

Полная механическая энергия частицы

$$\begin{aligned} E &= (mv_r^2 + J\omega^2)/2 + U(|\vec{r}|) = |\vec{L} = J\vec{\omega}| = \\ &= [m(d|\vec{r}|/dt)^2 + L^2/J]/2 + U(|\vec{r}|) = |J = mr^2| = \\ &= [m(d|\vec{r}|/dt)^2 + L^2/(m|\vec{r}|^2)]/2 + U(|\vec{r}|) \end{aligned}$$

Из этого уравнения найдем связь между $d|r|$ и dt

$$\begin{aligned} \frac{2}{m}(E - U(|\vec{r}|)) &= \left(\frac{d|\vec{r}|}{dt}\right)^2 + \frac{L^2}{m^2|\vec{r}|^2} \\ \left(\frac{d|\vec{r}|}{dt}\right)^2 &= \frac{2}{m}(E - U(|\vec{r}|)) - \frac{L^2}{m^2|\vec{r}|^2} \end{aligned}$$

$$dt = d|\vec{r}| / \sqrt{\frac{2}{m}(E - U(|\vec{r}|)) - \frac{L^2}{m^2|\vec{r}|^2}}$$

