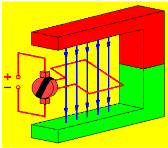
Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria, II Facoltà - Cesena
Appello autunnale - Prova scritta Fisica Generale B(L-B)
(10 settembre 2012)
Prof. Maurizio Piccinini

---

1. Calcolare la variazione di entropia nell'espansione libera di un gas perfetto. Motivare.

$$\Delta S = \int_A^B \frac{\delta Q}{T} = \int_A^B \frac{pdV}{T} = nR\int_{V_A}^{V_B} \frac{dV}{V} = nR\ln\frac{V_B}{V_A} > 0.$$ *La variazione si calcola lungo un'isoterma.*

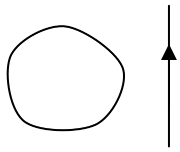
2. In un motore elettrico a corrente continua come quello di cui la figura mostra un dettaglio, in quali condizioni non vi è alcuna forza tendente a far ruotare la spira rettangolare?



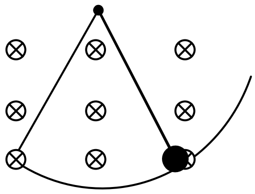
   a. Mai: il campo magnetico esercita sempre una coppia motrice sulla spira.
   b. Quando la spira si trova in posizione verticale.
   c. Quando la spira forma un angolo di 45° con il piano orizzontale.
   d. Quando la spira si trova in posizione orizzontale. *V*

In questa posizione le forze magnetiche agenti sui lati della spira hanno verso opposto e la stessa retta d'azione: non vi è quindi coppia motrice sulla spira, che però continua a ruotare per inerzia.

3. Si consideri una spira posta in prossimità di un filo rettilineo percorso da corrente (vedi figura). Se la corrente nel filo diminuisce, in che verso circola la corrente indotta nella spira? *Antiorario.*



4. Un pendolo semplice, costituito da un filo metallico di lunghezza L e massa trascurabile al quale è appesa una biglia metallica di massa m, oscilla immerso in un campo magnetico orizzontale, omogeneo d'intensità B. Il pendolo si muove di moto armonico semplice, con ampiezza angolare α_0, in un piano perpendicolare a B.



   a. Quanto vale la forza elettromotrice generata lungo il filo?

$$\left.\begin{array}{l} \alpha(t) = \alpha_0 \cos(\omega t); \quad \omega = \sqrt{\dfrac{g}{L}} \\ \dot{\alpha}(t) = -\omega\alpha_0 \sin(\omega t) \\ \vec{v}(t) = r\dot{\alpha}(t)\hat{t} \end{array}\right\} \vec{E}_m = \vec{v} \wedge \vec{B}; \quad \varepsilon_{ind} = \int_0^L \vec{v} \wedge \vec{B} \cdot d\vec{r} = \int_0^L r\dot{\alpha}(t)\hat{t} \wedge \vec{B} \cdot d\vec{r} = -B\int_0^L r\dot{\alpha}(t)\hat{r} \cdot d\vec{r}$$

$$\varepsilon_{ind} = \omega\alpha_0 \sin(\omega t) B\int_0^L rdr = \frac{1}{2}L^2 B\omega\alpha_0 \sin(\omega t)$$

   b. In una seconda versione del pendolo, questo è fatto oscillare con la stessa frequenza e la biglia è in contatto elettrico con una guida circolare senza attrito che, collegata al vincolo, chiude il circuito elettrico (vedi figura). Quanto vale in questo caso la forza elettromotrice?

$$\left.\begin{array}{l} \varepsilon_{ind} = -\dfrac{d\phi(B)}{dt} \\ \phi(B) = BA(t) \\ A(t) = \dfrac{1}{2}L^2\left[\alpha(t) + \alpha_0\right] \end{array}\right\} \varepsilon_{ind} = -B\frac{1}{2}L^2\frac{d\alpha}{dt} = \frac{1}{2}L^2 B\omega\alpha_0 \sin(\omega t)$$

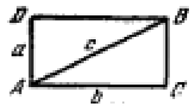
   c. Spiegare differenze o similitudini tra i due risultati ottenuti.

Costante universale dei gas: $R = 8.31\ J\,K^{-1}\,mol^{-1} = 1.987\ cal\,K^{-1}\,mol^{-1}$, $1atm = 101325\ Pa$
$\varepsilon_0 = 8{,}85 \times 10^{-12}\ C^2/(Nm^2)$, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\ (Tm)/A$.

