UNIVERSITÀ DI TRIESTE

Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Biologiche

A.A. 2015/2016 – Corso di Fisica

Prova Scritta – I appello sessione estiva - 13.06.2016

Cognome RIGON **Nome** LUIGI

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) Una cassa di massa m = 40 kg, inizialmente ferma, viene spinta da una persona su di un pavimento orizzontale con una forza orizzontale **F** di intensità F = 130 N, sino a che la cassa acquisisce un'energia cinetica di K = 18 J. Successivamente, la persona smette di spingere la cassa e la lascia libera di proseguire il suo moto. Sapendo che il coefficiente di attrito dinamico tra la cassa ed il pavimento è μ_d = 0.30, calcolare:

a) la lunghezza l_1 del percorso compiuto dalla cassa mentre agisce la forza **F**:

i) $l_1 = \frac{K}{F-\mu_d mg}$ ii) $l_1 =$ 1,45 m

b) l'intervallo di tempo Δt durante il quale la persona esplica la forza:

i) $\Delta t = \frac{1}{F-\mu_d mg}\sqrt{2Km}$ ii) $\Delta t =$ 3,06 s

c) la lunghezza l_2 del percorso compiuto dalla cassa dall'istante in cui la persona cessa di spingere all'istante di arresto.

i) $l_2 = \frac{K}{\mu_d mg}$ ii) $l_2 =$ 0,153 m

2) L'aorta umana ha un diametro interno pari a circa d = 2 cm e la portata cardiaca è pari a circa Q = 5 l/min. Tale portata, inizialmente tutta a carico dell'aorta, viene infine ripartita tra i circa $N_c = 5\cdot 10^9$ capillari del letto capillare, aventi un diametro medio $d_c = 8\cdot 10^{-3}$ mm. Si stimi:

a) la velocità media v del sangue nell'aorta:

i) $v = \frac{4Q}{\pi d^2}$ ii) $v =$ 26,5 cm/s

b) la velocità media v_c del sangue nei capillari:

i) $v_c = \frac{4Q}{\pi N_c d_c^2}$ ii) $v_c = 3{,}32\cdot 10^{-2}$ cm/s

3) Una tubatura con asse orizzontale e sezione circolare variabile presenta inizialmente un raggio r_1 = 25 cm e per poi restringersi ad una sezione circolare di raggio r_2 = 10 cm. La tubatura è percorsa da un fluido incomprimibile (ρ = 940 kg/m^3) e non viscoso, che si muove con flusso stazionario ed irrotazionale con una portata Q = 380 l/min. Si calcoli la differenza di pressione p_1–p_2, ove p_1 e p_2 rappresentano rispettivamente la pressione del liquido in corrispondenza delle sezioni di raggio r_1 e r_2.

i) $p_1-p_2 = \frac{1}{2}\rho \frac{Q^2}{\pi^2}\left(\frac{1}{r_2^4} - \frac{1}{r_1^4}\right)$ ii) $p_1-p_2 =$ 18,6 Pa

4) Un sistema termodinamico, costituito da n = 2.0 mol di un gas ideale monoatomico, è sottoposto alle seguenti trasformazioni reversibili, a partire da uno stato iniziale A con pressione p_A = 120 kPa e volume V_A = 15 l:

I. trasformazione isocora, che porta il sistema dallo stato A allo stato B con pressione finale $p_B = 4p_A$;

II. trasformazione isoterma, che porta il sistema dallo stato B allo stato C con volume finale $V_C = 2V_B$.

Ricordando che per il gas in questione $E_{int}=nC_VT$, con $C_V=3R/2$ ed R = 8.31 J/(mol K), calcolare per le due trasformazioni:

a) le variazioni di energia interna ΔU_{AB} e ΔU_{BC}: E_{int} E_{int} $(U \equiv E_{int})$

i) $\Delta U_{AB} = \frac{9}{2} p_A V_A$ ii) $\Delta U_{AB} =$ 8,1 KJ

i) $\Delta U_{BC} = nC_V(T_C - T_B) = 0$ ii) $\Delta U_{BC} =$ 0

b) le variazioni di entropia ΔS_{AB} e ΔS_{BC}:

i) $\Delta S_{AB} = nC_V \ln 4$ ii) $\Delta S_{AB} =$ 34,56 J/K

i) $\Delta S_{BC} = nR \ln 2$ ii) $\Delta S_{BC} =$ 11,52 J/K

5) Un generatore di tensione ideale fornisce una differenza di potenziale ε =15 V. Ad esso si collegano, in serie, tre condensatori le cui capacità misurano, rispettivamente, C_1 = 3.6 μF, C_2 = 9.0 μF, e C_3 = 24 μF. Si calcolino:

a) la capacità C_{eq} equivalente ai tre condensatori in serie:

i) $C_{eq} = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}\right)^{-1}$ ii) $C_{eq} =$ 2,32 μF

b) le differenze di potenziale ΔV_1, ΔV_2, e ΔV_3, che si trovano rispettivamente ai capi dei tre condensatori:

i) $\Delta V_1 = \frac{C_{eq}}{C_1}\varepsilon$ ii) $\Delta V_1 =$ 9,68 V

i) $\Delta V_2 = \frac{C_{eq}}{C_2}\varepsilon$ ii) $\Delta V_2 =$ 3,87 V

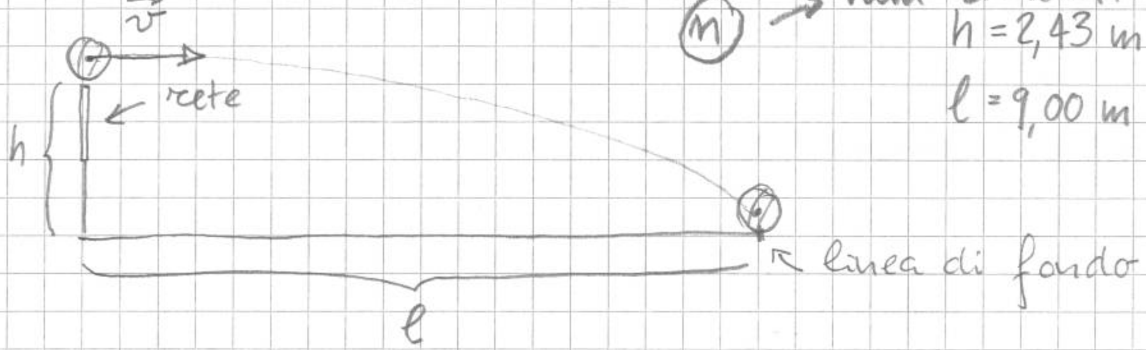
i) $\Delta V_3 = \frac{C_{eq}}{C_3}\varepsilon$ ii) $\Delta V_3 =$ 1,45 V

PROVA SCRITTA 13.06.16 - Soluzione - n → num. studenti FC
m → num studenti in corso

$h = 2{,}43$ m

$\ell = 9{,}00$ m

1



NOTA: la traiettoria considerata prevede uno spostamento verticale di h ed uno spostamento orizzontale di ℓ

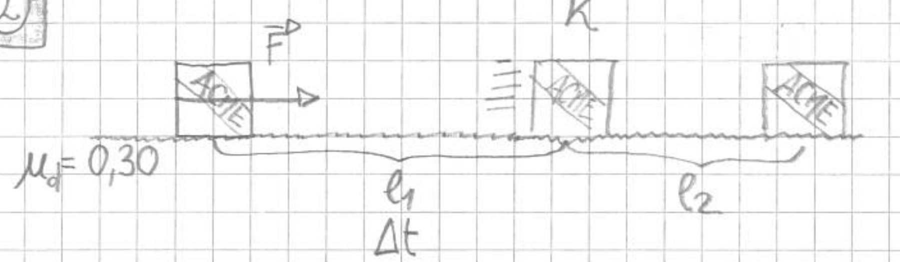
Verticale $\quad h = \frac{1}{2} g t^2 \quad$ in quanto $v_{0y} = 0$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Orizzontale $\quad v = \frac{\ell}{t} = \ell \sqrt{\frac{g}{2h}} = 9\,m \cdot \sqrt{\frac{9{,}8\,m/s^2}{2 \cdot 2{,}43\,m}} = 9 \cdot 1{,}42 \frac{m}{s} = 12{,}78 \frac{m}{s}$

$$= 46 \frac{km}{h}$$

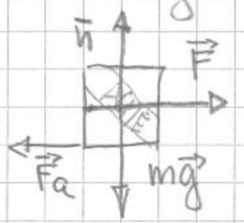
(1) 2



$F = 130\,N$

$K = 18\,J$

(a) Mentre agisce $\vec{F}$ si ha: $\quad \vec{n} + m\vec{g} = 0 \qquad n = mg$



$$F_a = \mu_d n = \mu_d mg$$

$$\Sigma\vec{F} = \vec{F} + \vec{F_a} = m\vec{a}$$

$$\Sigma F = F - \mu_d mg = ma \quad (*)$$

Inoltre applicando il teorema lavoro - energia:

