UNIVERSITÀ DI TRIESTE
Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Biologiche
A.A. 2015/2016 – Corso di Fisica
Prova Scritta – Sessione Invernale - II Appello - 28.02.2016

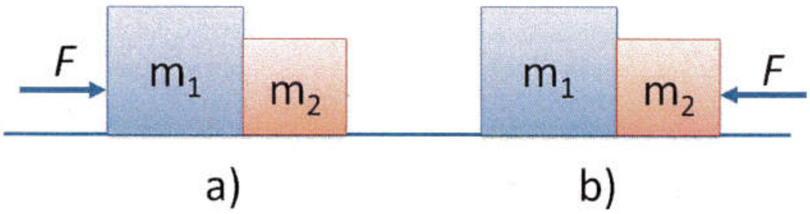
Cognome ....**Nome** ....
A.A. d'iscrizione .... **N Matricola** ....

Istruzioni: I problemi vanno svolti per esteso nei fogli protocollo. 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) Due blocchi, di massa $m_1 = 4.8$ kg ed $m_2 = 2.2$ kg, sono posti su un piano orizzontale a contatto tra di loro e sottoposti ad una forza orizzontale di intensità $F = 24$ N. I coefficienti di attrito dinamico tra i blocchi ed il piano orizzontale valgono rispettivamente $\mu_{d1} = 0.15$ per il blocco di massa m_1 e $\mu_{d2} = 0.25$ per il blocco di massa m_2. Trovare l'intensità della forza di contatto F_c tra i due blocchi se:



a) F è applicata al blocco di massa m_1, come in Figura a)

i) $F_c = \mu_{d2} m_2 g + m_2 a$ ii) $F_c =$ 9,02 N

b) F è applicata al blocco di massa m_2, come in Figura b)

i) $F_c = \mu_{d1} m_1 g + m_1 a$ ii) $F_c =$ 14,98 N

con $a = \frac{F - \mu_{d1} m_1 g - \mu_{d2} m_2 g}{m_1 + m_2}$

2) Per verificare il sospetto che un campione di roccia abbia una cavità al suo interno, un geologo pesa il campione prima nell'aria e poi nell'acqua, trovando che il peso nell'aria P è $k = 1.36$ volte il peso apparente nell'acqua P_a. La roccia di cui è composto il campione ha una densità $\rho_r = 5.2$ g/cm^3. Quanto vale il rapporto tra il volume della cavità V_c ed il volume totale V_t del campione?

i) $V_c/V_t = 1 - \frac{\rho}{\rho_r}\left(\frac{k}{k-1}\right)$ ii) $V_c/V_t =$ 27 %

3) Due gocce d'acqua stanno cadendo liberamente nell'aria ad 1 atm e 20° C. In queste condizioni, l'aria ha viscosità $\eta = 1.8 \cdot 10^{-5}$ decapoise.

a) La prima goccia d'acqua ha diametro d = 40 µm. Il diametro d è sufficientemente piccolo per cui il flusso d'aria attorno alla goccia può essere considerato laminare. Determinare la velocità limite v_L della prima goccia.

i) $v_L = \frac{2}{9} \rho \frac{r^2 g}{\eta}$ ii) $v_L =$ 4,84 cm/s

b) La seconda goccia d'acqua ha diametro D = 100 µm. In questo caso, il diametro D è tale per cui il flusso d'aria attorno alla goccia *non* può essere considerato laminare. Misurando la velocità limite V_L di questa seconda goccia si ottiene V_L = 0.15 m/s. Si determini il rapporto tra il valore misurato V_L ed il valore V_L' che si otterrebbe assumendo laminare il flusso d'aria attorno alla goccia.

i) $V_L/V_L' = \frac{15 \text{ cm/s}}{\frac{R^2}{r^2} v_L}$ ii) V_L/V_L' = 50 %

4) Una piccola massa m = 1 kg d'acqua si trova inizialmente alla temperatura T_i = 20°. Essa viene posta in contatto termico con una grande quantità M = 1800 kg di una sostanza che si trova alla temperatura T_f = 80°. Dopo un certo intervallo di tempo anche l'acqua ha raggiunto la temperatura T_f = 80°. Ricordando che il calore specifico dell'acqua vale c = 4.186 J/(g K), si calcolino:

a) La variazione di entropia ΔS_a dell'acqua:

i) $\Delta S_a = \int_{T_i}^{T_f} \frac{dQ}{T} = mc \ln \frac{T_f}{T_i}$ ii) ΔS_a = 780 J/K

b) La variazione di entropia ΔS_s dell'altra sostanza:

