UNIVERSITÀ DI TRIESTE
Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Biologiche
A.A. 2018/2019 – Corso di Fisica
Prova Scritta – Sessione Estiva - II Appello - 26.07.2019

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) Un vecchio disco in vinile di *The Dark Side of the Moon* dei Pink Floyd, di diametro $d = 12$ pollici (1 pollice = 2.54 cm), viene posto sul piatto di un giradischi, ove ruota uniformemente compiendo 33+1/3 giri al minuto. Calcolare:

a) la velocità angolare ω del disco, esprimendola in radianti al secondo:

i) ω = 33+1/3 giri/min ii) ω = 3,49 rad/s

b) la velocità lineare v con cui il disco si muove sotto alla puntina del giradischi, quando questa viene appoggiata sull'orlo esterno del disco stesso.

i) v = $\omega d/2$ ii) v = 53,2 cm/s

c) Il numero di rotazioni n che il disco compie durante la riproduzione del brano, che dura circa Δt = 43 minuti.

i) n = $\Delta t \cdot \omega$ ii) n = 1430 giri circa

2) Un cubo di titanio (densità ρ_t= 4.5 g/cm^3) di lato l = 2.0 cm viene sospeso ad una molla il cui allungamento all'equilibrio è x = 6.0 mm rispetto alla molla indeformata [Si vedano le Figure Problema 2 (a) e (b) sul retro del foglio]. Successivamente il cubo, sempre sospeso alla molla, viene completamente immerso in acqua (densità ρ_a = 1.0 g/cm^3) [Figura (c)].

Determinare:

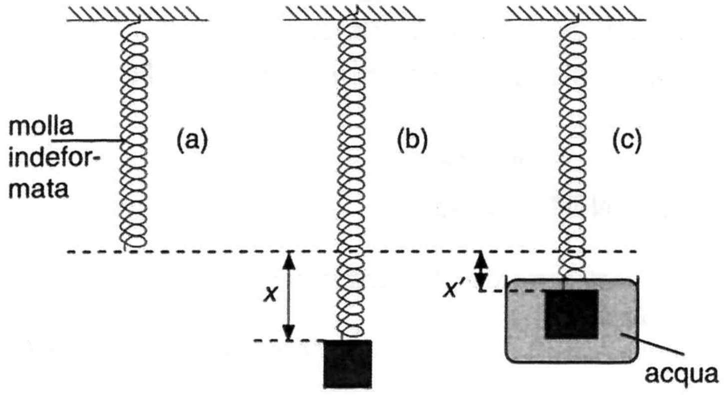
a) La costante elastica k della molla:

i) k = $\frac{\rho_t l^3 g}{x}$ ii) k = 58,8 N/m

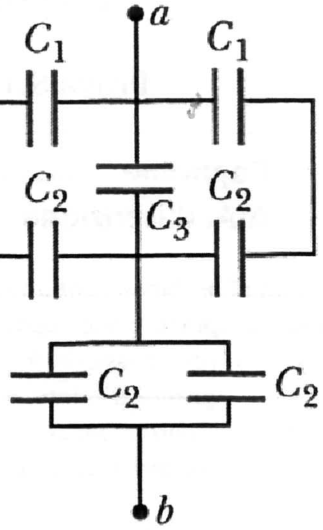
b) L'allungamento x' che presenta la molla, in condizioni di equilibrio, quando il corpo è immerso in acqua:

i) x' = $\left(1-\frac{\rho_a}{\rho_t}\right)x$ ii) x' = 4,7 mm

Problema 2



Problema 4



3) Un cubetto di ghiaccio secco (CO_2 solido) di massa $m = 12$ g viene posto in un contenitore molto freddo di volume $V_A = 18$ litri. Quindi, tutta l'aria viene rapidamente pompata fuori dal contenitore e questo viene chiuso ermeticamente. Il contenitore viene poi scaldato fino a $T_A = 0$ °C, una temperatura alla quale il CO_2 diventa gassoso.

