UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE
Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Biologiche – 011SM Fisica
A.A. 2023/2024 Sessione Estiva – V Prova Scritta – 10.01.2025
Tempo a disposizione: 2 h e 30'

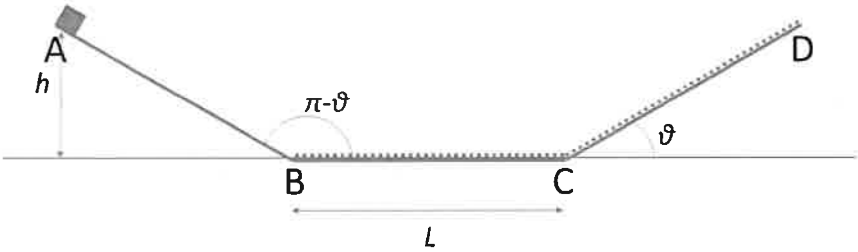
Cognome ....**Nome** ....

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 sistema di tre piani ABCD è rappresentato in figura. Il piano BC è orizzontale, mentre i piani laterali, CD e AB formano un angolo $\theta = 30^\circ$ ed un angolo $\pi\text{-}\theta = 150^\circ$ rispetto al piano orizzontale, rispettivamente. Un blocco di massa M viene posto in A, ad un'altezza $h = 0.85$ m rispetto al piano orizzontale. Il piano AB è perfettamente liscio, mentre tra i piani BC e CD ed il blocco c'è un coefficientre di attrito dinamico $\mu = 0.25$. Inizialmente, il blocco, fermo in A, viene lasciato libero di scivolare lungo il piano inclinato. Calcolare:



a) La velocità v_B con cui il blocco raggiunge il punto B, alla base del piano inclinato.

i) $v_B = \sqrt{2gh}$ ii) $v_B =$ 4,08 m/s

b) La lunghezza L del tratto orizzontale BC, se la velocità in C è inferiore del 30% alla velocità in B

i) $L = \frac{h}{\mu} \cdot (1 - 0{,}7^2)$ ii) $L =$ 1,73 m

c) L'altezza h' alla quale il blocco si ferma sul piano CD, prima di invertire il suo moto.

i) $h' = \frac{v_C^2}{2g(1 + \mu \operatorname{ctg}\vartheta)}$ ii) $h' =$ 0,29 m

2) Uno zoologo in navigazione nel mare Artico avvista un grosso esemplare di orso polare alla deriva su una lastra di ghiaccio. La lastra, che sembra a stento in grado di tenere a galla l'orso, ha una superficie $A = 8.0$ m^2 ed uno spessore $t = 50$ cm. Sapendo che la densità del ghiaccio vale $\rho_g = 0.92$ g/cm^3 e quella dell'acqua di mare è pari a $\rho_a = 1.03$ g/cm^3, stimare il valore massimo possibile per la massa M dell'orso polare.

i) $M = (\rho_a - \rho_g) A \cdot t$ ii) $M =$ ~~360 kg~~

440 kg (sorry)

3) Una quantità $n = 2.0$ mol di gas perfetto subisce una compressione isoterma e reversibile alla temperatura $T = 300$ K, passando dalla pressione iniziale $p_i = 0.40$ atm alla pressione finale $p_f = 1.20$ atm.

a) Quanto vale il volume finale del gas?

i) $V_f = \frac{1}{3} V_i = \frac{1}{3} \frac{nRT}{p_i}$ ii) $V_f =$ 0,041 m^3

b) Quanto lavoro L viene compiuto ~~dal~~/*sul (specificare)* gas?

