Подставляя (2) в (1), получим

$$N = IE_i + I^2 R\,, \qquad (3)$$

где $I^2 R$ – джоулево тепло, выделяемое в обмотках, а IE_i – мощность против ЭДС индукции. Она равна механической мощности N_1 развиваемой мотором.

Учитывая, что

$$I = \frac{U - E_i}{R}\,. \qquad (4)$$

Эта мощность равна

$$N_1 = \frac{UE_i - E_i^2}{R}\,. \qquad (5)$$

Данное выражение имеет максимум при $E_i = \frac{U}{2}$.

Следовательно, максимальное значение мощности

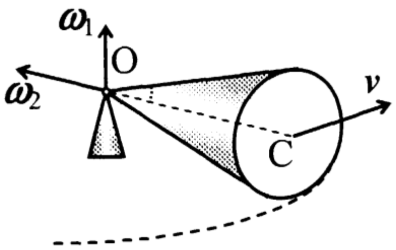
$$N_1 = \frac{U^2}{4R} = 302{,}5 \text{ Вт}. \qquad (6)$$

Мотор сможет развить мощность в 300 Вт.

10 класс

Задача_1.

Конус одновременно учувствует в двух движениях: вращении вокруг вертикальной неподвижной оси с угловой скоростью $\vec{\omega}_1$ и вращении вокруг оси ОС с угловой скоростью $\vec{\omega}_2$. Направление соответствующих векторов показано на рисунке. При этом точка С движется по окружности радиуса $R/tg\alpha$ с постоянной скоростью u, поэтому $\omega_1 = vtg\alpha / R$.



Так как конус катится по горизонтальной плоскости без скольжения, то скорость вращения вокруг оси ОС тех точек основания конуса, которые соприкасаются с плоскостью, равна v. Радиус окружности, по которой вращаются эти точки, равен R, поэтому угловая скорость вращения конуса вокруг оси ОС равна $\omega_2 = v / R$.

Принимая во внимание, что векторы $\vec{\omega}_1$ и $\vec{\omega}_2$ взаимно перпендикулярны, получаем для модуля вектора полной угловой скорости конуса $\vec{\omega} = \vec{\omega}_1 + \vec{\omega}_2$ выражение

$$\omega = \sqrt{\omega_1^2 + \omega_2^2} = \frac{v}{R\cos\alpha} = 2{,}3 \text{рад/с}. \qquad (1)$$

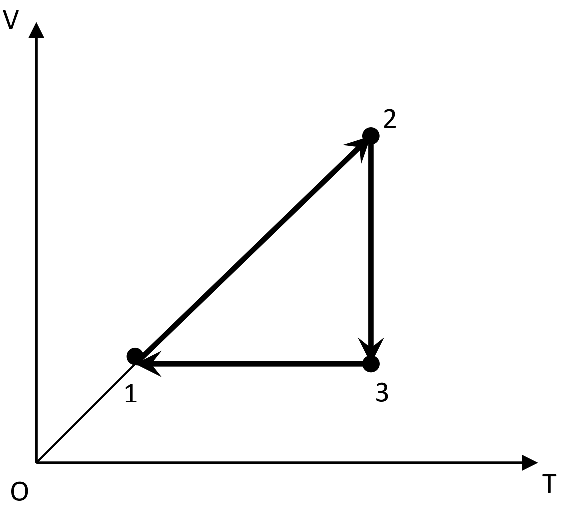
Вектор углового ускорения конуса по определению равен

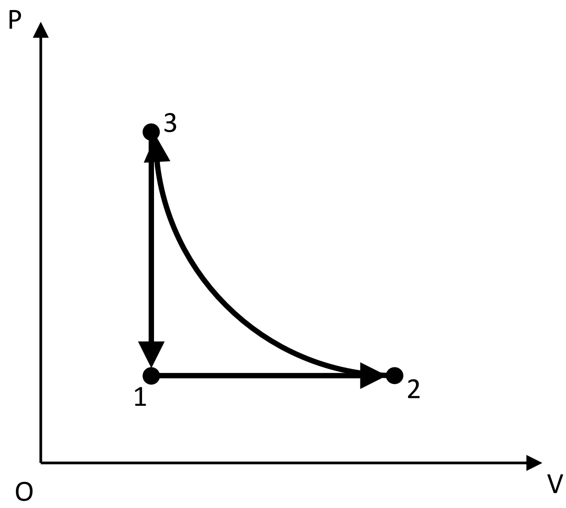
$$\vec{\beta} = \frac{d\vec{\omega}}{dt} = \frac{d\vec{\omega}_1}{dt} + \frac{d\vec{\omega}_2}{dt}\,, \qquad (2)$$