a) Si determini la pressione del gas in questo stato (stato A)

i) $p_A = \frac{nRT_A}{V_A}$ ii) $p_A =$ 34,4 kPa = 0,34 atm

Il gas viene poi sottoposto ad una compressione isoterma finché la sua pressione diventa pari a $p_B = 2.0$ atm (stato B), seguita, immediatamente dopo, da una compressione isobara finché il volume arriva a $V_C = 1.0$ litri (stato C). Dopo aver rappresentato questi processi in un diagramma pV,

b) Si determini la temperatura finale T_C del gas

i) $T_C = \frac{p_B V_C}{p_A V_A}$ ii) $T_C =$ 89,2 K

c) Si determini il lavoro L compiuto sul gas (o dal gas) nell'intero processo, specificando la convenzione adottata per il segno.

i) $L = -\int_{V_A}^{V_B} p\,dV - p_B (V_C - V_B)$ ii) $L =$ 1097 + 417 = 1514 J

4) Sia dato il gruppo di condensatori collegati come mostrato in figura, con $C_1 = 1.00$ µF, $C_2 = 2.00$ µF e $C_3 = 3.00$ µF. La differenza di potenziale tra i punti a e b sia pari a $\Delta V = 25.0$ V. Calcolare:

a) La capacità equivalente C_{eq} tra i punti a e b.

i) $C_{eq} = \frac{52}{25} C_1$ ii) $C_{eq} =$ 2,08 µF

b) La carica Q_3 presente sulle armature del condensatore di capacità C_3.

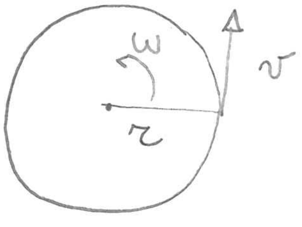
i) $Q_3 = C_3 \cdot \frac{3}{\cancel{13}C_1} \cdot \frac{\overset{4}{\cancel{52}}\,\cancel{C_1}}{25} \Delta V$ ii) $Q_3 =$ 36 µC

$= \frac{12}{25} C_3 \cdot \Delta V$

①

$$d = 12'' = 12'' \cdot \frac{2{,}54\ \text{cm}}{1''} = 30{,}48\ \text{cm}$$

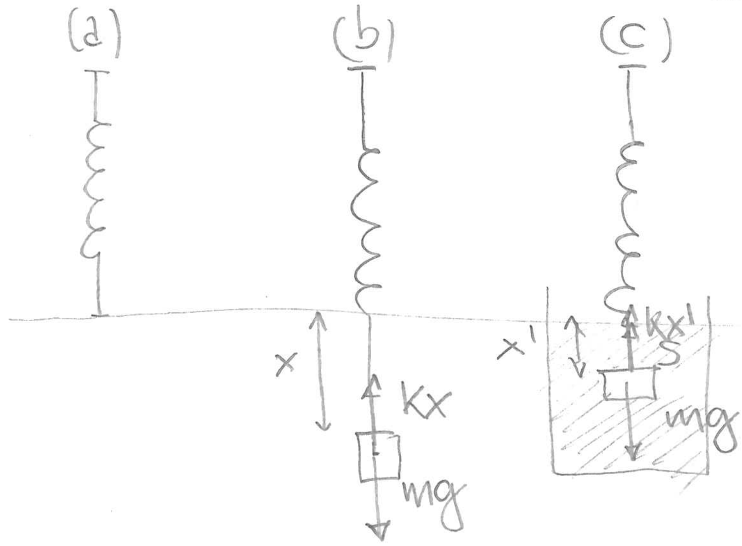
$$\omega = 33\,\tfrac{1}{3}\ \frac{\text{giri}}{\text{min}} = \frac{100}{3}\ \frac{\text{giri}}{\text{min}} = \frac{100\ 2\pi}{180}\ \frac{\text{rad}}{\text{s}} = 3{,}49\ \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$



$$v = \omega r = \omega \frac{d}{2} = 3{,}49\ \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot \frac{30{,}48\ \text{cm}}{2} = 53{,}2\ \text{cm/s}$$

$$n = 43\ \text{min} \cdot \frac{100\ \text{giri}}{3\,\text{min}} = 1433\ \text{giri}$$

