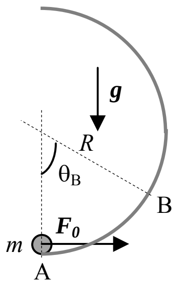
Corso di Laurea Ing. E-A – ESAME DI FISICA GENERALE - 14/1/2014

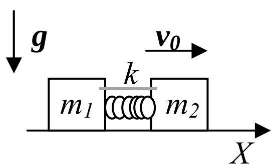
Nome e cognome: ……………………………………………………………   Matricola: ……………

Indirizzo e-mail (per comunicazione diretta dell'esito): …………………………………………………………………..

Istruzioni: ***riportate i risultati, sia letterali che numerici, se richiesti, in questo foglio; allegate "brutte copie" o altri documenti che ritenete utili.*** *Le risposte non adeguatamente giustificate non saranno prese in considerazione*

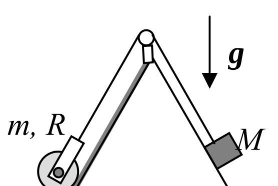


1. Una pallina (**puntiforme**) di massa $m = 1.0$ kg può muoversi con **attrito trascurabile** su una guida rigida e fissa che ha la forma di una semicirconferenza di raggio $R = 5.0$ m e si trova su un piano verticale, come rappresentato in figura. Inizialmente la pallina si trova ferma nel punto più basso della guida (punto "A" di figura). Quindi essa si mette in movimento sotto l'azione di una forza **costante e uniforme** diretta sempre in direzione orizzontale (verso la destra di figura) e di modulo $F_0 = 10$ N. [Usate $g = 9.8$ m/s^2 per il modulo dell'accelerazione di gravità]
   a) Quanto vale la velocità v_B con cui la pallina passa per il punto "B" di figura? [L'angolo indicato vale $\theta_B = \pi/3$; ricordate che $cos(\pi/3) = ½$ e $sin(\pi/3) = 3^{1/2}/2$ con $3^{1/2} \sim 1.73$]
   v_B = …………………………………… ~ ………. m/s $(2F_0Rsin\theta_B/m-2gR(1-cos\theta_B))^{1/2} \sim 6.1$ m/s
   [data l'assenza di attriti, conviene impiegare il bilancio energetico, ovvero $L = \Delta E_K+\Delta U_G = (m/2)v_B^2+mgR(1-cos\theta_B)$. In questa espressione abbiamo debitamente considerato che inizialmente la pallina è ferma (nulla è l'energia cinetica iniziale) e che la variazione di quota, responsabile per la variazione di energia potenziale della forza peso, è $\Delta z = R(1-cos\theta_B)$, dove l'asse z è orientato verso l'alto. Il lavoro L della forza applicata, che permette il movimento della pallina, può essere calcolato in maniera immediata notando che la forza è costante e uniforme. Dunque il lavoro non è altro che il modulo della forza moltiplicato per la **proiezione** dello spostamento nella direzione x (orizzontale), che è quella della forza, cioè $L = F_0\Delta x = F_0Rsin\theta_B$, come si deduce facilmente usando la trigonometria. Mettendo tutto insieme si ottiene la risposta]
   b) Quanto vale, in modulo, la forza di reazione vincolare N_B esercitata dalla guida sulla pallina quando questa **sta passando** per la posizione "B"? [Occhio: la pallina si muove lungo la semicirconferenza! Inoltre essa è "appoggiata" alla guida e su di essa agisce la forza $\boldsymbol{F_0}$]
   N_B = …………………………………… = ………. N $3(F_0sin\theta_B+mgcos\theta_B)-2mg = 21$ N   [dato che la pallina compie una traiettoria circolare, su di essa deve agire l'accelerazione centripeta $a_C = v_B^2/R$. Tale accelerazione deve essere fornita dalle forze che hanno direzione radiale, prese con il verso giusto (supponiamo positivo per il verso centripeto). Tali forze sono: la reazione vincolare N_B , la componente radiale della forza peso, $-mgcos\theta_B$ (il segno negativo dipende dalla scelta del verso!) e la componente radiale della forza $\boldsymbol{F_0}$, $-F_0sin\theta_B$ (di nuovo il segno negativo è congruente con la scelta del verso). Deve quindi essere: $ma_C = mv_B^2/R = 2F_0sin\theta_B - 2mg(1-cos\theta_B) = N_B - F_0sin\theta_B - mgcos\theta_B$, che, riarrangiata e semplificata, fornisce la soluzione]
   c) Supponete ora che, **subito dopo** il passaggio per la posizione "B", la forza $\boldsymbol{F_0}$ venga improvvisamente "spenta" (cioè posta pari a zero). Determinate in quale posizione si arresta la pallina (esprimete la posizione di arresto della pallina attraverso il coseno dell'angolo θ_C formato dal "raggio vettore" al punto di arresto con la direzione verticale).
   $cos\theta_C$ = …………………………………… ~ ………. $1-F_0sin\theta_B/(mg) \sim 0.12$ [continua a valere il bilancio energetico che, in questo caso, assume la semplice forma di conservazione dell'energia meccanica: $0 = \Delta E_k+\Delta U_G = -(m/2)v_B^2 + mgR(cos\theta_B - cos\theta_C)$. In questa espressione abbiamo debitamente tenuto conto che la pallina si arresta alla posizione "C", da cui il segno della differenza di energia cinetica, e che la variazione di quota, come si vede dalla trigonometria, si esprime come $\Delta z = R(cos\theta_B - cos\theta_C)$. Impiegando il risultato trovato prima per v_B e riarrangiando si ottiene il risultato. Come potete facilmente notare, il risultato si ottiene anche più semplicemente impostando il bilancio energetico tra il punto "A" e il punto "C" (in questo caso $\Delta E_k = 0$, essendo la pallina ferma all'inizio e alla "fine"): $L = mgR(1-cos\theta_C)$ Notate che l'angolo individuato vale circa 83 gradi, dunque la pallina non supera la "metà" della guida]



