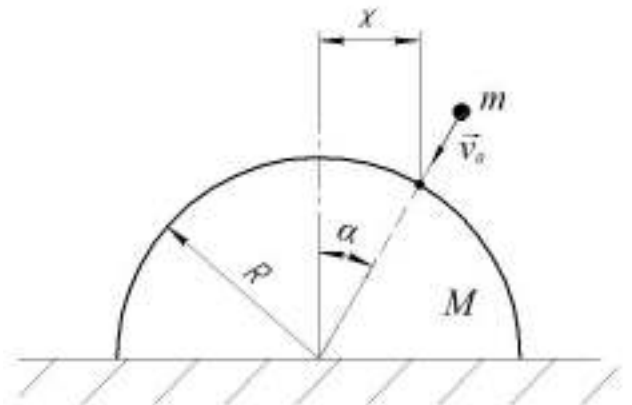
1. Определить показания приборов (считать идеальными) при замкнутом и разомкнутом положении выключателя. Если $\varepsilon_1 = 210 \text{ В}$, $\varepsilon_2 = 30 \text{ В}$, $R = 10 \text{ Ом}$, внутренним сопротивлением источников пренебречь.



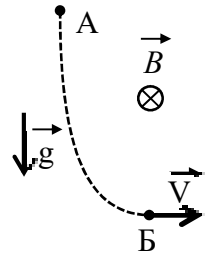
2. У двух друзей был один игрушечный трактор на двоих. Они его разобрали и запчасти поделили поровну, собрав идентичные модели. Свои модели запустили перпендикулярно линии старта и увидели, что они разъехались в разные стороны. Найдите расстояние от линии старта до линии финиша, если расстояние между моделями в момент, когда они поравнялись с линией финиша равно $\rho = 3 \text{ см}$. Известно, что колеса трактора были тонкие и разных диаметров $d_1 = 10 \text{ см}$ и $d_2 = 12 \text{ см}$. Ребята использовали для соединения колёс жесткие оси $l = 3 \text{ см}$. Поверхность, по которой друзья запускали модели принять горизонтальной, а линии старта и финиша параллельными. Движение колёс без проскальзывания.



3. Маленький шарик, массой m налетает на гладкую незакреплённую полушферу массой M и радиуса R . Место удара показано на рисунке смещением x от вертикальной оси. Удар абсолютно упругий. Определите скорость полушферы после удара. Скорость шарика непосредственно перед ударом равна v_0 . Трением между полушферой и горизонтальной поверхностью пренебречь.



4. Частица массы m с электрическим зарядом q начала двигаться вниз из состояния покоя (точка А) под действием силы тяжести в однородном горизонтальном магнитном поле. Сместившись на величину H вниз и на некоторое расстояние по горизонтали она оказалась в точке Б, где вектор её скорости в первый раз стал направлен горизонтально. Чему равна величина индукции магнитного поля B ? Излучением пренебречь.



5. Небольшой предмет высоты h расположен на главной оптической оси, движущейся со скоростью v собирающей линзы с фокусным расстоянием F . В некоторый момент времени $t = 0$ высота действительного изображения предмета начала уменьшаться. Найти скорость изменения высоты изображения в момент, когда высота изображения уменьшится в два раза.

6. Горизонтально расположенный сосуд в форме цилиндра заполнен идеальным газом. С одной стороны сосуд закрыт стенкой, а с другой – подвижным поршнем массы $M = 0,8$ кг. Площадь сечения сосуда $S = 0,1$ м². Расстояние от поршня до стенки равно $L = 1$ м. С внешней стороны на поршень налетает со скоростью $v_0 = 1$ м/с шарик массы $m = 0,2$ кг и при центральном ударе прилипает к поршню. Найдите амплитуду малых колебаний поршня. Поршень плотно прилегает к стенкам сосуда. Трения нет. При колебаниях температуру $T = 293$ К и внешнее давление $p_0 = 10^5$ Па считать постоянными. Колебания рассматривать как незатухающие. Ответ указать в мм округлив до десятых.

