UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE
Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Biologiche A.A. 2018/2019
Corso di Fisica - I Prova Scritta – Appello Invernale - 01.02.2019

Cognome ....RIGON.... **Nome** ....LUIGI....

Istruzioni: I problemi vanno dapprima svolti per esteso nei fogli protocollo a quadretti. Successivamente, per ciascuna domanda, si richiede si riportare negli appositi spazi su questo foglio:

i) *(ove possibile) la grandezza incognita richiesta espressa simbolicamente in funzione delle grandezze date, e*

ii) *il corrispondente risultato numerico, con il corretto numero di cifre significative e le unità di misura appropriate*

1) Un'automobile di massa $m = 1300$ kg effettua una frenata a ruote bloccate. Il coefficiente di attrito dinamico tra gli pneumatici del veicolo e l'asfalto è pari a $\mu_d = 0.52$. Calcolare:

a) L'intensità della forza frenante F_o se la strada è pianeggiante (ovvero orizzontale).

i) F_o = $\mu_d\, m g$ ii) F_o = 6,62 kN

b) L'intensità della forza frenante F_d se la strada è in discesa, inclinata di $\theta = 4.8°$ rispetto all'orizzontale.

i) F_d = $\mu_d\, m g \cos\vartheta$ ii) F_d = 6,60 kN

c) Il rapporto tra le distanze di arresto $\Delta x_o/\Delta x_d$, ove Δx_o è la distanza di arresto sulla strada pianeggiante e Δx_d è la distanza di arresto sulla strada in discesa, inclinata di $\theta = 4.8°$ rispetto all'orizzontale.

i) $\Delta x_o/\Delta x_d$ = $\dfrac{\mu_d \cos\vartheta - \text{sen}\,\vartheta}{\mu_d}$ ii) $\Delta x_o/\Delta x_d$ = 0,84

2) In un paziente affetto da arteriosclerosi, il diametro d' di un tratto di arteria risulta diminuito del 25% rispetto al valore normale (ovvero non patologico) d. Approssimando il sangue ad un liquido viscoso newtoniano, si studi il problema in due diverse approssimazioni:

a) Supponendo che l'ostruzione dell'arteria non modifichi la viscosità nè la portata del flusso sanguigno, si calcoli il rapporto tra la differenza di pressione ai capi del tratto ostruito $\Delta p'$ ed il valore normale Δp.

i) $\Delta p'/\Delta p$ = $(d/d')^4$ ii) $\Delta p'/\Delta p$ = 3,16

b) Supponendo invece che l'ostruzione dell'arteria non alteri la viscosità nè la differenza di pressione ai capi del tratto ostruito, si calcoli il rapporto tra la portata del flusso sanguigno attraverso il tratto ostruito Q' ed il valore normale Q.

i) Q'/Q = $(d'/d)^4$ ii) Q'/Q = 0,316

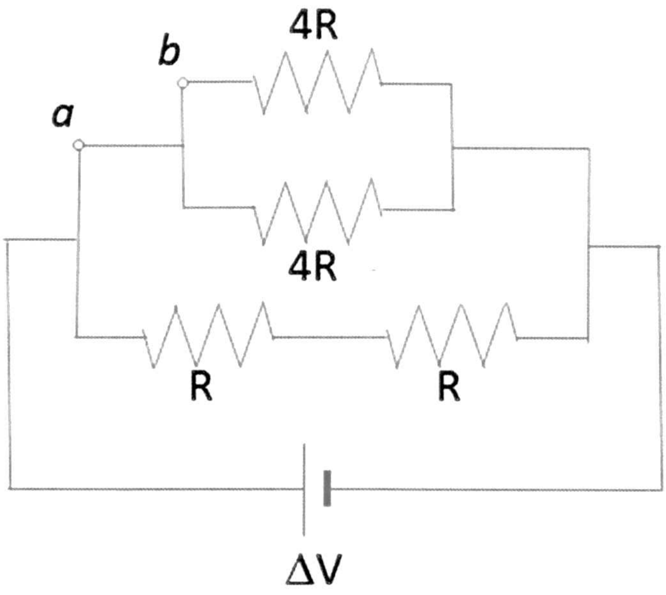
3) n = 1,5 mol di gas ideale *monoatomico* si trovano in un cilindro dotato di pistone mobile, in equilibrio, con pressione e volume iniziali pari a p_i = 150 kPa e V_i = 5,8 l. Successivamente, il cilindro è esposto ad una fonte di calore, per cui il gas è soggetto ad una espansione reversibile che lo porta a raggiungere un nuovo stato di equilibrio, avendo raddoppiato la pressione ($p_f = 2\ p_i$) e triplicato il volume ($V_f = 3\ V_i$) rispetto allo stato iniziale. Si calcolino:

a) la variazione di energia interna ΔE_{int} del gas per questa trasformazione termodinamica e

i) ΔE_{int} = $\frac{3}{2} nR(T_f - T_i) = \frac{15}{2} p_i V_i$ ii) ΔE_{int} = 6,53 kJ

b) la variazione di entropia ΔS del gas per questa trasformazione termodinamica.

