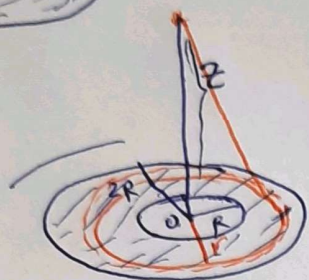


الف) پتانسیل در نقاط O و O' ناشی از کهر و قرص می باشد. از اصل برهم نهی می توان استفاده کرد. بتوان مثال پتانسیل در نقطه O را در پتانسیل قرص در مرکز به اضافه پتانسیل پیکه مرکزی در فاصله 2R از مرکز نوشت.



پتانسیل حلقه در O: $dV = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 (r^2 + z^2)^{3/2}}$

پتانسیل حلقه در O: $dV = \frac{-62\pi r dr}{4\pi\epsilon_0 (r^2 + z^2)^{3/2}}$

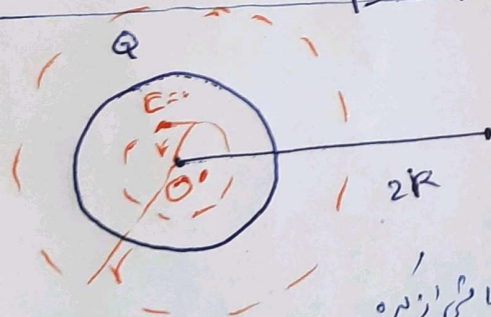
پتانسیل حلقه در O: $V = -\frac{6}{2\epsilon_0} \int_R^{2R} \frac{r dr}{(r^2 + z^2)^{3/2}}$

پتانسیل حلقه در O: $V = -\frac{6}{2\epsilon_0} \int du = -\frac{6}{2\epsilon_0} (r^2 + z^2)^{1/2} \Big|_R^{2R}$

پتانسیل حلقه در O: $V = -\frac{6}{2\epsilon_0} \left[(4R^2 + z^2)^{1/2} - (R^2 + z^2)^{1/2} \right]$

پتانسیل حلقه در O: $r^2 + z^2 = u^2$
 $r dr = u du$

برای نقطه O، مرکز قرص $z=0$ و برای O' که $z=2R$ قرار می دهیم.



برای نقطه O: $\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q}{\epsilon_0} \Rightarrow E 4\pi r^2 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \Rightarrow E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$

برای نقطه O: $V = -\int_{\infty}^R \vec{E} \cdot d\vec{s}$

برای نقطه O: $V_{O=0} = -\int_{\infty}^R \vec{E} \cdot d\vec{s} = -\int_{\infty}^R \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} dr = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$

برای نقطه O: $V_{r=2R} = -\int_{\infty}^{2R} \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} dr = \frac{Q}{8\pi\epsilon_0 R}$

پتانسیل O: $V_O = -\frac{6}{2\epsilon_0} \left[\sqrt{4R^2 + 0} - (R^2 + 0)^{1/2} \right] + \frac{Q}{8\pi\epsilon_0 R} = -\frac{6R}{2\epsilon_0} + \frac{Q}{8\pi\epsilon_0 R}$

پتانسیل O': $V_{O'} = -\frac{6}{2\epsilon_0} \left[(4R^2 + 4R^2)^{1/2} - (R^2 + 4R^2)^{1/2} \right] + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} = -\frac{6}{2\epsilon_0} (2\sqrt{2}R - \sqrt{5}R) + \frac{Q}{8\pi\epsilon_0 R}$

پتانسیل O: $W = q \Delta V = -e (V_{O'} - V_O) =$