i) $L = - nRT \ln \frac{V_f}{V_i}$ ii) $L =$ 5,48 kJ

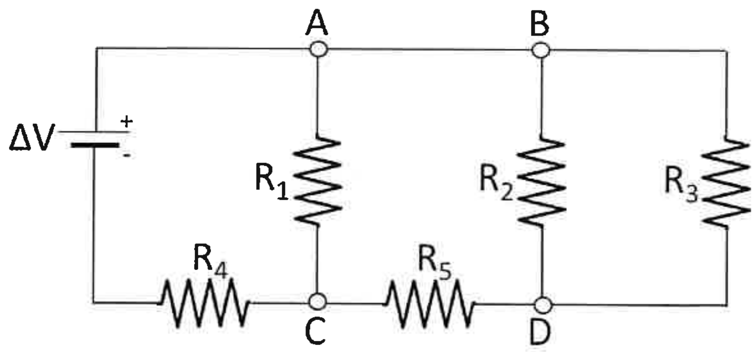
c) Quanta energia viene ceduta ~~al~~/*dal (specificare)* gas sotto forma di calore Q?

i) $Q = -L$ ii) $Q = -$ 5,48 kJ

d) Quanto vale la variazione di entropia ΔS del gas?

i) $\Delta S = \frac{Q_{rev}}{T}$ ii) $\Delta S = -$ 18,3 J/K

4) Nel circuito in figura il generatore di tensione fornisce una differenza di potenziale $\Delta V =$ ~~12~~ 95 V. Le resistenze R_1, R_2, ed R_3 sono uguali tra di loro, $R_1 = R_2 = R_3 = 5\ \Omega$, come pure sono uguali tra di loro le resistenze R_4 ed R_5, che invece valgono $R_4 = R_5 = 10\ \Omega$. Calcolare:



a) La resistenza R_{23} equivalente alle resitenze R_2 ed R_3, collocate tra i nodi B e D:

i) $R_{23} = \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R}\right)^{-1} = \frac{R}{2}$ ii) $R_{23} =$ 2,5 Ω

b) La resistenza R_{eq} equivalente all'intero sistema di cinque resistenze:

i) $R_{eq} =$ vedi foglio ii) $R_{eq} =$ 95/7 Ω

c) La corrente I_4, che attraversa la resistenza R_4:

i) $I_4 = \frac{\Delta V}{R_{eq}}$ ii) $I_4 =$ 7,0 A

d) La corrente I_1, che attraversa la resistenza R_1:

i) $I_1 =$ 5/7 I_4 ii) $I_1 =$ 5,0 A

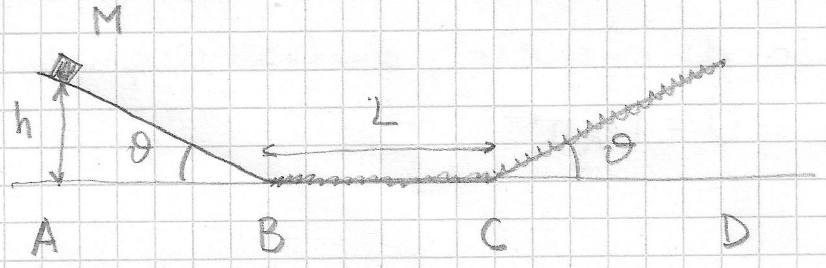
e) Le correnti ed I_5, I_2, ed I_3, che attraversano rispettivamente le resistenze R_5, R_2 ed R_3:

i) $I_5 =$ 2/7 I_4 ii) $I_5 =$ 2,0 A

i) $I_2 =$ 1/2 I_5 ii) $I_2 =$ 1,0 A

i) $I_3 =$ 1/2 I_5 ii) $I_3 =$ 1,0 A

(1)



$\vartheta = 30°$ AB liscio $\mu = 0$

$h = 0{,}85\ m$ BC e CD: $\mu = 0{,}25$

a) Tra A e B non c'è attrito. L'unica forza a lavorare è la forza peso. L'energia potenziale $U = Mgh$ si trasformerà tutta in energia cinetica (conservazione en. meccanica)

$$\Delta E_{mecc} = 0$$
$$\Delta K + \Delta U = 0$$
$$\Delta K = -\Delta U$$
$$\frac{1}{2}\cancel{M} v_B^2 = -(-\cancel{M}gh)$$
$$v_B = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9{,}8\ \frac{m}{s^2} \cdot 0{,}85\ m} = \sqrt{16{,}66}\ \frac{m}{s} = 4{,}08\ m/s$$