i) ΔS = $nC_v \ln \frac{T_h}{T_i} + nC_p \ln \frac{T_f}{T_h}$ ii) ΔS = 47,2 J/K



4) Si consideri il circuito in figura, in cui R = 1.0 kΩ e ΔV = 9.0 V. Calcolare:

a) la resistenza R_{eq} equivalente al sistema di resistenze in figura:

i) R_{eq} = R ii) R_{eq} = 1,0 kΩ

b) la corrente I_a che attraversa il punto a in figura:

i) I_a = $\frac{1}{2} \frac{\Delta V}{R}$ ii) I_a = 4,5 mA

c) la corrente I_b che attraversa il punto b in figura:

i) I_b = $\frac{1}{2} I_a = \frac{1}{4} \frac{\Delta V}{R}$ ii) I_b = 2,25 mA

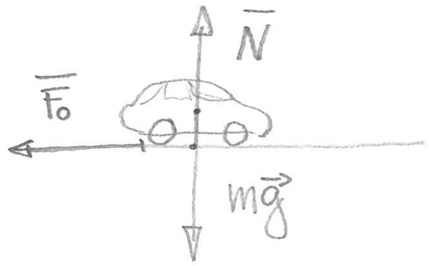
1 FEBBRAIO '19 - FISICA STB - I APPELLO SESSIONE INVERN.

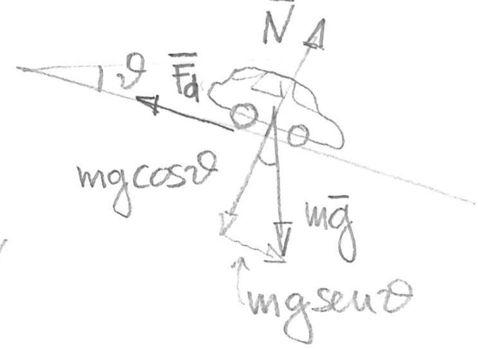
(1)

$m = 1300$ kg

$\mu_d = 0.52$

$\vartheta = 4{,}8°$





a) $|\vec{F_o}| = \mu_d |\vec{N}| = \mu_d mg = 6{,}62$ kN

b) $|\vec{F_d}| = \mu_d |\vec{N}| = \mu_d mg\cos\vartheta = 6{,}60$ kN

c) La distanza di arresto Δx può essere calcolata mediante il teorema dell'energia cinetica, $\mathcal{L} = \Delta K$. Poiché in questo caso $K_f = 0$ (auto ferma) si ha $\Delta K = K_f - K_i = -K_i$

Nel caso di strada orizzontale c'è solo il lavoro dell'attrito $\mathcal{L}_o$:

$$\mathcal{L}_o = \vec{F_o} \cdot \Delta\vec{x_o} = -F_o \cdot \Delta x_o = -K_i \qquad (0)$$

Nel caso di strada in discesa si deve considerare sia il lavoro della forza d'attrito, $\mathcal{L}_d$ (negativo), sia quello della forza di gravità, perché l'automobile scende lungo la discesa durante la frenata (positivo)

$$\mathcal{L}_d = \vec{F_d} \cdot \Delta\vec{x_d} = -F_d \Delta x_d$$

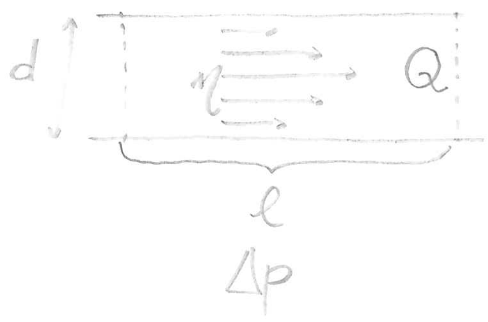
$$\mathcal{L}_d + mg\,\mathrm{sen}\vartheta \cdot \Delta x_d = -F_d \Delta x_d + mg\,\mathrm{sen}\vartheta\, \Delta x_d = -K_i \qquad (D)$$

