Lezione #21

28/5/2024

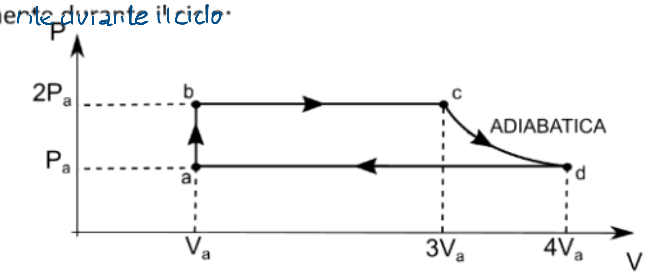
- IL II PARZIALE SI SVOLGERÀ IL 7/6/2024 ore 10:00 – 12:00 IN AULA 15 D'ANNUNZIO –

Esercitazione:

Esercizio 1 (13 pti)

Un certo numero *n* di moli (sconosciute) di un gas perfetto monoatomico (Cv=3/2 R; Cp= 5/2 R), compie il ciclo termodinamico mostrato in figura con $p_a V_a$ = 2486 J. Calcolare:

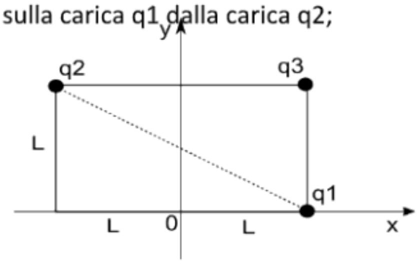
1. Il calore assorbito e ceduto complessivamente durante il ciclo.
2. Il lavoro svolto durante il ciclo;
3. Il rendimento termico di questa macchina;
4. Il rendimento di una macchina di Carnot che opera tra due sorgenti a T_2 = 365 K e T_1 = 922 K, rispettivamente.



Esercizio 2 (13 pti)

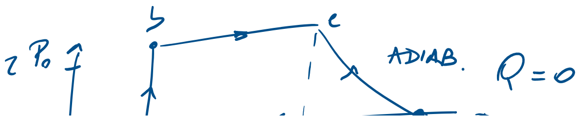
Tre cariche puntiformi q1, q2 e q3, sono tenute ferme nella configurazione riportata in figura. Le cariche valgono: q1 = q2 = 3.20 10-19 C e q3 = -2q1 e la distanza L = 2.66 cm. Calcolare:

1. Il modulo, direzione e verso della forza di Coulomb esercitata sulla carica q1 dalla carica q2;
2. Il valore del campo elettrico complessivo all'origine degli assi;
3. Supponendo ora che la carica q2 si metta in movimento con una velocità pari a $v_2 = 2\ 10^6$ m/s diretta lungo l'asse delle x crescenti e che sia immersa in un campo B = 5 T perpendicolare al piano xy e uscente, calcolare e disegnare la Forza di Lorentz risultante.

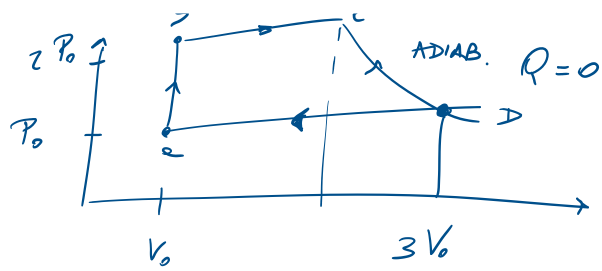


$\left(\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 8{,}99\ 10^9\ \frac{Nm^2}{C^2}\right)$

Soluzione #1



1) Assorbiamo calore:



$Q_{ab} + Q_{bc}$

Cediamo calore:

Q_{da}

$$Q_{ab} = n C_v (T_b - T_a) + n C_p (T_c - T_b)$$

$$PV = nRT$$

$$T = \frac{PV}{nR}$$

$$= \cancel{n} \frac{3}{2} \cancel{R} \left(\frac{2P_aV_a}{\cancel{nR}} - \frac{P_aV_a}{\cancel{nR}} \right) + \cancel{n} \frac{5}{2} \cancel{R} \left(\frac{2P_a3V_a}{\cancel{nR}} - \frac{2P_aV_a}{\cancel{nR}} \right)$$

$$= \frac{3}{2} P_aV_a (1) + \frac{5}{2} P_aV_a (4) = \frac{3}{2} P_aV_a + \frac{20}{2} P_aV_a$$

$$= \frac{23}{2} P_aV_a = \frac{23}{2} \cdot 2486 = 28589\ J$$

$$\boxed{Q_{ASS} = 28589\ J}$$

$$Q_{CED} = Q_{DA} = n C_p (T_a - T_d) = \cancel{n} \frac{5}{2} \cancel{R} \left(\frac{P_aV_a}{\cancel{nR}} - \frac{4 P_aV_a}{\cancel{nR}} \right)$$

$$= \frac{5}{2} (-3) P_aV_a = -\frac{15}{2} P_aV_a = -18645\ J$$

$$\boxed{Q_{CED} = -18645\ J}$$ ✓

3) Lavoro svolto ⤷ ciclo $\rightarrow \Delta E_{INT} = 0$

$\rightarrow$ I° PR. TERMODINAMICA $\Delta E = Q - L$

$0 = Q - L \Rightarrow L = Q$ ✓ in un ciclo

$$L = |Q_{ASS}| - |Q_{CED}| = 28589 - 18645 = 9944\ J$$

$$\boxed{L = 9944\ J}$$

4) $$\eta = \frac{L}{|Q_{ASS}|} = \frac{|Q_{ASS}| - |Q_{CED}|}{|Q_{ASS}|} = \frac{|Q_{ASS}|}{|Q_{ASS}|} - \frac{|Q_{CED}|}{|Q_{ASS}|} = 1 - \frac{|Q_{CED}|}{|Q_{ASS}|}$$

