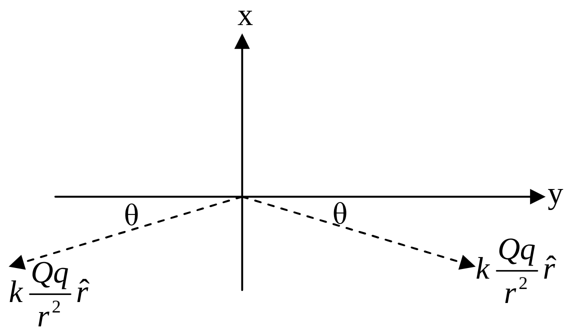
1. בעיה זו עוסקת בכוחות, לכן בשלב ראשון נבנה גרף כוחות על q^-



ניתן לראות מיידית כי מטעמי סימטריה, בציר x סכום הכוחות הוא 0.

בכיוון y נקבל $F_y = -\sin\theta \cdot F - \sin\theta \cdot F = -2\sin\theta \cdot F$

כעת נגדיר את F:

$$F = k\frac{Qq}{r^2} \qquad r^2 = y^2 + \frac{d^2}{4} \Rightarrow F = k\frac{Qq}{y^2 + \frac{d^2}{4}}$$

כמו"כ, ניתן לרשום:

$$\sin\theta = \frac{y}{r} = \frac{y}{\sqrt{y^2 + \frac{d^2}{4}}}$$

על כן,

$$F_y = -2k\frac{Qqy}{\left(y^2 + \frac{d^2}{4}\right)^{\frac{3}{2}}}$$

כעת, ננצל את העובדה כי מדובר בזוויות קטנות, כלומר $y << \frac{d}{2}$.

לשם כך צריך 'לסדר' את המכנה ע"מ שיקבל צורה של $(1+x)^{\frac{3}{2}}$, וזאת כדי שניתן יהיה לפתוח אותו לטור טיילור (כפי שנתון בשאלה):

$$F_y = -2k\frac{Qqy}{\left(y^2+\frac{d^2}{4}\right)^{\frac{3}{2}}} = -16k\frac{Qqy}{d^3\left(\frac{4y^2}{d^2}+1\right)^{\frac{3}{2}}}$$

ניתן לראות ש- $\frac{4y^2}{d^2} << 1$, לכן: $F_y = -\frac{16kQqy}{d^3}\left(1-6\frac{y^2}{d^2}+30\frac{y^4}{d^4}+O\left(\frac{y^6}{d^6}\right)\right)$

מכיוון ש- $\frac{d}{2y} << 1$ הסדרים עם החזקות הגבוהות מ-1 שואפים ל-0, על כן:

$$F_y = -\frac{16kQqy}{d^3}$$

כלומר, $F_y = -\frac{16kQqy}{d^3} = -\frac{16Qqy}{4\pi\varepsilon_0 d^3} = -\underbrace{\frac{aQq}{\pi\varepsilon_0 d^3}}_{K}y = -K\cdot y$ קיבלנו תנועה הרמונית.

נציב בנוסחה $T = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow T^2 = 4\pi^2\frac{m}{K}$ ונקבל $T^2 = \frac{\varepsilon_0 m\pi^3 d^3}{qQ}$.

$$F = 3.08\hat{i} - 2.1\hat{j}$$