②



In (b) la forza esercitata dalla molla bilancia il peso del cubo

$$kx = mg = \rho_t V g = \rho_t l^3 g \qquad (\mathrm{I})$$

In (c) la forza esercitata dalla molla e la spinta di Archimede S bilanciano il peso del cubo

$$kx' + S = mg$$

$$kx' = mg - S = \rho_t V g - \rho_a V g = (\rho_t - \rho_a) l^3 g \qquad (\mathrm{II})$$

Pertanto:

(a) $$k = \frac{\rho_t l^3 g}{x} \qquad (\text{da } (\mathrm{I}))$$

$$= \left(4{,}5\ \frac{\text{g}}{\cancel{\text{cm}^3}} \cdot 8{,}0\ \cancel{\text{cm}^3} \cdot 980\ \frac{\text{cm}}{\text{s}^2}\right) \frac{1}{0{,}60\ \text{cm}}$$

$$= 58{,}800\ \frac{\text{dine}}{\text{cm}} = \frac{0{,}588\ \text{N}}{0{,}01\ \text{m}} = 58{,}8\ \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

(b) da (II) si ha:

$$x' = \frac{(\rho_t - \rho_a)\,\ell^3 g}{k} \qquad \text{ma } k = \frac{\rho_t\, \ell^3 g}{x}$$

$$x' = \frac{(\rho_t - \rho_a)\,\cancel{\ell^3}\cancel{g}}{\rho_t\, \cancel{\ell^3}\cancel{g}}\, x = \left(1 - \frac{\rho_a}{\rho_t}\right) x$$

$$= \left(1 - \frac{1}{4{,}5}\right) \cdot 6{,}0\ \text{mm} = 4{,}7\ \text{mm}$$

3) stato A

$$p_A V_A = n R T_A$$

con $n = \dfrac{m}{PM} = \dfrac{12\ \text{g}}{(12 + 2 \cdot 16)\ \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = \dfrac{12\ \text{g}}{44\ \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0{,}273\ \text{mol}$

$$R = 8{,}31 \cdot \frac{\text{J}}{\text{mol K}}$$

$$T_A = 0°\text{C} = 273\ \text{K}$$

$$V_A = 18\ \ell = 18 \cdot 10^{-3}\ \text{m}^3$$

Quindi:

(a) $$p_A = \frac{n R T_A}{V_A} = \frac{0{,}273\ \cancel{\text{mol}} \cdot 8{,}31\ \frac{\text{J}}{\cancel{\text{mol}}\,\cancel{\text{K}}} \cdot 273\ \cancel{\text{K}}}{18 \cdot 10^{-3}\ \text{m}^3} = 34{,}4\ \text{KPa}$$

$$= 34{,}4 \cdot \cancel{10^3}\ \cancel{\text{Pa}} \cdot \frac{1\ \text{atm}}{101{,}3 \cdot \cancel{10^3}\ \cancel{\text{Pa}}} = 0{,}34\ \text{atm}$$

stato B

$$p_B = 2{,}0\ \text{atm}$$

$$T_B = T_A = 273\ \text{K}$$

$$V_B = \frac{n R T_B}{p_B} = \frac{n R T_A}{p_B} = V_A \cdot \frac{p_A}{p_B} = 18\ \ell\ \frac{0{,}34\ \text{atm}}{2\ \text{atm}} = 3{,}06\ \ell$$

