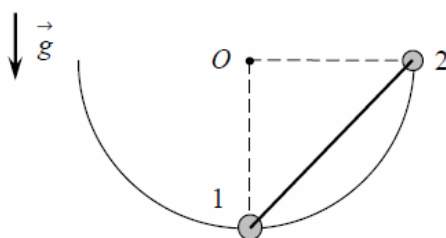


Урок №33 (4.03.2020)

Обсуждение задач различных олимпиад.

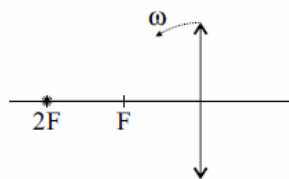
1. «Курчатов» 2019.

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 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 учитывайте. Числовой ответ выразите в миллиамперах.

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. «Курчатов» 2018.

1. На горизонтальной подставке лежит груз, прикрепленный к потолку вертикальной нерастянутой пружиной. Подставка начинает опускаться вниз с постоянным ускорением $a = 2g/5$, g — ускорение свободного падения. Найдите, за какой промежуток времени τ после отрыва груза от подставки пружина растянется на максимальную длину. Известен период T свободных колебаний груза на пружине.

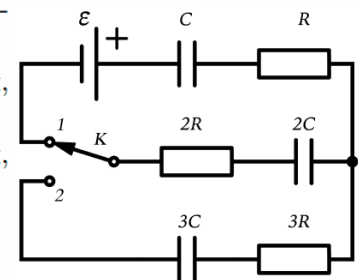
2. На льду стоит ящик, две противоположные стенки которого скреплены жёстким горизонтальным стержнем. По стержню может скользить, не касаясь дна ящика, муфта, соединённая пружинами с концами стержня. Сначала ящик и муфта неподвижны, пружины не деформированы. Коротким ударом ящику сообщают некоторую скорость в направлении стержня. Найдите отношение x минимальной и максимальной скоростей ящика при движении. Известно отношение α массы ящика к массе муфты: $\alpha = 9$. Считайте, что за время удара пружины не успевают деформироваться. Массами стержня и пружин, а также трением пренебрегите.

3. Горизонтальный цилиндр закрыт свободно скользящим поршнем. В цилиндре находится водяной пар при температуре $T_1 = 453$ К и давлении $2P_0$, $P_0 = 0,1$ МПа. Пар изохорически охлаждаают до температуры $T_2 = 373$ К, а затем изотермически уменьшают его объём в 2 раза. При этом внешние силы, действующие на поршень, совершают работу $A = 450$ Дж. Найдите массу m сконденсировавшейся воды. Давление насыщенного пара при температурах T_1 и T_2 равно соответственно $10P_0$ и P_0 , молярная масса воды $\mu = 18$ г/моль, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль К). Объёмом воды по сравнению с объёмом пара пренебрегите, пар считайте идеальным газом. Ответ выразите в граммах и округлите до целого.

Задача 4. Расположите 4 заряда величины $+q$ и 4 заряда величины $-q$ в вершинах куба со стороной a , таким образом, чтобы энергия электростатического взаимодействия всех зарядов была минимальной. Найдите величину этой энергии.

Задача 5. В электрической схеме, показанной на рисунке, в начальный момент времени все конденсаторы разряжены. Ключ К сначала переводят в положение 1, затем, подождяв достаточное количество времени для полной зарядки конденсаторов переключают в положение 2. Найдите:

- количество теплоты Q_1 , выделившееся в цепи за то время, пока ключ был в положении 1.
 - количество теплоты Q_2 , выделившееся в цепи за то время, пока ключ был в положении 2.
 - заряд, протекший через ключ К в положении 2.
- Величины, указанные на рисунке считать известными.



Задача 6.

На ровном горизонтальном столе находится тарелка с бульоном, на поверхности которого плавают масляные капли. Над тарелкой находится паучок Аркаша, который спускается по паутине с постоянной скоростью v . В некоторый момент времени, оказавшись на высоте h над одной из капель, с радиусами кривизны R_1 (поверхность воздух-масло) и R_2 (поверхность бульон-масло),

Аркаша увидел свое изображение на дне тарелки. Определите фокусные расстояния линзы, образуемой масляной каплей на поверхности бульона (см. рисунок) и скорость изображения Аркаши в системе отсчёта паучка в этот момент. Показатели преломления масла, бульона и воздуха известны и находятся в соотношении $n_{\text{масла}} > n_{\text{бульона}} > n_{\text{воздуха}} \approx 1$.