Uguagliando (0) e (D) si ha:

$$-F_o \Delta x_o = -\Delta x_d (F_d - mg\,\mathrm{sen}\vartheta)$$

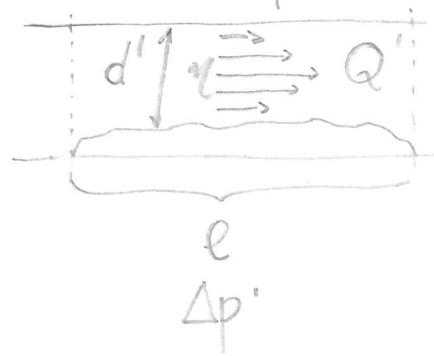
$$\frac{\Delta x_o}{\Delta x_d} = \frac{F_d - mg\,\mathrm{sen}\vartheta}{F_o} = \frac{\cancel{mg}(\mu_d\cos\vartheta - \mathrm{sen}\vartheta)}{\mu_d \cancel{mg}} = 0{,}84$$

(2) Situazione normale



patologica

$d' = \frac{3}{4} d$



In entrambi i casi vale la legge di Poiseuille:

$$Q = \frac{\pi}{8} \cdot \frac{r^4}{\eta} \cdot \frac{\Delta p}{\ell} \qquad Q' = \frac{\pi}{8} \frac{r'^4}{\eta} \frac{\Delta p'}{\ell}$$

con $r' = \frac{d'}{2} = \frac{1}{2} \frac{3}{4} d = \frac{3}{4} r$

Studio ora le due diverse approssimazioni:

a) $Q = Q'$

$$\cancel{\frac{\pi}{8}} \cdot \frac{r^4}{\cancel{\eta}} \cdot \frac{\Delta p}{\cancel{\ell}} = \cancel{\frac{\pi}{8}} \frac{\left(\frac{3}{4} r\right)^4}{\cancel{\eta}} \frac{\Delta p'}{\cancel{\ell}}$$

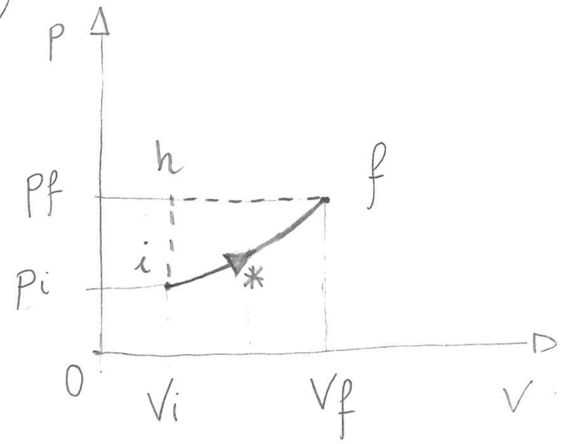
$$\frac{\Delta p'}{\Delta p} = \left(\frac{4}{3}\right)^4 = 3{,}16$$

b) $\Delta p = \Delta p'$

$$\left.\begin{aligned} Q &= \frac{\pi}{8} \frac{r^4}{\eta} \frac{\Delta p}{\ell} \\ Q' &= \frac{\pi}{8} \frac{\left(\frac{3}{4} r\right)^4}{\eta} \frac{\Delta p}{\ell} \end{aligned}\right\} \quad \frac{Q'}{Q} = \frac{\left(\frac{3}{4} r\right)^4}{r^4} = \left(\frac{3}{4}\right)^4 = 0{,}316$$

In prima approssimazione quindi, il primo modello prevede che la differenza di pressione triplichi, mentre il secondo modello prevede che la portata si riduca a un terzo di quella normale.

3



$p_i = 150\ kPa$

$V_i = 5{,}8\ dm^3 = 5{,}8\ (10^{-1}m)^3 = 5{,}8 \cdot 10^{-3} m^3$

$p_f = 2p_i$

$V_f = 3V_i$

$C_V = \frac{3}{2}R\ ,\quad C_p = \frac{5}{2}R$

* si noti che il diagramma è puramente indicativo. Non sappiamo nulla sulla reale trasformazione, se non il fatto che è reversibile.

a) La variazione ΔE_{int} non dipende dalla particolare trasformazione che porta da i ad f, e vale

$$\Delta E_{int} = nC_V \Delta T = \frac{3}{2} nR (T_f - T_i) =$$

con $T_f = \frac{p_f V_f}{nR} = \frac{2p_i \cdot 3V_i}{nR} = 6\,T_i = 419\ K$

$$T_i = \frac{p_i V_i}{nR} = \frac{150 \cdot \cancel{10^3}\ Pa \cdot 5{,}8 \cdot \cancel{10^{-3}}\ m^3}{1{,}5\ \cancel{mol}\ \ 8{,}314\ \frac{J}{K\ \cancel{mol}}} = 69{,}8\ K$$

$$= \frac{3}{2} \cancel{nR}\ \frac{p_f V_f - p_i V_i}{\cancel{nR}} = \frac{3}{2}\ 5\,p_i V_i = 7{,}5\ p_i V_i$$

$$= 7{,}5 \cdot 150 \cdot \cancel{10^3}\ Pa \cdot 5{,}8 \cdot \cancel{10^{-3}}\ m^3 = 6525\ J = 6{,}53\ kJ$$

b) Anche la variazione di entropia ΔS non dipende dalla particolare trasformazione che porta da i ad f. Poiché non conosciamo la trasformazione reale (vedi * 4) conviene inventare una trasformazione che porti da i ad f sulla quale sia agevole calcolare il ΔS.
Ad esempio, usiamo la trasformazione isocora $i \to h$ seguita dalla isobara $h \to f$ (vedi disegno).

