



Начальная энергия

$$W_0 = mgh_0 = mg(r + R) \quad (1)$$

Условие отрыва – $N = 0$. Запишем второй закон Ньютона в проекции на радиальную ось n :

$$ma_n = \frac{mv^2}{r + R} = mg \cos \phi - N \quad (2)$$

Отсюда

$$\cos \phi = \frac{v^2}{g(r + R)}, \quad h^* = \frac{v^2}{g} \quad (3)$$

Полная энергия в момент отрыва

$$W = mgh^* + \frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2} \quad (4)$$

Так как движение происходит без проскальзывания, то все время до отрыва

$$v = \omega r \quad (5)$$

Тогда

$$mg(r + R) = mg(r + R) \frac{\omega^2 r^2}{g} + \frac{m\omega^2 r^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2} \quad (6)$$

$$\omega^2 = \frac{g(r + R)}{mr^2 + \frac{mr^2}{2} + \frac{2}{10}mr^2} \quad (7)$$

Откуда, наконец, выражается ω в момент отрыва:

$$\omega = \sqrt{\frac{10g(r + R)}{17r^2}} \quad (8)$$