

Урок №32 (26.02.2020)

Обсуждение задач различных олимпиад.

1. «Курчатов» 2019.

Задача 1. Два шарика, связанных легкой нитью, запускают с поверхности Земли с одинаковыми по модулю скоростями v_0 под разными углами: один шарик под углом 30° к горизонту, другой — 60° .

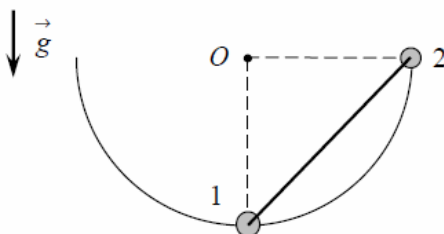
1) Найдите максимальное расстояние между шариками.

2) Какие значения может принимать угол между нитью и горизонтом?

Нить считать всегда натянутой, силами упругости пренебречь.

Комментарий. В условии задачи не хватает уточнения, что шарики выпущены из одной точки, летят в одной плоскости в одну сторону. Шарик, который упадет первым, остаётся на поверхности Земли. Данное уточнение распространялось дополнительно, однако могут встречаться решения в иных предположениях. Такие решения будут оцениваться иначе, но исходя из 10 баллов за полностью правильное решение в предположениях участника.

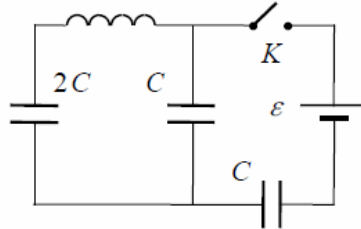
Задача 2. Из тонкой проволоки согнута полуокружность с центром в точке O и радиусом $R = 0,5$ м. Полуокружность неподвижно закреплена в вертикальной плоскости. По проволоке могут скользить без трения маленькие бусинки 1 и 2, соединённые жёстким невесомым стержнем. Отношение масс бусинок $k = m_1/m_2 = 2$. При движении стержень может свободно поворачиваться вокруг точек крепления к бусинкам. В начальном положении бусинки 1 и 2 находятся на концах вертикального и горизонтального радиусов. Стержень с бусинками отпускают без толчка. Найдите максимальную скорость V бусинки 1 при дальнейшем движении. Бусинки считайте материальными точками. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Ответ выразите в м/с и округлите до сотых.



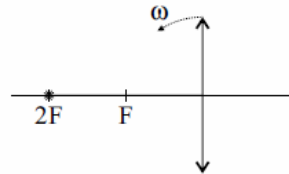
Задача 3. Длинный горизонтальный цилиндр с одной стороны наглухо закрыт, а с другой открыт в окружающую среду. В цилиндре может двигаться без трения тяжёлый поршень. Между поршнем и закрытым торцом цилиндра находится идеальный одноатомный газ, занимающий объём $V_0 = 1,5$ л при внешнем давлении P_0 . Внешнее давление мгновенно уменьшают до значения $P_1 = (1 - \alpha)P_0$, где $\alpha = 0,2$, и поддерживают его постоянным до полной остановки поршня и перехода газа в новое состояние равновесия с давлением P_1 . Далее внешнее давление скачком увеличивают до начального значения P_0 и поддерживают его постоянным до перехода газа в конечное равновесное состояние, в котором газ занимает некоторый объём V_K при давлении P_0 . Считая, что стенки цилиндра и поршень не проводят тепло, найдите разность объёмов $\Delta V = V_K - V_0$. Числовой ответ выразите в кубических сантиметрах.

Задача 4. Электродвигатель постоянного тока подключён к батарее с ЭДС $\varepsilon = 10$ В. На вал двигателя намотана длинная лёгкая нить с грузом массы $m = 0,1$ кг. При работе двигателя груз поднимается с постоянной скоростью $v = 8$ см/с. Найдите силу тока I , текущего по цепи в этом случае. Известно, что при полном затормаживании вала двигателя по цепи течёт ток $I_0 = 50$ мА. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с²; потери энергии на трение не учитываются. Числовой ответ выразите в миллиамперах.

Задача 5. Цепь состоит из ключа K , катушки, двух конденсаторов ёмкостью C , одного конденсатора ёмкостью $2C$ и батареи с ЭДС $\varepsilon = 12$ В. Сначала ключ разомкнут, конденсаторы не заряжены. После замыкания ключа в цепи возникают колебания токов и напряжений. Если пренебречь излучением и сопротивлением всех элементов цепи, то колебания можно считать гармоническими. В этом приближении найдите амплитуду V_A колебаний напряжения на конденсаторе $2C$. Числовой ответ выразите в вольтах и округлите до десятых.

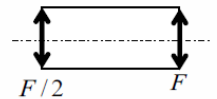


Задача 6. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием F расположен источник света. Расстояние от источника света до линзы $2F$. Линзу начинают поворачивать в плоскости, содержащей главную оптическую ось с постоянной угловой скоростью ω . Найдите скорость изображения источника света в момент, когда расстояние между ним и главной оптической осью равно F .



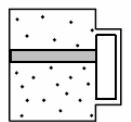
2. «Росатом» 2018.

1. Две собирающие линзы одинакового диаметра вставлены в трубу с зачерненными внутренними боковыми стенками (все лучи, падающие на стенки, поглощаются). Известно, что фокусное расстояние одной линзы вдвое больше фокусного расстояния другой, и что параллельные лучи, падающие вдоль оси трубы с любой стороны, после прохождения трубы остаются параллельными. На трубу падает пучок параллельных лучей одинаковой интенсивности сначала слева, а потом справа. Найти отношение освещенностей экрана, расположенного соответственно справа и слева от трубы. **Указание.** Освещенностью поверхности называется отношение световой энергии, падающей на малый элемент поверхности, к его площади.

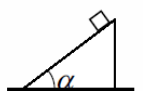


2. Граната брошена вертикально вверх с начальной скоростью v_0 . В верхней точке своей траектории граната разрывается на множество осколков, которые разлетаются во все стороны с одинаковыми скоростями. Известно, что осколки падали на землю в течение интервала времени Δt . Через какое время после взрыва упал на землю самый первый осколок?

3. Вертикальный цилиндрический сосуд разделен подвижным поршнем массой m и площадью S на два отсека. Под действием силы тяжести поршень медленно опускается. При этом давления газа в сосуде остаются неизменными, что обеспечивается перетеканием газа по трубке малого объема. Температуры газа в отсеках поддерживаются постоянными: T в верхнем и $1,2T$ в нижнем. Найти давление газа в отсеках.



4. На вершину клина, одна грань которого наклонена под углом α , а вторая перпендикулярна горизонтальной поверхности, кладут маленькое тело массой m (см. рисунок). Коэффициент трения между телом и клином равен k , трение между клином и поверхностью таково, что клин не скользит по поверхности. Возможно ли опрокидывание клина? При какой массе клина?



5. Имеется два кольца с радиусами R и $2R$, плоскости которых параллельны друг другу. Кольца расположены на очень большом расстоянии d друг от друга так, что их центры лежат на одной прямой, перпендикулярной плоскости колец. В кольцах текут одинаковые токи I . Найти силу взаимодействия колец.

