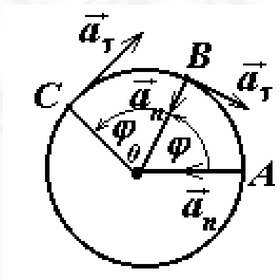
остальных случаях установившейся температуры не существует - проводник неограниченно разогревается. Примерный график рассмотренной зависимости $t(U)$ показан на рисунке.

в) зависимость силы тока от напряжения легко получить, используя закон Ома и зависимость температуры от приложенного напряжения:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{U}{R_0(1-\alpha t)} = \frac{2U}{R_0\left(1+\sqrt{1-\frac{U^2}{U_0^2}}\right)}.$$

Примерный график этой зависимости $I(U)$ также показан на рисунке.

10 класс.



10.1 Крутильные колебания диска описываются функцией

$$\varphi = \varphi_0 \cos\omega t, \qquad (1)$$

где φ- угол отклонения от положения равновесия, φ_0- угловая амплитуда колебаний, ω -круговая частота колебаний. Рассмотрим движение произвольной точки диска, находящейся на расстоянии R от оси вращения. В произвольном положении ее ускорение складывается из двух составляющих: тангенциальной $\vec{a}_\tau$- направленной по касательной к траектории и связанной с изменением модуля скорости движения;
нормальной $\vec{a}_n$- направленной к центру вращения и связанной с изменением направления вектора скорости, которая в данном случае является центростремительным ускорением.
Из закона движения (1) следует, что угловая скорость вращения изменяется по закону $\Omega = -\omega\varphi_0 \sin\omega t$, а угловое ускорение

$$\beta = -\omega^2\varphi_0 \cos\omega t.$$

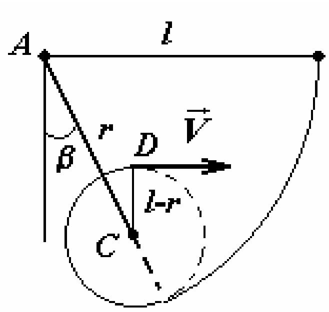
В положениях максимального отклонения скорости рассматриваемой точки равны нулю, поэтому равно нулю и нормальное ускорение. Следовательно, в этих положениях полное ускорение совпадает с тангенциальным

$$a_1 = a_\tau = R\beta = -R\omega^2\varphi_0. \qquad (2)$$

При прохождении положения равновесия скорость точки максимальна, поэтому тангенциальное ускорение равно нулю, а полное ускорение равно нормальному

$$a_2 = a_n = R\Omega^2 = R\omega^2\varphi_0^2 . \qquad (3)$$

Приравнивая модули ускорений a_1, a_2 находим, что требуемое условие будет выполняться для произвольной точки диска при единичной угловой амплитуде колебаний $\varphi_0 = 1рад \approx 57°$.



10.2 Будем задавать расположение гвоздя C с помощью полярных координат: r - расстояния от него до точки подвеса A и β - угла между вертикалью и отрезком AC. Траектория шарика состоит из дуги окружности радиуса l (до касания нити о гвоздь) и соприкасающейся окружности радиуса $l - r$ (после того, как нить начала наматываться на гвоздь). Чтобы шарик сделал полный оборот вокруг гвоздя, необходимо согласно 2 закону Ньютона, что бы в верхней точке окружности выполнялось условие

$$\frac{mv^2}{l - r} \geq mg . \qquad (1)$$

Так как шарик сохраняет свою механическую энергию, то его скорость в этой точке можно найти из равенства

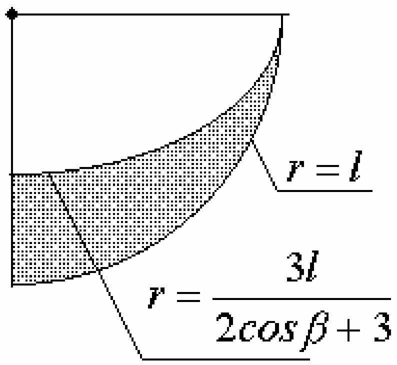
$$\frac{mv^2}{2} = mg\left(r\cos\beta - l + r\right), \qquad (2)$$

где $\left(r\cos\beta - l + r\right)$ изменение высоты шарика. Объединяя (1) и (2), получим неравенство

$$\frac{2mg\left(r\cos\beta - l + r\right)}{l - r} \geq mg \qquad (3)$$

и преобразуем его к виду

$$r \geq \frac{3l}{2\cos\beta + 3} . \qquad (4)$$



Линия ограничивающая эту область является дугой эллипса. Кроме того, понятно, что $r < l$ (граница этой области - окружность). Область, точки которой удовлетворяют условию задачи, показана на рисунке.

10.3 Под действием внешнего электрического поля шарики преобретут электрические заряды, которые будут изменяться по мере изменения расстояния между шариками. Взаимодействие этих зарядов с электрическим полем приведет к появлению сил, которые и будут разгонять шарики. Введем ось X, как показано на рисунке и