b) Tra B e C c'è attrito: $F_{att} = \mu Mg$

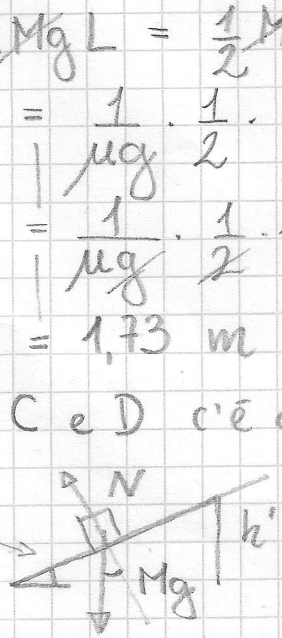
F_{att} è l'unica forza a compiere lavoro, $\mathcal{L}_{att}$, quindi:

$$\mathcal{L}_{att} = \Delta K$$
$$-\mu \cancel{M} g L = \frac{1}{2}\cancel{M}(0{,}7\, v_B)^2 - \frac{1}{2}\cancel{M} v_B^2$$
$$L = \frac{1}{\mu g} \cdot \frac{1}{2} \cdot v_B^2 (1 - 0{,}7^2) = \qquad \text{con } v_B^2 = 2gh$$
$$= \frac{1}{\mu \cancel{g}} \cdot \frac{1}{\cancel{2}} \cdot \cancel{2}\cancel{g}h (1 - 0{,}7^2) = \frac{h}{\mu}\, 0{,}51 = \frac{0{,}85\ m}{0{,}25} \cdot 0{,}51$$
$$= 1{,}73\ m$$

c) Tra C e D c'è attrito: $F_{att} = \mu N = \mu Mg \cos\vartheta$

con $N = Mg \cos\vartheta$

$\frac{h'}{\text{sen}\,\vartheta}$



Inoltre, la massa che risale il tratto CD lavora anche contro la forza di gravità, ovvero acquisisce energia potenziale $U = Mgh'$

Quindi:

$$\mathcal{L} = \Delta K$$

$$\mathcal{L}_g + \mathcal{L}_{att} = \Delta K$$

$$-\Delta U + \mathcal{L}_{att} = \Delta K$$

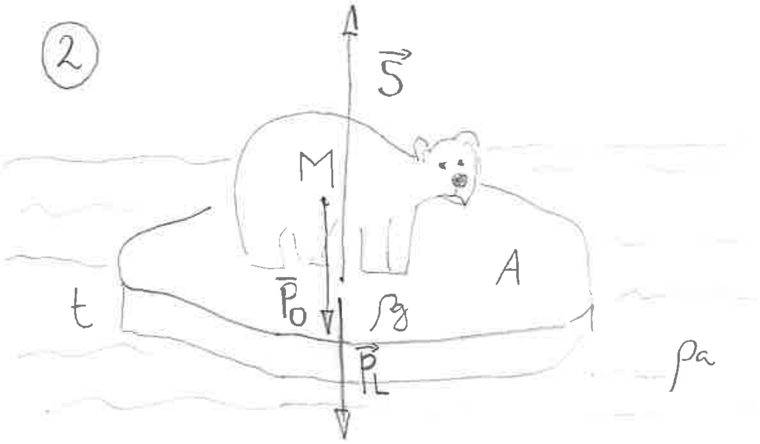
$$\mathcal{L}_{att} = \Delta K + \Delta U$$

$$-\mu \cancel{M} g \cos\vartheta \frac{h'}{\operatorname{sen}\vartheta} = -\frac{1}{2} \cancel{M} v_c^2 + \cancel{M} g h'$$

$$h' g (\mu \operatorname{ctg}\vartheta + 1) = \frac{1}{2} v_c^2 \qquad \text{con } v_c^2 = 0{,}49\, v_B^2 = 0{,}49\; 2gh$$

$$h' = \frac{v_c^2}{2g(1+\mu \operatorname{ctg}\vartheta)} = \frac{0{,}49 \cdot \cancel{2g}h}{\cancel{2g}(1+\mu \operatorname{ctg}\vartheta)} = h \frac{0{,}49}{1+0{,}8\cdot\sqrt{3}} = 0{,}29\,m$$