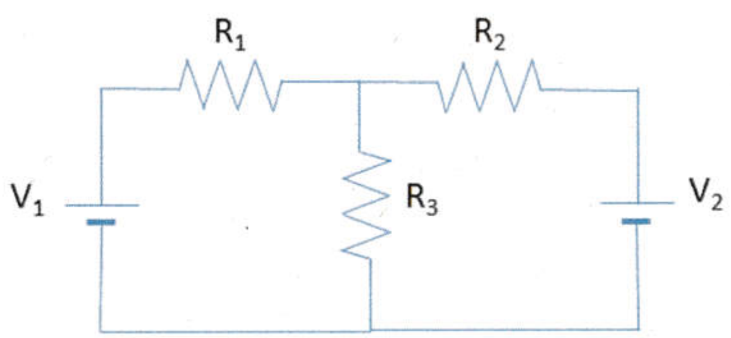
i) $\Delta S_s = \frac{Q}{T_f} = -mc \frac{(T_f - T_i)}{T_f}$ ii) ΔS_s = − 712 J/K

c) La variazione di entropia complessiva ΔS del sistema:

i) $\Delta S = \Delta S_a + \Delta S_s$ ii) ΔS = 68,5 J/K

5) Determinare la corrente i_3 che attraversa la resistenza R_3 del circuito in figura essendo: R_1 = 1.8 Ω, R_2 = 2.2 Ω, R_3 = 3.6 Ω, V_1 = 5 V e V_2 = 6 V.

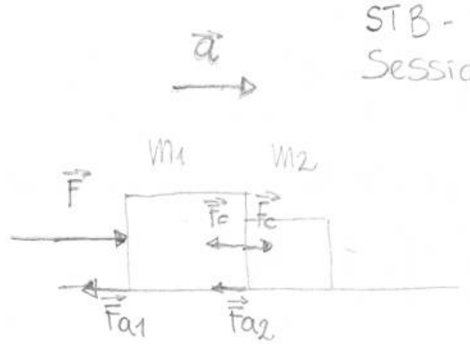
i) $i_3 = \frac{V_1 R_2 + V_2 R_1}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_1 R_3}$ ii) i_3 = 1,19 A



STB - Prova Scritta AA 2015/16
Sessione Invernale - II Appello
28-02-2016

(1)

a)



$$F_{a1} = \mu_{d1} N_1 = \mu_{d1} m_1 g = 0{,}15 \cdot 4{,}8\ kg \cdot 9{,}8\ m/s^2 = 7{,}056\ N$$

$$F_{a2} = \mu_{d2} N_2 = \mu_{d2} m_2 g = 0{,}25 \cdot 2{,}2\ kg \cdot 9{,}8\ m/s^2 = 5{,}39\ N$$

Applico il II principio su tutto il sistema:

$$F - F_{a1} - F_{a2} = (m_1 + m_2)\, a$$

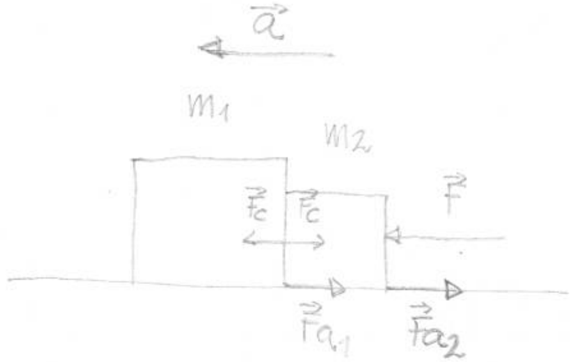
$$a = \frac{F - \mu_{d1} m_1 g - \mu_{d2} m_2 g}{m_1 + m_2} = \frac{(24 - 7{,}056 - 5{,}39)\ N}{7{,}0\ kg} = 1{,}65\ m/s^2$$

Ora applico il II principio sulla sola m_2, considerando che l'accelerazione di m_2 è la stessa del sistema (ovvero a).

$$F_c - F_{a2} = m_2 a$$

$$F_c = F_{a2} + m_2 a = 5{,}39\ N + 2{,}2\ kg \cdot 1{,}65\ m/s^2 = 9{,}02\ N$$

b)



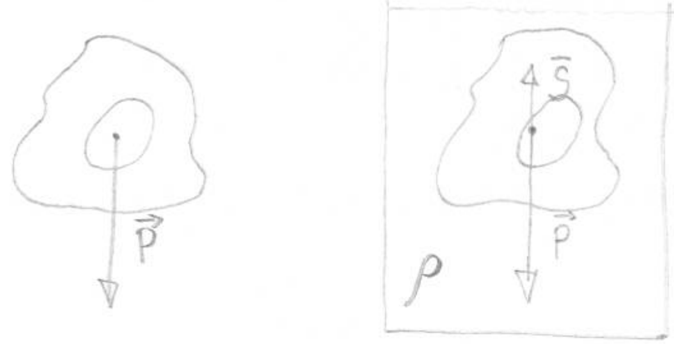
$\vec{F_{a1}}$ ed $\vec{F_{a2}}$ restano invariate in modulo e direzione ma cambiano verso. Lo stesso dicasi per $\vec{a}$, come si può verificare applicando il II principio a tutto il sistema.

