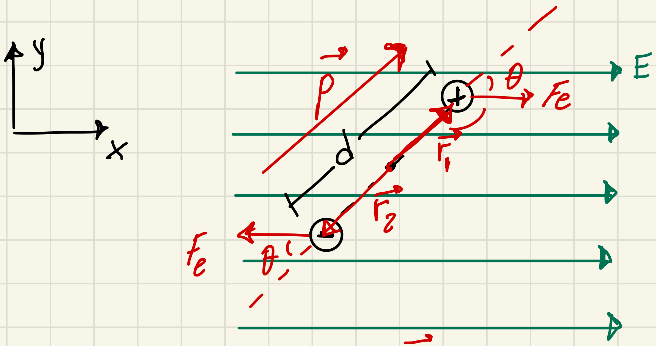
5.

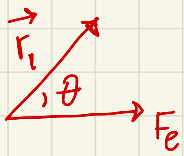
CAMPO eléctrico

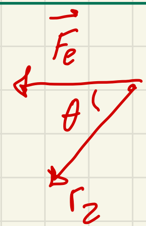
→ dipolo eléctrico

ing. Claudia Contreras

Dipolo Eléctrico







$$|F_e| = |qE|$$

$$\Sigma F = \emptyset$$

$$\vec{\tau} = \vec{\tau}_1 + \vec{\tau}_2$$

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$

$$|\tau| = rF\,sen\,\theta$$

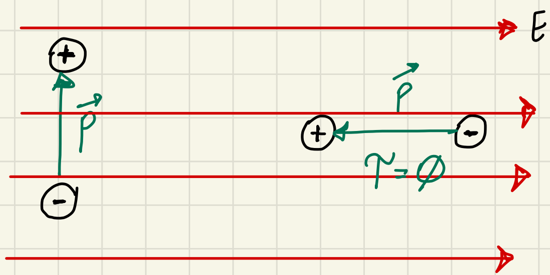
$$\tau_1 = \frac{d}{2} qE\,sen\,\theta \quad (-\hat{k})$$

$$\tau_2 = \frac{d}{2} qE\,sen\,\theta \quad (-\hat{k})$$

$$\vec{\tau} = qdE\,sen\,\theta \; (-\hat{k})$$

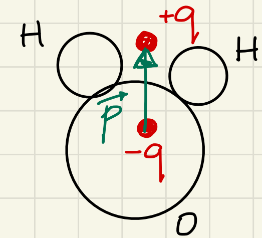
$$\vec{\tau} = pE\,sen\,\theta \,(-\hat{k})$$

$$\boxed{\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}}$$



$$\tau_{MAX} = |p||E|\,sen\,90°$$

$$\tau_{MAX} = |p||E|$$



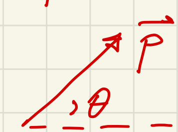
p = momento dipolar electrico

$$\boxed{p = qd}$$

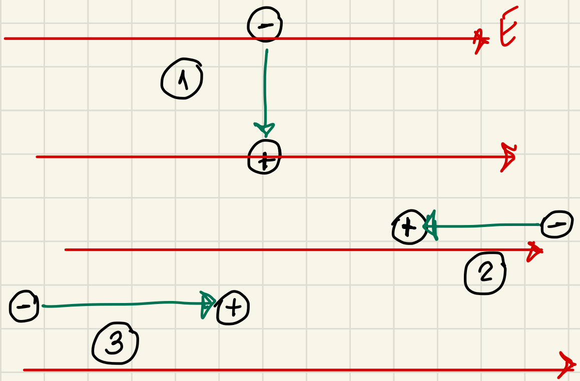
El vector de momento dipolar electrico siempre apunta de la carga negativa a la positiva.

$$p_x = |p| \cos \theta_0$$

$$p_y = |p|\,sen\,\theta_0$$



Energía Potencial Eléctrica



$$U = -\vec{p}\cdot\vec{E}$$

$$U = -pE\cos\theta$$

$$U = -(p_x E_x + p_y E_y + p_z E_z)$$

$$U_1 = -pE\cos 90 = \emptyset$$

$$U_2 = -pE\cos 180 = +pE$$

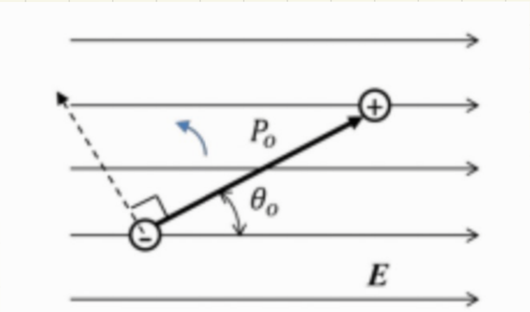
$$U_3 = -pE\cos 0 = -pE$$

Trabajo

$$W_{F.\,ELECTRICA} = -\Delta U = U_0 - U_f$$

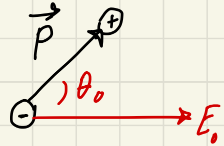
$$W_{AG.\,EXT.} = +\Delta U = U_f - U_0$$