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

$$(F - \mu_d mg)\,\ell_1 = K$$

$$\ell_1 = \frac{K}{F - \mu_d mg} = \frac{18\,J}{130\,N - 0{,}30 \cdot 40 \cdot 9{,}8\,N} = 1{,}45\,m$$

(b) Da (*), $\quad a = \frac{F}{m} - \mu_d g$

$$\ell_1 = \frac{1}{2} a t^2 \qquad t = \sqrt{\frac{2\ell_1}{a}} = \sqrt{\frac{2\frac{K}{ma}}{a}} = \frac{1}{a}\sqrt{\frac{2K}{m}} =$$

$$\ldots = t = \frac{1}{ma}\cdot\sqrt{2Km} = \frac{1}{F-\mu_d mg}\sqrt{2Km} =$$

$$= \frac{1}{130\,N - 0{,}30\cdot 40\cdot 9{,}8\,N}\sqrt{36\,J\cdot 40\,kg\,\frac{s^2}{s^2}}$$

$$= 3{,}06\ \frac{\cancel{N}s}{\cancel{N}} = 3{,}06\ s$$

(c) Applico di nuovo $\mathcal{L} = \Delta K$, dove $\mathcal{L} = \mathcal{L}_a = -F_a\,l_2 = -\mu_d mg\,l_2$

$$-\mu_d mg\,l_2 = -K$$

$$l_2 = \frac{K}{\mu_d mg} = \frac{18\ J}{0{,}30\cdot 40\cdot 9{,}8\ N} = 0{,}153\ m$$

(2) $\boxed{3}$

$d = 2\ cm$

$Q = 5\ l/min$

$N_c = 5\cdot 10^9$

$d_c = 8\cdot 10^{-3}\ mm$

Uso cgs

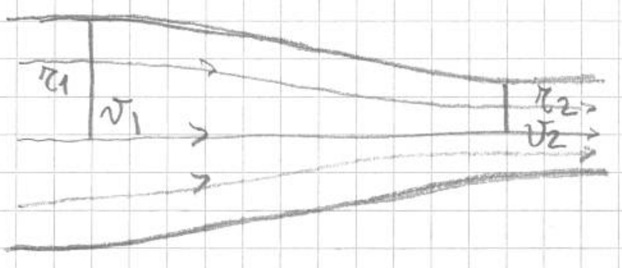
(a) $Q = 5\ l/min = \frac{5\cdot dm^3}{60\ s} = 83{,}33\ \frac{cm^3}{s}$

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\pi\left(\frac{d}{2}\right)^2} = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4\cdot 83{,}33\ \frac{cm^3}{s}}{\pi\ (4\ cm^2)} = 26{,}5\ \frac{cm}{s}$$

(b) $Q_c = \frac{Q}{N_c}$

$$v_c = \frac{Q_c}{A_c} = \frac{Q}{N_c\pi\left(\frac{d_c}{2}\right)^2} = \frac{4\cdot 83{,}33\ \frac{cm^3}{s}}{5\cdot 10^9\ \pi\ (8\cdot 10^{-4}\ cm)^2} = 3{,}32\cdot 10^{-2}\ \frac{cm}{s}$$

(3) $\boxed{4}$



$\rho = 940\ \frac{kg}{m^3}$

$Q = 380\ \frac{l}{min} = 6{,}33\cdot 10^{-3}\ \frac{m^3}{s}$

$$v_1 = \frac{Q}{\pi r_1^2} \qquad v_2 = \frac{Q}{\pi r_2^2}$$

Applicando Bernoulli:

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2}\rho\left(v_2^2 - v_1^2\right) = -\frac{1}{2}\rho\left[\left(\frac{Q}{\pi r_1^2}\right)^2 - \left(\frac{Q}{\pi r_2^2}\right)^2\right]$$

$$= -\frac{1}{2}\rho\frac{Q^2}{\pi^2}\left(\frac{1}{r_1^4} - \frac{1}{r_2^4}\right)$$

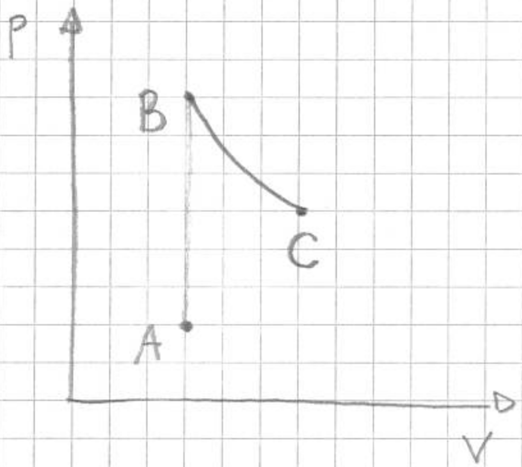
$$= -\frac{1}{2}\,\frac{940}{\pi^2}\frac{kg}{\cancel{m^3}}\left(6{,}33\cdot 10^{-3}\right)^2\frac{\cancel{m^6}}{s^2}\cdot\left[\left(\frac{1}{0{,}25}\right)^4 - \left(\frac{1}{0{,}10}\right)^4\right]\cancel{m^{-4}}$$