Причем первое слагаемое в этой сумме равно нулю, так как вектор $\vec{\omega}_1$ остается неизменным, как по длине, так и по направлению. Вектор же $\vec{\omega}_2$, оставаясь неизменным по длине, вращается вокруг вертикальной оси с угловой скоростью $\vec{\omega}_1$ и направлен перпендикулярно этой оси. Рассматривая $\vec{\omega}_2$ как радиус вектор некоторой точки, расположенной на его конце, приходим к выводу, что $d\vec{\omega}_2 / dt$ имеет смысл линейной скорости вращения этой точки по окружности с радиусом ω_2, то есть $|d\vec{\omega}_2 / dt| = \omega_1\omega_2$. В результате, угловое ускорение конуса β определяется выражением

$$\beta = \omega_1\omega_2 = (v/R)^2 tg\alpha = 2{,}3 \text{ рад/с}^2.$$

Задача_2.
В соответствии с уравнением Клапейрона на рисунке изображены следующие процессы:
1-2: T – увеличивается, V – увеличивается, p=const;
2-3: p – увеличивается, V – уменьшается, T=const;
3-1: T – уменьшается, p – уменьшается, V=const.
Тогда графики процессов будут иметь вид:





Задача 3.
При подключении шариков к источнику тока, на них появятся разноименные заряды, по модулю равные q. При этом, поскольку шарики находятся далеко друг от друга, их потенциалы равны $\varphi_1 = q/4\pi\varepsilon_0 r$ и $\varphi_2 = -q/4\pi\varepsilon_0 r$, а разность потенциалов будет

$$U = \varphi_1 - \varphi_2 = q/2\pi\varepsilon_0 r. \qquad (1)$$

Ток, стекающий с положительно заряженного шарика, равен

$$I = j4\pi r^2 = \frac{1}{\rho}E4\pi r^2 = \frac{1}{\rho}\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}4\pi r^2 = \frac{q}{\rho\varepsilon_0}. \qquad (2)$$

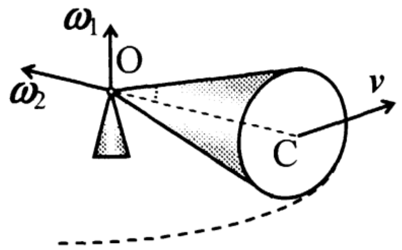
По закону Ома

$$R = \frac{U}{I} = \frac{\rho}{2\pi r}. \qquad (3)$$

11 класс

Задача_1.

Конус одновременно учувствует в двух движениях: вращении вокруг вертикальной неподвижной оси с угловой скоростью $\vec{\omega}_1$ и вращении вокруг оси ОС с угловой скоростью $\vec{\omega}_2$. Направление соответствующих векторов показано на рисунке. При этом точка С движется по окружности радиуса $R/tg\alpha$ с постоянной скоростью u, поэтому $\omega_1 = vtg\alpha / R$.



Так как конус катится по горизонтальной плоскости без скольжения, то скорость вращения вокруг оси ОС тех точек основания конуса, которые соприкасаются с плоскостью, равна v. Радиус окружности, по которой вращаются эти точки, равен R, поэтому угловая скорость вращения конуса вокруг оси ОС равна $\omega_2 = v / R$.

Принимая во внимание, что векторы $\vec{\omega}_1$ и $\vec{\omega}_2$ взаимно перпендикулярны, получаем для модуля вектора полной угловой скорости конуса $\vec{\omega} = \vec{\omega}_1 + \vec{\omega}_2$ выражение

$$\omega = \sqrt{\omega_1^2 + \omega_2^2} = \frac{v}{R\cos\alpha} = 2{,}3\,\text{рад/с}. \qquad (1)$$

Вектор углового ускорения конуса по определению равен

$$\vec{\beta} = \frac{d\vec{\omega}}{dt} = \frac{d\vec{\omega}_1}{dt} + \frac{d\vec{\omega}_2}{dt}, \qquad (2)$$

Причем первое слагаемое в этой сумме равно нулю, так как вектор $\vec{\omega}_1$ остается неизменным, как по длине, так и по направлению. Вектор же $\vec{\omega}_2$, оставаясь неизменным по длине, вращается вокруг вертикальной оси с угловой скоростью $\vec{\omega}_1$ и направлен перпендикулярно этой оси. Рассматривая $\vec{\omega}_2$ как радиус вектор некоторой точки, расположенной на его конце, приходим к выводу, что $d\vec{\omega}_2 / dt$ имеет смысл линейной скорости вращения этой точки по окружности с радиусом ω_2, то есть $|d\vec{\omega}_2 / dt| = \omega_1\omega_2$. В результате, угловое ускорение конуса β определяется выражением

$$\beta = \omega_1\omega_2 = (v/R)^2 tg\alpha = 2{,}3\,\text{рад/с}^2.$$

Задача_2.

Напряжение на конденсаторе C_3 равно E, следовательно его заряд равен $q_3 = C_3E = 10^{-4}$ Кл. Заряд на конденсаторах C_1 и C_2 одинаковый, а напряжения складываются, поэтому