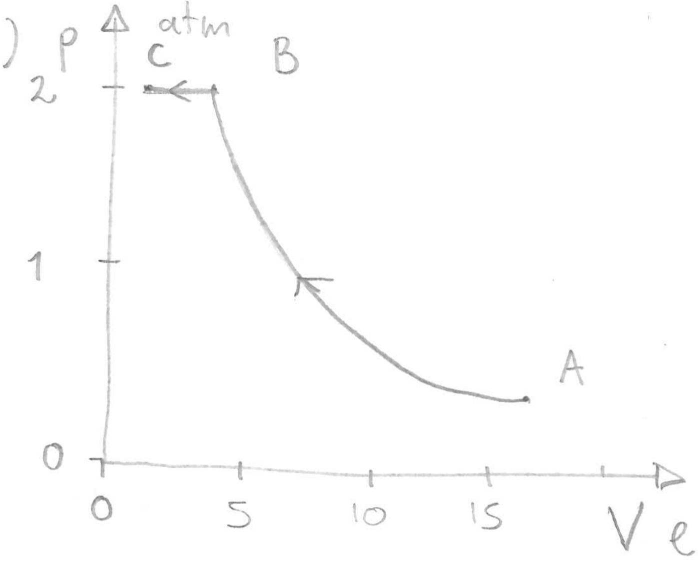
stato C

$$V_C = 1{,}0\ \ell$$

$$p_C = p_B = 2{,}0\ \text{atm}$$

(b) $$T_C = \frac{p_C V_C}{n R} = \frac{p_C V_C}{p_A V_A} \cdot T_A = \frac{2{,}0\ \text{atm} \cdot 1{,}0\ \ell}{0{,}34\ \text{atm} \cdot 18\ \ell} \cdot 273\ \text{K} = 89{,}2\ \text{K}$$

(c)



$$\mathcal{L}_{AC} = \mathcal{L}_{AB} + \mathcal{L}_{BC}$$

$$\mathcal{L}_{AB} = -\int_{V_A}^{V_B} p\,dV = -\int_{V_A}^{V_B} \frac{nRT}{V}\,dV = -nRT_A \int_{V_A}^{V_B} \frac{dV}{V} = -nRT_A \ln\frac{V_B}{V_A}$$

$$= -0{,}273\,\cancel{mol}\;8{,}31\,\frac{J}{\cancel{mol\,K}} \cdot 273\,\cancel{K} \cdot \ln\left(\frac{3{,}06\,\cancel{\ell}}{18\;\cancel{\ell}}\right)$$

$= 1097\ J$ (positivo, lavoro fatto sul sistema)

$$\mathcal{L}_{BC} = -p_B(V_C - V_B) = p_B(V_B - V_C) = 2{,}0\ atm \cdot (3{,}06 - 1{,}0)\ \ell$$

$$= 2 \cdot 101{,}3 \cdot \cancel{10^3}\ Pa \cdot 2{,}06 \cdot \cancel{10^{-3}}\ m^3$$

$= 417\ J$

$$\mathcal{L}_{AC} = \mathcal{L}_{AB} + \mathcal{L}_{BC} = 1097\ J + 417\ J = 1514\ J$$