Università di Bologna - Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria, II Facoltà - Cesena
Appello autunnale - Prova scritta Fisica Generale B(L-B)
(10 settembre 2012)
Prof. Maurizio Piccinini

---

5. Si consideri il rettangolo di lati a e b rappresentato in figura e costruito con un metallo di sezione S e resistività ρ, compresa la diagonale AB. Si calcoli la resistenza del sistema se viene applicata una differenza di potenziale:



   a. Tra i punti A e B.

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{2}{R_a + R_b} + \frac{1}{R_c} = \frac{R_a + R_b + 2R_c}{(R_a + R_b) R_c} \quad \Rightarrow \quad R_{AB} = \frac{(R_a + R_b) R_c}{R_a + R_b + 2R_c} = \frac{\rho}{S}\frac{(a+b)c}{a+b+2c}; \quad c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

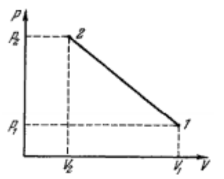
   b. Tra i punti C e D.

$$\left.\begin{aligned} i_D = i_C = i = i_a + i_b \\ i_a = i_c + i_b \end{aligned}\right\} \left.\begin{aligned} V_{DC} &= r_a i_a + r_b i_b \\ V_{DC} &= 2r_a i_a + r_c i_c = (2r_a + r_c) i_a - r_c i_b \end{aligned}\right\} i_b = \frac{(r_a + r_c)}{(r_b + r_c)} i_a$$

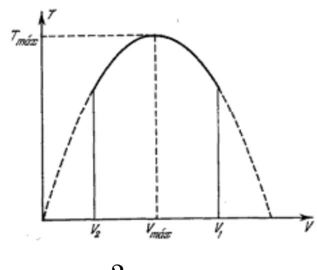
$$\left.\begin{aligned} V_{DC} &= \left[\frac{2r_a r_b + r_a r_c + r_b r_c}{(r_b + r_c)}\right] i_a \\ V_{DC} &= \left[\frac{2r_a r_b + r_a r_c + r_c r_b}{(r_a + r_c)}\right] i_b \end{aligned}\right\} \left.\begin{aligned} i_a &= \frac{(r_b + r_c)}{2r_a r_b + r_a r_c + r_b r_c} V_{DC} \\ i_a &= \frac{(r_a + r_c)}{2r_a r_b + r_a r_c + r_b r_c} V_{DC} \end{aligned}\right\} R_{DC} = \frac{V_{DC}}{i_a + i_b} = \frac{2r_a r_b + r_a r_c + r_b r_c}{r_a + r_b + 2r_c} = \frac{\rho}{S}\frac{2ab + (a+b)c}{a+b+2c}$$

$$R_{DC} = R_{AB} + \frac{\rho}{S}\frac{2ab}{a+b+2c}$$

6. Una massa m = 20 g di He (peso atomico μ = 4 g/mol), racchiusa in un cilindro provvisto di pistone, si trasforma in modo infinitamente lento dallo stato con volume V_1 = 32 l e pressione p_1 = 4.1 atm allo stato con V_2 = 9 l e p_2 = 15.5 atm. Il processo è lineare, come rappresentato in figura, e il gas può essere considerato ideale.



   a. Rappresentare la curva $T = T(V)$.



$$p = aV + b \begin{cases} 4.1 = 32a + b \\ 15.5 = 9a + b \end{cases} \quad \begin{cases} a = -0.5\, atm/l = -5\times10^7\, Pa/m^3 \\ b = 20.0 atm = 2\times10^6\, Pa \end{cases}$$

$$pV = nRT \quad \Rightarrow \quad T = \frac{1}{nR}\left(aV^2 + bV\right) \quad \Rightarrow \quad T = 0 \begin{cases} V = 0 \\ V = -\dfrac{b}{a} \end{cases}$$

   b. Quanto vale la temperatura massima raggiunta dal gas durante il processo?

$$\left(\frac{dT}{dV}\right)_{V_{\max}} = \frac{1}{nR}\left(2aV_{\max} + b\right) = 0$$

$$V_{\max} = -\frac{b}{2a} = 0.02 m^3$$

$$T_{\max} = \frac{\mu}{mR}\left(aV_{\max}^2 + bV_{\max}\right) = \frac{4}{20\times8.31}(-50\times0.02 + 2)\times0.02\times10^6 = \frac{8\times10^4}{20\times8.31} = 481K$$

.

Costante universale dei gas: R = 8.31 $J\,K^{-1}\,mol^{-1}$ = 1.987 $cal\,K^{-1}\,mol^{-1}$, 1atm = 101325 Pa
ε_0 = 8,85 x 10^{-12} $C^2/(Nm^2)$, $\mu_0 = 4\pi$ x 10^{-7} $(Tm)/A$.