Problema 1.

La eficiencia de un ciclo de carnot se define como

$$e = 1 - \frac{T_c \rightarrow \text{fuente fria}}{T_H \rightarrow \text{fuente caliente}}.$$

En este caso $T_c = 273\,K$ y $T_H = 373\,K$. , $e = 0.26$.

Por definicion de eficiencia

$$e = 1 - \frac{|Q_c|}{|Q_H|} \quad , \text{ con } |Q_c| = mL = 0.5\,kg\ 334000\,J/kg$$
$$|Q_c| = 167000\,J$$

Despejando $|Q_H| = \dfrac{|Q_c|}{1-e} = \dfrac{167000\,J}{1-0.26} = 225675\,J$

Por conservación de la energía $W = |Q_H| - |Q_c| = \boxed{58675\,J}$

Problema 2

El proceso de expansión libre no es reversible, asi que no puedo aplicar $\int \frac{dQ}{T}$ diciendo que $dQ=0$; debo encontrar un proceso reversible que tenga el mismo estado inicial y final que el proceso de expansion libre. Recordando que en ese caso la temperatura no cambia, elijo un proceso isotérmico con $V_i = V_0$ y $V_f = 3V_0$.
De esta manera

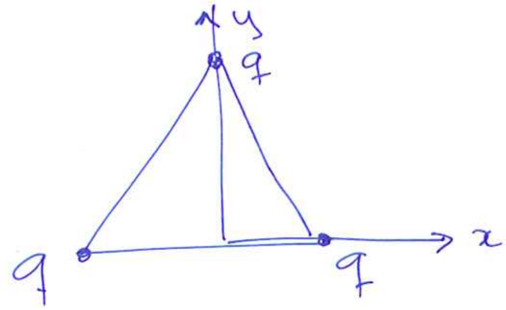
$$S = \int_i^f \frac{dQ}{T}$$, por la primera ley $dU = dQ - dW$, en el caso isotermo $dU = 0$, y por tanto

$$S = \int_i^f \frac{dQ}{T} = \int_i^f \frac{dW}{T} = \int_i^f \frac{p\,dV}{T}$$, usando la ecuacion de estado $\frac{P}{T} = \frac{nR}{V}$, asi

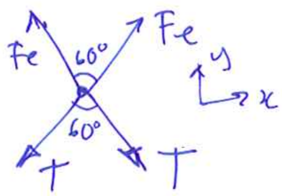
$$S = \int_i^f \frac{nR\,dV}{V} = nR\ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right) = nR\ln\left(\frac{3V_0}{V_0}\right) = nR\ln(3) = 1\,mol \cdot 8.31\,\frac{J}{mol\,K} \cdot \ln 3$$
$$= \boxed{9.12\ J/K}$$

Problema 3

Tenemos la siguiente configuración. Por simetría la tensión es igual en todas partes.



Hago el diagrama de fuerzas sobre la carga de arriba



Por simetría Fe se debe balancear con T, así que:

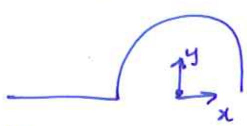
$$T = F_e \, , \quad \text{con } F_e = \frac{kq^2}{\ell^2}$$

así que la tensión es $\boxed{T = \dfrac{kq^2}{\ell^2}}$

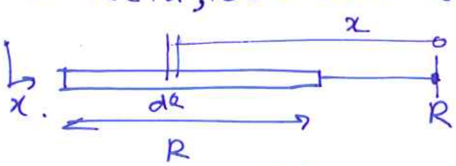
Problema 4

Por superposición expreso el campo total como la suma de 2 campos:

Para encontrar el campo defino el siguiente sistema de coordenadas



Para la recta, todo está en x:

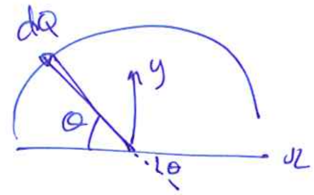


, El campo para este caso es:

$$\vec{E} = k\int \frac{dq}{r^2}\,\hat{\imath} = k\int_{-2R}^{-R} \frac{\lambda\, dx}{x^2}\,\hat{\imath} = k\lambda\left(-\frac{1}{x}\Big|_{-2R}^{-R}\right)\hat{\imath}$$

$$= k\lambda\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{2R}\right)\hat{\imath} = \boxed{\frac{k\lambda}{2R}\,\hat{\imath}}$$