2. Un sistema è composto da due blocchi di massa $m_1 = 3.0$ kg e $m_2 = 3m_1$ che possono muoversi con **attrito trascurabile** lungo la direzione **orizzontale** X vincolati tra di loro tramite una molla di massa trascurabile e costante elastica $k = 9.0$ N/m. Inizialmente i due blocchi sono legati da una cordicella, che mantiene compressa la molla per un certo tratto Δ (incognito); in queste condizioni essi si muovono come un solo corpo con la stessa velocità uniforme e costante di modulo $v_0 = 1.0$ m/s nel verso positivo dell'asse X, come indicato in figura. All'istante $t_0 = 0$ la cordicella si spezza e si osserva che a un certo istante t' la molla assume (istantaneamente) la propria lunghezza di riposo.
   a) Quanto vale l'istante t' ? [State attenti a considerare per bene il moto dei due blocchetti!]
   t' = …………………………………… = ……….. s $\pi/(2\omega) = \pi(3m/(4k))^{1/2}/2 = 0.785$ s [i due blocchetti sono animati da un moto **relativo** di tipo armonico. Infatti l'equazione del moto relativo stabilisce $a_{REL} = F_{INT}/\mu$, dove la forza di interazione è, in questo caso, proprio la forza elastica, cioè $F_{INT} = -k(L-L_0)$, essendo L_0 la lunghezza di riposo della molla (non nota perché non serve). D'altra parte $L = x_2-x_1 = x_{REL}$, da cui si deduce che il moto **relativo** (di un blocchetto rispetto all'altro!) è proprio di tipo armonico. La condizione iniziale di tale moto armonico è che la coordinata **relativa** è al suo valore minimo; all'istante t' , invece, la coordinata **relativa** passa per il valore di equilibrio. Questo processo si svolge, come si può facilmente dimostrare, in un intervallo di tempo pari a $T/4$, essendo $T = 2\pi/\omega$ il periodo del moto **relativo**. D'altra parte per il moto armonico si sa che $\omega = (k/\mu)$. Come tutti sapete, μ rappresenta la **massa ridotta** del sistema, ed è tale che $1/\mu = 1/m_1+1/m_2$, ovvero $\mu = 3m/4$, da cui la soluzione]
   b) Sapendo che all'istante t' di cui sopra la velocità del blocchetto 1 è $v_1' = 0.4$ m/s, quanto vale la velocità v_2' del blocchetto 2 allo stesso istante t'? [Usate il riferimento di figura, cioè esprimete anche il segno della velocità che determinate]
   v_2' = …………………………………… = ……….. m/s $(4v_0-v_1')/3 = 1.2$ m/s   [il sistema è isolato lungo l'asse X , dato che su di esso non agiscono forze esterne in questa direzione. Dunque si deve conservare la quantità di moto totale del sistema, cioè, per un qualsiasi istante: $m_1v_1+m_2v_2 = (m_1+m_2)v_0$. Usando la relazione tra le masse, la condizione si scrive: $v_1+3v_2 = 4v_0$. Da qui la risposta]