Stavolta per trovare F_c applico il II principio alla sola m_1:
(ma avrei ottenuto lo stesso risultato applicandolo alla sola m_2)

$$F_c - F_{a1} = m_1 a$$

$$F_c = F_{a1} + m_1 a = 7{,}056\ N + 4{,}8\ kg \cdot 1{,}65\ m/s^2 = 14{,}98\ N$$

(2)



$$P_a = P - S$$
$$P = K P_a$$
$$P_a = \frac{1}{K} P$$

Sia V_r il volume della sola roccia, V_c quello della cavità e $V_t = V_r + V_c$ il volume totale.
Ottengo due espressioni per S:

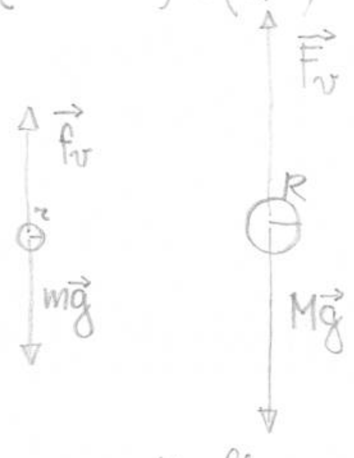
$$S = \rho V_t g \qquad \text{(principio di Archimede)}$$

$$S = P - P_a = P - \frac{1}{K} P = P\left(\frac{K-1}{K}\right) = \rho_r V_r g \left(\frac{K-1}{K}\right)$$

(Ho sostituito $P = \rho_r V_r g$: solo la parte rocciosa del campione contribuisce al suo peso; in altre parole il peso dell'aria nella cavità è trascurabile).
Uguaglio le due espressioni per S e risolvo in V_c/V_t

$$\rho V_t g = \rho_r V_r g \left(\frac{K-1}{K}\right)$$
$$\rho V_t = \rho_r (V_t - V_c)\left(\frac{K-1}{K}\right) \qquad /V_t$$
$$\rho = \rho_r \left(1 - \frac{V_c}{V_t}\right)\left(\frac{K-1}{K}\right)$$
$$\left(1 - \frac{V_c}{V_t}\right) = \frac{\rho}{\rho_r}\left(\frac{K}{K-1}\right)$$
$$\frac{V_c}{V_t} = 1 - \frac{\rho}{\rho_r}\left(\frac{K}{K-1}\right) = 1 - \frac{1}{5{,}2}\left(\frac{1{,}36}{0{,}36}\right) = 0{,}27 = 27\,\%$$

(3)



$$2r = d = 40\ \mu m$$
$$r = 20\ \mu m$$

$$2R = D = 100\ \mu m$$
$$R = 50\ \mu m$$

a) Nel caso di flusso laminare posso applicare la legge di Stokes:

$$f_v = 6\pi r \eta v$$

La velocità limite v_L si raggiunge quando $f_v = mg$

$$\cancel{6\pi r}\eta v_L = \frac{4}{3}\cancel{\pi}r^{\cancel{3}\,2}\rho g$$

$$v_L = \frac{2}{9}\rho\frac{r^2 g}{\eta} = \frac{2}{9}\,\frac{(20\cdot 10^{-6}\,m)^2\cdot 9{,}8\,\cancel{m}s^{-2}\cdot 10^3\,\cancel{kg}\,m^{-3}}{1{,}8\cdot 10^{-5}\,\cancel{N}m^{-2}s}$$

$$= \frac{2}{9}\,\frac{4{,}0\cdot 10^{-10}\cdot 9{,}8\cdot 10^3\,m^{-1}}{1{,}8\cdot 10^{-5}\,m^{-2}s}$$

$$= \frac{2}{9}\,\frac{0{,}4\cdot 0{,}98\cdot \cancel{10^{-10}}\cdot 10^5}{1{,}8\cdot \cancel{10^{-5}}}\,\frac{m}{s} = 0{,}0484\ m/s$$