$$= -1{,}91\cdot 10^{-3}\cdot\left[4^4 - 10^4\right]\ Pa$$

$$= 18{,}6\ Pa$$

avevo sbagliato il segno ma me ne sono accorto perché deve essere $p_1 - p_2 > 0$, ovvero $p_1 > p_2$

④ ⑤



	p	V	T	(*)
A	p_A	V_A	T_A	$= \frac{p_A V_A}{nR}$
B	$4p_A$	V_A	$4T_A$	$= \frac{4 p_A V_A}{nR}$
C	$2p_A$	$2V_A$	$4T_A$	$= \frac{4 p_A V_A}{nR}$

(*) Usando più volte $pV = nRT$ esprimo le variabili di stato di B e C in funzione di quelle di A.

ⓐ $$\Delta E_{int\,AB} = n c_v (T_B - T_A) = n c_v\, 3T_A = n\frac{9}{2}R T_A = \frac{9}{2}p_A V_A$$

$$= \frac{9}{2}\,15\cdot\cancel{10^{-3}}\,m^3\,120\cdot\cancel{10^3}\,Pa = 8{,}1\ kJ$$

$$\Delta E_{int\,BC} = n c_v (T_C - T_B) = 0$$

ⓑ $$\Delta S_{AB} = \int_A^B \frac{dQ}{T} = \int_A^B \frac{dE_{int}}{T} = \int_A^B \frac{n c_v\, dT}{T} =$$

$$= n c_v \int_A^B \frac{dT}{T} = n c_v \ln\left(\frac{T_B}{T_A}\right) = n c_v \ln 4$$

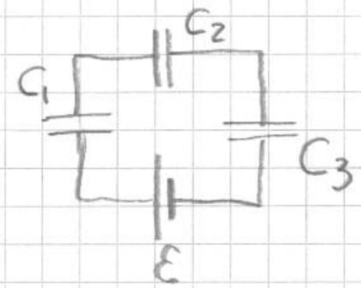
$$= 2{,}0\ \cancel{mol}\cdot\frac{3}{2}\,8{,}31\ \frac{J}{\cancel{mol}\,K}\ \ln 4 = 34{,}56\ \frac{J}{K}$$

$$\Delta S_{BC} = \int_B^C \frac{dQ}{T} = \int_B^C -\frac{dL}{T} = +\int_B^C \frac{p\,dV}{T} = +\int_B^C \frac{nR\cancel{T}}{V\cancel{T}}\,dV$$

$$\Delta S_{BC} = + nR \int_B^C \frac{dV}{V} = + nR \ln\left(\frac{V_C}{V_B}\right) = nR \ln 2$$

$$= 2{,}0 \cdot 8{,}31 \frac{J}{\cancel{mol}\,K} \cdot \ln 2 = 11{,}52 \frac{J}{K}$$

(5)



$\mathcal{E} = 15\ V$

$C_1 = 3{,}6\ \mu F$

$C_2 = 9{,}0\ \mu F$

$C_3 = 24\ \mu F$

(a) $$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \left(\frac{1}{3{,}6} + \frac{1}{9{,}0} + \frac{1}{24}\right) \mu F^{-1} = 0.43\ \mu F^{-1}$$

$C_{eq} = 2{,}32\ \mu F$

(b) Si ha $\Delta V_i = \frac{Q_i}{C_i}$ $\quad i = 1,3$

ma $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q = C_{eq} \cdot \mathcal{E}$ (cond. in serie), quindi:

$$\Delta V_i = \frac{C_{eq} \cdot \mathcal{E}}{C_i} \qquad i = 1,3$$

$$\Delta V_1 = \frac{2{,}32\ \cancel{\mu F}}{3{,}6\ \cancel{\mu F}}\ 15V = 9{,}68\ V$$

$$\Delta V_2 = \frac{2{,}32\ \cancel{\mu F}}{9\ \cancel{\mu F}}\ 15V = 3{,}87\ V$$

$$\Delta V_3 = \frac{2{,}32\ \cancel{\mu F}}{24\ \cancel{\mu F}}\ 15V = 1{,}45\ V$$

$15{,}00\ V$

si noti che
$\Delta V_1 + \Delta V_2 + \Delta V_3 = \mathcal{E}$