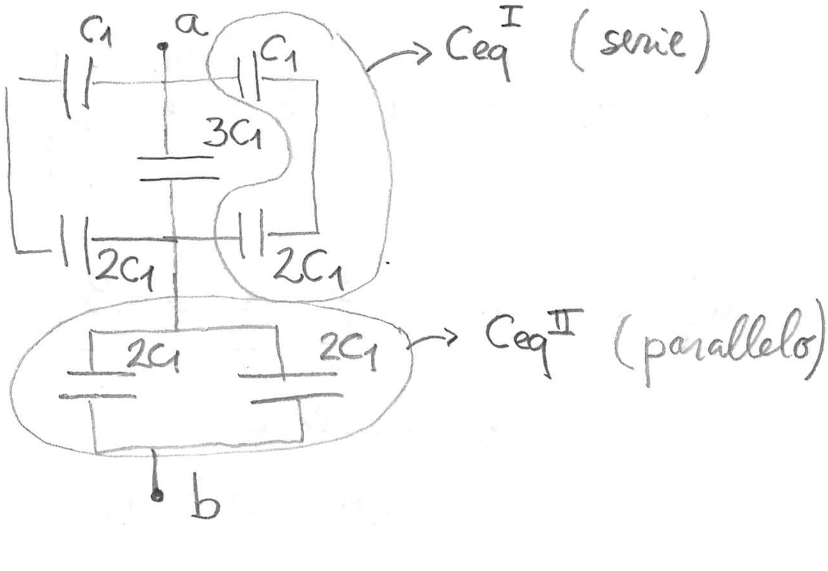
4 $C_1 = 1{,}00\ \mu F$

$C_2 = 2C_1 = 2{,}00\ \mu F$

$C_3 = 3C_1 = 3{,}00\ \mu F$

$\Delta V = 24 V$

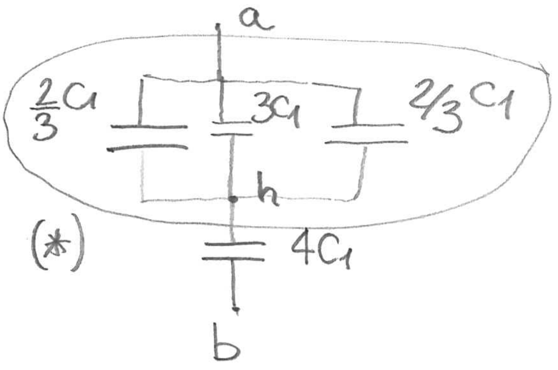
(a)



$$1/C_{eq}^{I} = 1/C_1 + 1/2C_1 = \frac{2+1}{2C_1} = \frac{3}{2C_1}$$

$$C_{eq}^{I} = \frac{2}{3} C_1$$

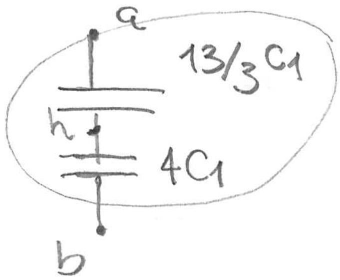
$$C_{eq}^{II} = 2C_1 + 2C_1 = 4C_1$$



(*)

C_{eq}^{III} (parallelo)

$$C_{eq}^{III} = \frac{2}{3}C_1 + 3C_1 + \frac{2}{3}C_1 = \frac{4C_1 + 9C_1}{3} = \frac{13}{3}C_1$$



(**)

C_{eq} (serie)

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{3}{13C_1} + \frac{1}{4C_1} = \frac{12+13}{52C_1} = \frac{25}{52C_1}$$

$$C_{eq} = \frac{52}{25} C_1$$

(b) Con riferimento alla figura (*), noto che la differenza di potenziale ai capi di $C_3 = 3C_1$ è la stessa che si trova ai capi di $C_{eq}^{III} = \frac{13}{3} C_1$.
Con riferimento alla figura (**) si nota inoltre che la carica Q su $C_{eq}^{III} = \frac{13}{3} C_1$ è la stessa carica Q che si trova su $C_{eq}^{II} = 4C_1$ e pure su $C_{eq} = \frac{25}{52} C_1$ (condensatori in serie).
Detto h il nodo in figura (*) e (**) ed utilizzando la definizione di capacità $C = \frac{Q}{\Delta V}$ nei 3 casi, si ha

$$C_{eq}^{III} = \frac{13C_1}{3} \quad \Delta V_{ah} = \frac{3}{13}\frac{Q}{C_1}$$

$$C_{eq}^{II} = 4C_1 \quad \Delta V_{hb} = \frac{1}{4}\frac{Q}{C_1}$$

$$C_{eq} = \frac{52}{25}C_1 \quad Q = \frac{52}{25} \cdot C_1 \cdot \Delta V = \frac{52}{\cancel{25}} \cdot 1\mu F \cdot \cancel{25} V = 5{,}2 \cdot 10^{-5}\ C$$

Infine: $\Delta V_{ah} = \frac{3}{13}\frac{Q}{C_1} = \frac{3}{13} \cdot \frac{52\,\mu C}{1\,\mu F} = 12{,}0 V$

$$Q_3 = C_3 \Delta V_{ah} = 3C_1 \cdot \Delta V_{ah} = 3 \cdot 1{,}00\,\mu F \cdot 12{,}0\ V = 36\,\mu C = 3{,}6 \cdot 10^{-5}\ C$$