(2)



$A = 8{,}0\ m^2$

$t = 50\ cm = 0{,}50\ m$

$\rho_g = 0{,}92\ g/cm^3 = 920\ kg/m^3$

$\rho_a = 1{,}03\ g/cm^3 = 1030\ kg/m^3$

Calcolare il valore di M tale per cui la spinta di Archimede $\vec{S}$ bilancia il peso dell'orso $\vec{P}_o$ ed il peso della lastra $\vec{P}_L$:

$$\vec{S} + \vec{P}_o + \vec{P}_L = 0$$

$$S = P_o + P_L$$

$$\rho_a \cdot A \cdot t\, \cancel{g} = M\cancel{g} + \rho_g A t\, \cancel{g}$$

$$M = (\rho_a - \rho_g)\, A t$$

$$= (1{,}03 - 0{,}92) \cdot 10^3\ \frac{kg}{\cancel{m^3}} \cdot 8{,}0\ \cancel{m^2} \cdot 0{,}50\ \cancel{m}$$

$$\overset{!}{=} \cancel{90}\ kg \cdot 4{,}0 = \cancel{360}\ kg$$

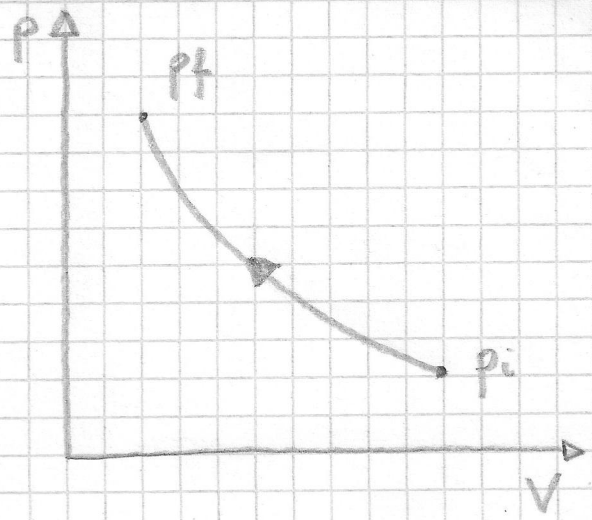
110 kg　　　440 kg (sorry)

③ $n = 2{,}0$ mol

$T = 300$ K isoterma

$p_i = 0{,}40$ atm

$p_f = 1{,}20$ atm $= 3\,p_i$



a) $V_f = ?$

Poiché $pV = nRT$ e T è costante, si ha

$p_f V_f = p_i V_i$

$V_f = \frac{p_i}{p_f} V_i = \frac{1}{3} V_i$

Inoltre

$$V_i = \frac{nRT}{p_i} = \frac{2{,}0\,\cancel{mol} \cdot 8{,}314\ J\,\cancel{mol^{-1}}\,\cancel{K^{-1}} \cdot 300\,\cancel{K}}{0{,}40\,\cancel{atm} \cdot 101300\ Pa/\cancel{atm}} = 0{,}123\ m^3$$

$$V_f = \frac{1}{3} V_i = 0{,}041\ m^3$$

b) Poiché la pressione varia continuamente, $\mathcal{L}$ deve essere calcolato con l'integrale:

$$\mathcal{L} = -\int_{V_i}^{V_f} p\,dV = -\int_{V_i}^{V_f} \frac{nRT}{V}\,dV = -nRT \ln\frac{V_f}{V_i}$$

$$= -2{,}0\,\cancel{mol}\ 8{,}314\ J\,\cancel{mol^{-1}}\,\cancel{K^{-1}} \cdot 300\,\cancel{K} \ln\frac{1}{3}$$

$$= +5{,}48\ kJ$$

Il segno positivo indica che il lavoro è effettuato <u>sul</u> gas.