Para el semicirulo el campo está en y:



$$\vec{E} = -k\int \frac{dQ}{r^2}\cdot \sin\theta\ \hat{j} = -k\int_0^{\pi} \frac{d\theta\cdot R\cdot\lambda}{R^2}\sin\theta\ \hat{j}$$

$$= \frac{-k\lambda}{R}\int_0^{\pi}\sin\theta\, d\theta\,\hat{j} = -\frac{k\lambda}{R}\left(-\cos\theta\Big|_0^{\pi}\right)\hat{j} = \boxed{-\frac{k\lambda}{R}\cdot 2\hat{j}}$$

así que el campo total es:

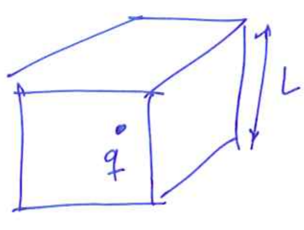
$$\vec{E} = \frac{k\lambda}{2R}\hat{\imath} - 2\frac{k\lambda}{R}\hat{j}$$

$$= \frac{k\lambda}{R}\left(\frac{1}{2}\hat{\imath} - 2\hat{j}\right), \quad \text{con } \frac{k\lambda}{R} = 9\ \frac{N}{C}$$

$$\boxed{\vec{E} = 9\left(\frac{1}{2}\hat{\imath} - 2\hat{j}\right)\frac{N}{C}}$$

Problema 5

Por la simetría del problema voy a considerar la misma carga q ~~dentro~~ en el centro de un cubo de lado L:

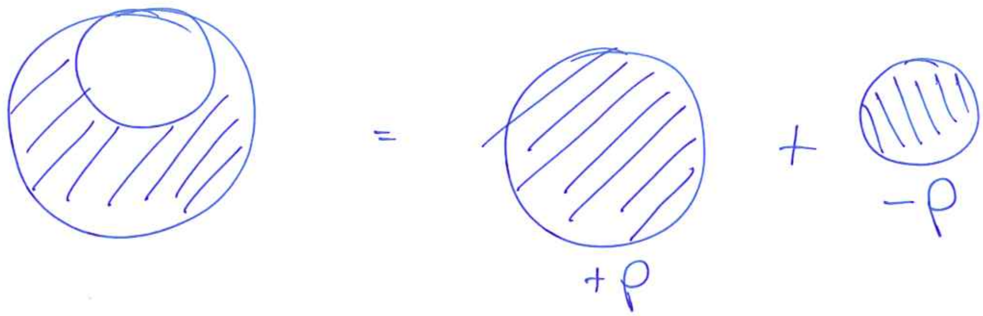


De esta manera el flujo por una de las caras es $\frac{1}{6}$ del flujo total por el cubo.

por la Ley de Gauss se que el flujo total es q/ε_0, así que el flujo sobre una de las superficies cuadradas, tal como lo plantea el problema, es: $\boxed{q/6\varepsilon_0}$

Problema 6

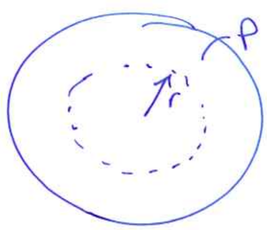
Por superposición la configuración de cargas se puede pensar como la suma de dos esferas con densidades de carga opuestas:



Así que basta con superponer estas dos soluciones.

¿Cuánto es el campo adentro de una esfera con densidad ρ?

Por ley de Gauss

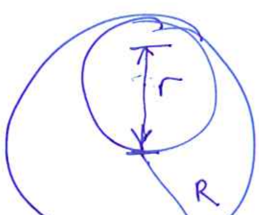


$$\underbrace{E \cdot 4\pi r^2}_{\text{flujo}} = \frac{Q_{in}}{\varepsilon_0}$$

$$E \cdot 4\pi r^2 = \frac{\frac{4}{3}\pi r^3 \rho}{\varepsilon_0}$$

$$E = \frac{\rho}{3\varepsilon_0} r \,,$$ donde <u>r es la distancia al centro de la esfera</u>.

En el problema original:



$$E = \underbrace{\frac{\rho}{3\varepsilon_0} r}_{\text{campo de la esfera } +\rho} + \underbrace{\left(-\frac{\rho}{3\varepsilon_0}\left(r - \frac{R}{2}\right) \right)}_{\text{campo de la esfera con } -\rho}$$

$$E = \frac{\rho}{3\varepsilon_0} r - \frac{\rho}{3\varepsilon_0} r + \frac{\rho}{3\varepsilon_0} \frac{R}{2}$$

$$\boxed{E = \frac{\rho}{6\varepsilon_0} R}$$

el campo es constante