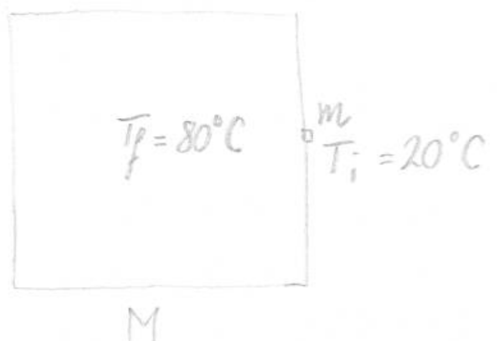
b) Se si potesse procedere in modo analogo per la goccia più grande si otterrebbe

$$V_L' = \frac{2}{9}\rho\frac{R^2 g}{\eta} = \frac{R^2}{r^2}v_L = \left(\frac{R}{r}\right)^2 v_L = \frac{25}{4}v_L = 0{,}30\,\frac{m}{s}$$

Poiché tuttavia la velocità misurata $V_L = 0{,}15$ m/s si ha

$$\frac{V_L}{V_L'} = \frac{0{,}15\ m/s}{0{,}30\ m/s} = 0{,}5 = 50\%$$

4



$T_i = 20°C = 293\ K$

$T_f = 80°C = 353\ K$

$c = 4{,}186\ \frac{J}{gK}$

a) $$\Delta S_a = \int_{T_i}^{T_f}\frac{dQ}{T} = mc\int_{T_i}^{T_f}\frac{dT}{T} = mc\ln\frac{T_f}{T_i} = 10^3\cancel{g}\cdot 4{,}186\,\frac{J}{\cancel{g}K}\cdot\ln\left(\frac{353}{293}\right)$$

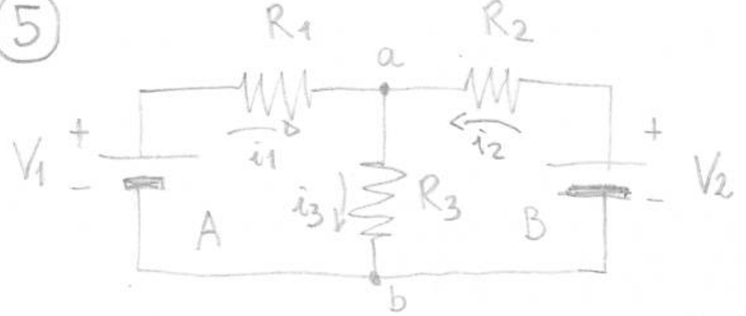
$$= 780\ J/K$$

b) Per la sostanza di massa M, lo scambio di calore avviene a T_f:

$$\Delta S_s = \frac{Q}{T_f} = \frac{-mc\Delta T}{T_f} = -mc\left(1-\frac{T_i}{T_f}\right) = -10^3\cancel{g}\cdot 4{,}186\,\frac{J}{\cancel{g}K}\cdot\left(1-\frac{293}{353}\right) = -712\ \frac{J}{K}$$

c) $$\Delta S = \Delta S_a + \Delta S_s = (780-712)\ J/K = +68{,}5\ J/K$$

(5)



Applico le leggi di Kirchhoff:

maglia A : $V_1 = R_1 i_1 + R_3 i_3$

" B : $V_2 = R_2 i_2 + R_3 i_3$

nodo a : $i_1 + i_2 = i_3$

Ricavo i_1 ed i_2 dalle prime due e sostituisco nella terza per trovare i_3:

$$i_1 = \frac{V_1}{R_1} - \frac{R_3}{R_1} i_3$$

$$i_2 = \frac{V_2}{R_2} - \frac{R_3}{R_2} i_3$$

NOTA: si poteva risparmiare qualche conto notando che $R_3 = 2R_1$

$$\frac{V_1}{R_1} - \frac{R_3}{R_1} i_3 + \frac{V_2}{R_2} - \frac{R_3}{R_2} i_3 = i_3$$

$$i_3 \left(1 + \frac{R_3}{R_1} + \frac{R_3}{R_2}\right) = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2}$$

$$i_3 \left(\frac{R_1R_2 + R_2R_3 + R_1R_3}{\cancel{R_1R_2}}\right) = \left(\frac{V_1R_2 + V_2R_1}{\cancel{R_1R_2}}\right)$$

$$i_3 = \frac{V_1R_2 + V_2R_1}{R_1R_2 + R_2R_3 + R_1R_3} = \frac{(5 \cdot 2{,}2 + 6 \cdot 1{,}8)\ V\cancel{\Omega}}{(1{,}8 \cdot 2{,}2 + 2{,}2 \cdot 3{,}6 + 1{,}8 \cdot 3{,}6)\ \Omega^{\cancel{2}}} = 1{,}19\ A$$