c) Dal I principio, con $\Delta E_{int} = 0$ (perché T costante)

$$Q = -\mathcal{L} = -5{,}48\ kJ$$

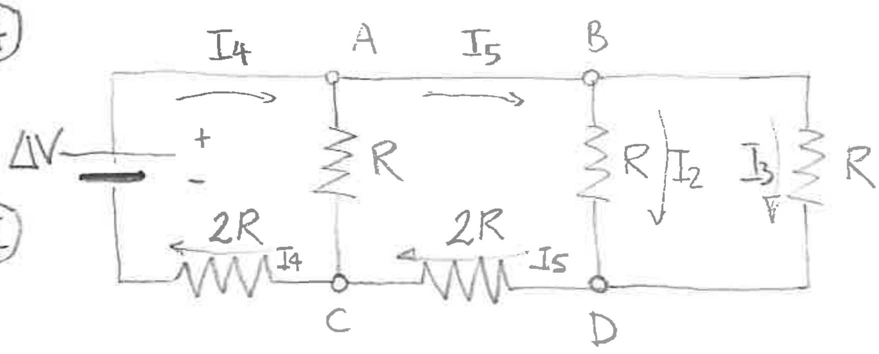
Il segno negativo indica che il calore è ceduto <u>dal</u> gas

d) Essendo la trasformazione isoterma e reversibile, si ha:

$$\Delta S = \frac{Q}{T}\Big|_{rev} = -\frac{5{,}48\ kJ}{300\ K} = -18{,}3\ \frac{J}{K}$$

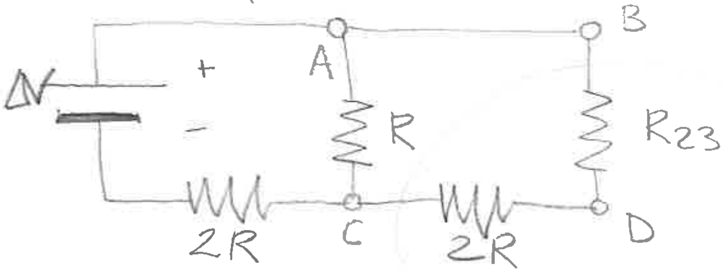
(4)

(I)



a) R_{23} è equivalente a due R in parallelo:

(II)



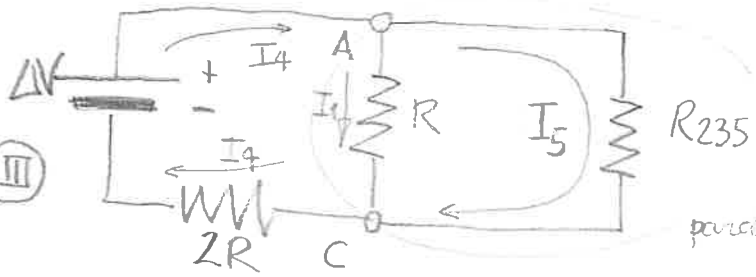
$$\frac{1}{R_{23}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$$

$$R_{23} = \frac{R}{2} = 2{,}5\ \Omega$$

serie

b) Per arrivare a R_{eq} bisogna ridurre progressivamente il circuito. Cominciamo notando che R_{23} e $R_5 = 2R$ sono in serie:

(III)

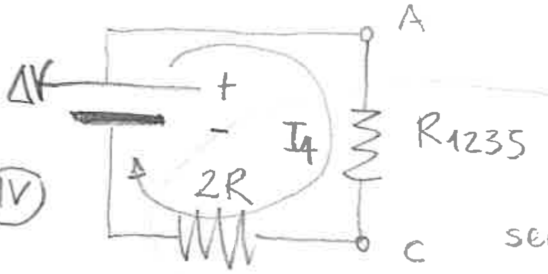


$$R_{235} = R_{23} + R_5 = \frac{R}{2} + 2R = \frac{5}{2} R = 12{,}5\ \Omega$$

parallelo

Successivamente, notiamo che tra A e C ci sono $R_1 = R$ e R_{235} in parallelo:

(IV)