$$= 1 - \frac{18645}{28589} = 0{,}34 = 34\ \%$$

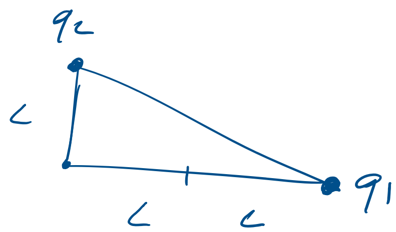
$$\boxed{\eta = 34\%}$$ ✓

5) $$\eta_{CARNOT} = 1 - \frac{T_1}{T_2} = 0{,}6041 \simeq 60\ \%$$

$$\boxed{\eta_{CARNOT} = 60\%}$$

Soluzione Esercizio #2

1)
$$F_{12} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{|q_1||q_2|}{r_{12}^2}$$

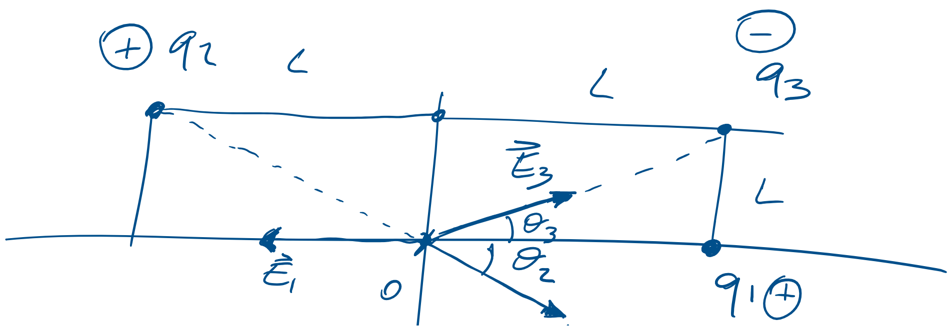


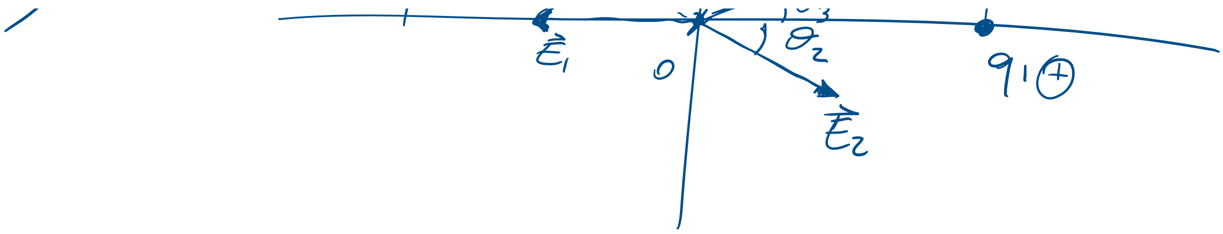
$$r_{12} = \sqrt{L^2 + 4L^2}$$
$$= L\sqrt{5}$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q^2}{5L^2} = (8{,}99\ 10^9)\frac{(3{,}2\ 10^{-19})^2}{5(7{,}66\ 10^{-2})^2}$$

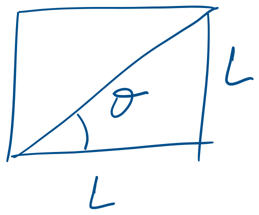
$$\boxed{F_{12} = 2{,}6021\ 10^{-25}\ N}$$

2)





$$\begin{cases} E_x = -E_1 + E_2\cos\theta_2 + E_3\cos\theta_3 \\ E_y = -E_2\sin\theta_2 + E_3\sin\theta_3 \end{cases}$$



$\theta = 45°$ $\qquad \theta_2 = \theta_3 = 45°$

$$\begin{cases} E_x = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[-\dfrac{q_1}{L^2} + \dfrac{q_2\cos(\theta_2)}{2L^2} + \dfrac{q_3\cos\theta_3}{2L^2}\right] \\ E_y = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(-\dfrac{q_2\sin\theta_2}{2L^2} + \dfrac{q_3\sin\theta_3}{2L^2}\right) \end{cases}$$

$q_1 = q_2 \qquad |q_3| = 2q_1$

$$\begin{cases} E_x = \dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 L^2}\left[-1 + \dfrac{1}{2}\underbrace{\dfrac{\sqrt{2}}{2}}_{\to\cos\theta} + \dfrac{\cancel{2}}{\cancel{2}}\underbrace{\dfrac{\sqrt{2}}{2}}_{\to\sin\theta}\right] \\ E_y = \dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 L^2}\left[-\dfrac{1}{2}\dfrac{\sqrt{2}}{2} + \dfrac{\cancel{1}}{\cancel{2}}\,\cancel{2}\,\dfrac{\sqrt{2}}{2}\right] \end{cases}$$

$$\begin{cases} E_x = 4{,}5591\ 10^{-6}\ N/C \\ E_y = 1{,}437\ 10^{-6}\ N/C \end{cases}$$

$$|\vec{E}| = \sqrt{E_x^2 + E_y^2} = 4{,}7804 \; 10^{-6} \; N/C$$

3) $$\vec{F_L} = q\vec{v} \times \vec{B} \qquad F_L = qvB\sin\theta \qquad \theta = \pi/2$$

$$F_L = qvB = 3{,}2 \; 10^{-12} \; N$$