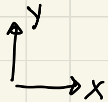
Problema 1. Un dipolo eléctrico está formado por dos cargas *Q = +/- 5 micro Coulomb* las cuales están separadas una distancia *d = 2a = 3mm*. El dipolo está inicialmente formando un ángulo de *theta sub cero = pi/6* con un campo eléctrico externo de magnitud *3.5 x 10^6 N/C*. Calcule
a) La magnitud del torque que experimenta el dipolo *10^-3 Nm* está dado por:
b) El trabajo que realiza el campo para rotar el dipolo hasta una posición final perpendicular a su posición inicial, en *10^-3 Nm*.
c) Si en su posición inicial el dipolo está en reposo y posee una inercia rotacional alrededor de su centro de masa *I centro de masa* = 7 x 10^-3 kg.m^2, su velocidad angular cuando está alineado con el campo en *rad/s*, esta dada por:



a) $\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$ $\qquad |\vec{p}| = qd = 5\times10^{-6} * 3\times10^{-3} = 15\times10^{-9}\ C.m$

$\vec{\tau} = |p||E| \operatorname{sen}\theta_0 = 15\times10^{-9}(3.5\times10^{6}) \operatorname{sen} 30 \quad (-\hat{k})$





$\vec{\tau} = \underline{26.25\ mN\cdot m}\ (-\hat{k})$

$U_0 = -\vec{p}\cdot\vec{E}$

$U_0 = -pE\cos\theta_0$

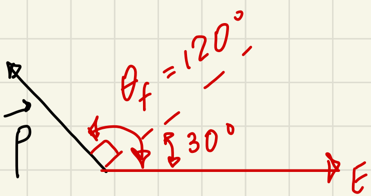
$U_0 = -0.04547\ J$

b) $W_{CAMPO} = -\Delta U = -(U_f - U_0) = U_0 - U_f$

$W_{CAMPO} = -0.04547 - (0.02625)$

$W_{CAMPO} = -0.07172\ J$

$\underline{-71.72\ mJ}$

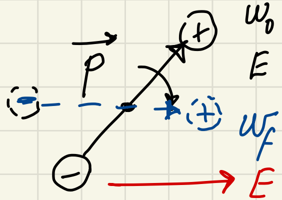


$U_f = -pE\cos\theta_f$

$U_f = -(15\times10^{-9})(3.5\times10^{+6})\cos 120$

$U_f = +0.02625\ J$

c)



$\omega_0 = 0$

$E = 3.5 \times 10^6 \frac{N}{C}$

$\omega_f = ?$

$|\vec{p}| = 15 \times 10^{-9}\ C \cdot m$

$\tau \rightarrow$ varía

$\alpha \rightarrow$ variable

$\theta_0 = 30°$

$I_0 = 7 \times 10^{-3}\ kg \cdot m^2$

Aplicar métodos de energía

solo la fuerza electrica (CONSERVATIVAS)

$$E_{MEC_0} = E_{MEC_F}$$

$$U_0 + \cancel{K_0} = U_f + K_f$$

$$-pE\cos\theta_0 = -pE\cancel{\cos 0}^{\,1} + \frac{1}{2} I_0 \omega_f^2$$

$$\omega_f = \sqrt{\frac{2(-pE\cos\theta_0 + pE)}{I_0}}$$

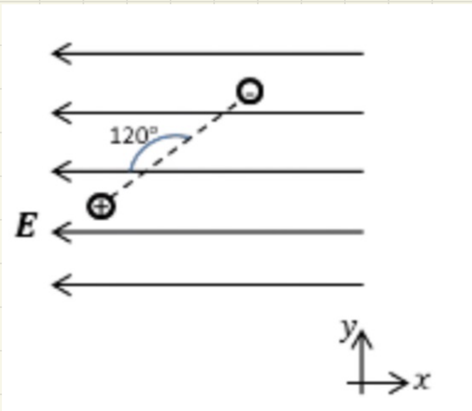
$$\omega_f = \sqrt{\frac{2\left(15\times10^{-9} * 3.5\times10^{6}[-\cos 30° + 1]\right)}{7\times10^{-3}}}$$

$$\omega_f = 1.418\ \frac{rad}{s}$$

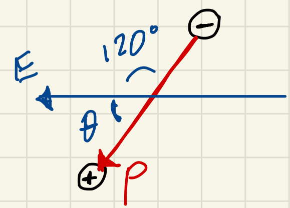
Problema 2. Un dipolo eléctrico está formado por dos cargas *Q=+/- 1.5 mili Coulomb* las cuales están separadas una distancia *d = 6 cm.* El dipolo está inicialmente como se muestra en la figura, con un campo eléctrico externo de magnitud *4 x 10^5 N/C*.

a) ¿Cuál es la magnitud y dirección del torque inicial que experimenta el dipolo?

b) ¿Cuánto trabajo se requiere para mover el dipolo desde la posición mostrada a una posición paralela con el campo?



a) $p = qd = 1.5\times10^{-3} * 0.06 = 9\times10^{-5}\ C\cdot m$



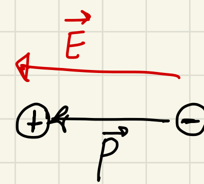
$\vec{\tau} = |p||E|\,\text{sen}\,60° \quad (-\hat{k})$

$\vec{\tau} = 9\times10^{-5} * 4\times10^{5}\,\text{sen}\,60\ N\cdot m\ (-\hat{k})$

$\vec{\tau} = \underline{31.18\ N\cdot m\ (-\hat{k})}$

$U_0 = -|p||E|\cos 60$

$U_0 = -9\times10^{-5} * 4\times10^{5}\cos 60 = -18\ J$



$U_f = -|p||E|\cos 0$

$U_f = -36\ J$

b) $W_{\substack{AG.\\EXT.}} = +\Delta U = U_f - U_0$

$= -36\ J - (-18\ J)$

$= \underline{-18\ J}$