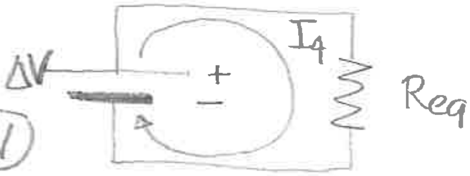
$$\frac{1}{R_{1235}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{235}} = \frac{1}{R} + \frac{2}{5R} = \frac{7}{5R}$$

serie

$$R_{1235} = \frac{5}{7} R = \frac{5}{7} \cdot 5\,\Omega = \frac{25}{7}\ \Omega$$

Infine, notiamo che R_{1235} e $R_4 = 2R$ sono in serie

(V)



$$R_{eq} = R_{1235} + R_4 = \frac{5}{7} R + 2R = \frac{19}{7} R = \frac{95}{7}\ \Omega$$

c) Confrontando (V) e (IV) si vede che I_4 è la stessa corrente che attraversa R_{eq}:

$$I_4 = \frac{\Delta V}{R_{eq}} = \frac{95\ V}{\frac{95}{7}\ \Omega} = 7{,}0\,A$$

d) Da (III), si vede che I_4 nel nodo A si divide in I_1 e I_5

$$I_4 = I_1 + I_5$$

Inoltre, deve essere $R_1 I_1 = R_{235} I_5 = \Delta V_{AC}$. Pertanto:

$$I_1 = \frac{R_{235}}{R_1} \cdot I_5 = \frac{5}{2} I_5$$

Da cui $I_4 = \frac{5}{2} I_5 + I_5$

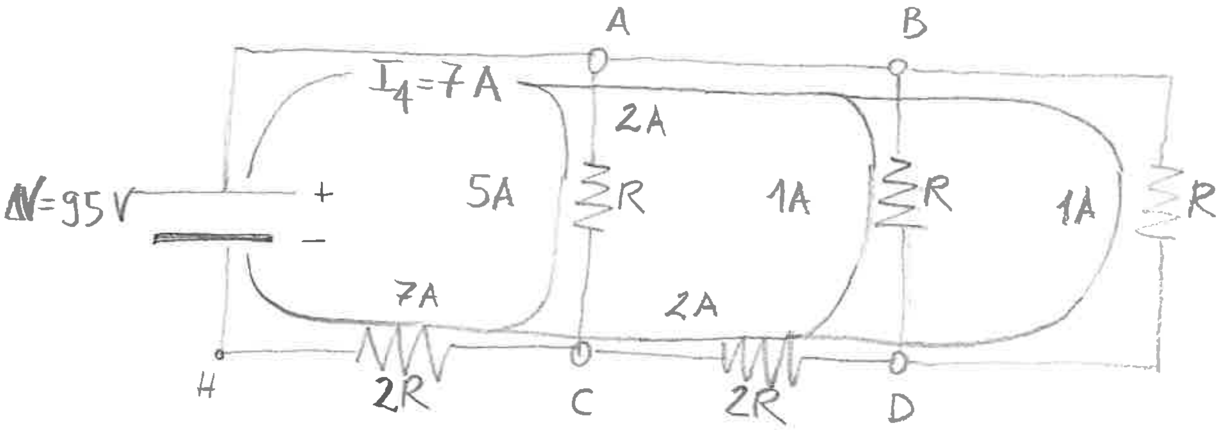
$$\overset{!}{=} \frac{7}{2} I_5$$

Quindi $I_5 = \frac{2}{7} I_4 = 2{,}0 \quad A$

$$I_1 = \frac{5}{2} I_5 = 5{,}0 \quad A$$

e) Da (I), si vede che I_5 nel nodo B si divide in I_2 e I_3.
Poichè $R_2 = R_3 = R$, anche $I_2 = I_3 = I_5/2 = 1{,}0$ A.

Riassumendo quindi quanto trovato in un'unico schema, si ha:



$$\Delta V_{AC} = 5A \cdot 5\Omega = 25\,V$$

$$\Delta V_{BD} = 1A \cdot 5\Omega = 5\,V$$

$$\Delta V_{CD} = 2A \cdot 10\Omega = 20\,V$$

$$\Delta V_{CH} = 7 \cdot A \cdot 10\Omega = 70\,V$$