$$\Delta S_{if} = \Delta S_{ih} + \Delta S_{hf}$$

$$\Delta S_{ih} = \int_{T_i}^{T_h} \left.\frac{dQ}{T}\right)_{rev} \overset{\uparrow}{=} \int_{T_i}^{T_h} \frac{n C_v \, dT}{T} = n C_v \ln \frac{T_h}{T_i}$$

isocora
isobara

$$\Delta S_{hf} = \int_{T_h}^{T_f} \left.\frac{dQ}{T}\right)_{rev} \overset{\downarrow}{=} \int_{T_h}^{T_f} \frac{n C_p \, dT}{T} = n C_p \ln \frac{T_f}{T_h}$$

con $T_h = \frac{p_h V_h}{nR} = \frac{p_f V_i}{nR} = \frac{2 p_i V_i}{nR} = 2T_i = 139{,}5 \ K$

Quindi

$$\Delta S_{if} = \Delta S_{ih} + \Delta S_{hf} = n c_v \ln \frac{T_h}{T_i} + n c_p \ln \frac{T_f}{T_h}$$

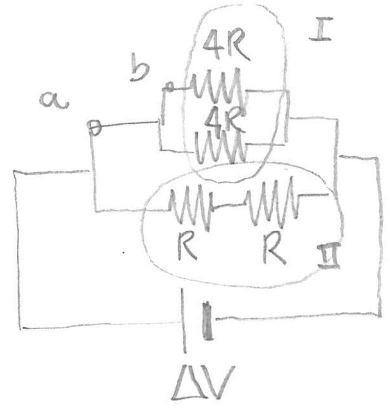
$$= n c_v \ln 2 + n c_p \ln 3$$

$$= \frac{3}{2} nR \ln 2 + \frac{5}{2} nR \ln 3$$

$$= nR \left(\frac{3}{2} \ln 2 + \frac{5}{2} \ln 3 \right) = 1{,}5 \ \cancel{mol} \cdot 8{,}314 \frac{J}{\cancel{mol}\,K} \cdot \left(\frac{3}{2} \ln 2 + \frac{5}{2} \ln 3 \right)$$

$$= 47{,}2 \ \frac{J}{K}$$

4

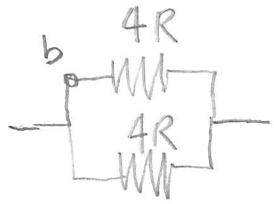


$R = 1{,}0\ k\Omega$

$\Delta V = 9{,}0\ V$

a) La resistenza equivalente si può trovare utilizzando le formule per le resistenze in serie ed in parallelo:

I.

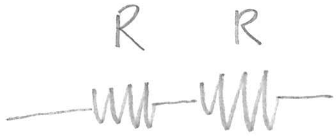


$\Longleftrightarrow$

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{4R} + \frac{1}{4R} = \frac{\cancel{2}}{\cancel{4}_{2}R} = \frac{1}{2R}$$

$$R' = 2R$$

II.

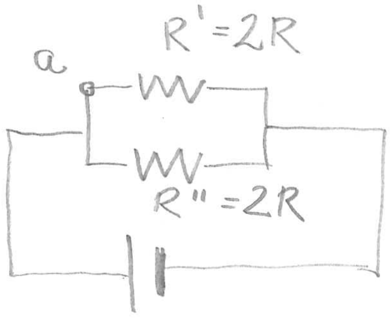


$\Longleftrightarrow$

$$R'' = R + R = 2R$$

quindi

III.



$\Longleftrightarrow$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R'} + \frac{1}{R''} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{2R} = \frac{1}{R}$$

$$R_{eq} = R$$

b) La corrente che circola attraverso il generatore di tensione

è $I = \frac{\Delta V}{R_{eq}} = \frac{\Delta V}{R} = \frac{9{,}0V}{1{,}0k\Omega} = 9{,}0\ mA$

Dal disegno III. si nota che $I_a = \frac{I}{2} = 4{,}5\ mA$

c) Iterando il ragionamento precedente sul disegno I.

si ha $I_b = \frac{I_a}{2} = \frac{I}{4} = 2{,}25\ mA$