3. Un rullo (costituito da un cilindro pieno e omogeneo con un giogo di massa trascurabile) e una cassa (puntiforme) si trovano, collegati tra loro da una fune inestensibile di massa trascurabile, sulla



superficie di un prisma a sezione di triangolo equilatero, come disegnato in figura. Massa e raggio del rullo (che può ruotare con attrito trascurabile attorno al proprio asse) sono m = 2.0 kg e R = 20 cm, la massa della cassa è invece incognita e indicata con M. La superficie del prisma nel lato su cui poggia il rullo è **scabra**, con coefficiente di attrito μ = 0.50. Invece il lato su cui poggia la cassa è **liscio** (qui l'attrito è trascurabile). Notate che la fune scorre con attrito trascurabile su un piolo collocato sul vertice superiore del triangolo e realizzato in modo che i due tratti di fune siano paralleli ai lati del triangolo-sezione, come in figura. [Usate $g = 9.8$ m/s^2 per il modulo dell'accelerazione di gravità]

a) Quanto deve valere la massa della cassa M_{EQ} affinchè i due corpi siano in equilibrio? E in condizioni di equilibrio quanto vale, in modulo, la forza di attrito $F_{A,EQ}$ che la superficie scabra del prisma esercita sul rullo? [Per favore, spiegate per bene, in brutta, come procedete per giungere alla risposta]

M_{EQ} = …………………………….. = ... kg m = 2.0 kg [affinché ci sia equilibrio è necessario che siano nulle tutte le accelerazioni rilevanti per il problema, cioè le accelerazioni traslazionali a_m e a_M dei due corpi e l'accelerazione angolare α del rullo. Scegliendo un sistema di riferimento parallelo ai due lati del triangolo e orientato verso l'alto nel lato di sinistra e verso il basso in quello di destra si ha, per l'inestensibilità della fune, $a_m = a_M = a$. Scriviamo ora le equazioni del moto traslazionale rispetto a tale riferimento: è $a_m = -g\sin\theta + T/m \pm F_A/m$ e $a_M = g\sin\theta - T/M$, dove T rappresenta il modulo della tensione della fune (uguale ai due estremi, essendo la fune inestensibile e non essendoci oggetti ulteriori, tipo pulegge massive, che partecipano alla dinamica), θ l'angolo "di base" del triangolo (la geometria delle scuole elementari ci dice che $\theta = \pi/3$!) e F_A è il modulo della forza di attrito sul rullo, con un segno $\pm$ per tenere conto del possibile moto verso l'alto o verso il basso del rullo. L'equazione del moto di rotazione del rullo, essendo solo la forza di attrito coinvolta nella rotazione (le altre forze applicate al rullo hanno tutte braccio nullo!), recita $\alpha = \tau/I = 2F_AR/(mR^2) = 2F_A/(mR)$, dove abbiamo notato che il braccio della forza di attrito è R e abbiamo usato l'espressione del momento di inerzia per un cilindro pieno e omogeneo; notate che in questa espressione stiamo trascurando i segni, cosa sicuramente corretta dato che per il momento vogliamo determinare le condizioni di equilibrio. All'equilibrio deve essere $\alpha = 0$, per cui $F_{A,EQ} = 0$. Di conseguenza, ponendo $a = 0$ e sommando membro a membro le due equazioni del moto traslazionale, si ha $T/m = T/M$, cioè le due masse devono essere uguali fra loro]

$F_{A,EQ}$ = …………………………….. = ... N 0 [vedi sopra]

b) Immaginate ora che il Mago Silvan raddoppi per incanto la massa della cassa rispetto al valore appena determinato per l'equilibrio, cioè supponete $M = 2M_{EQ}$. In queste condizioni l'equilibrio non c'è più e si osserva che i due corpi si mettono in movimento. Quanto vale, in queste nuove condizioni, il modulo della forza di attrito F_A che la superficie scabra del prisma esercita sul rullo? [Mi raccomando: è necessaria una spiegazione corretta e completa, da riportare in brutta]

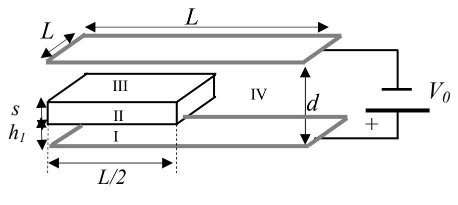
F_A = …………………………….. ~.......... N $mg\sin\theta/7$ ~ 2.4 N [si intuisce al volo che nelle nuove condizioni la cassa si sposta verso il basso e il rullo verso l'alto (se non siete convinti, dimostratelo!). Le equazioni del moto sono quelle scritte sopra, con $M = 2M_{EQ} = 2m$ e con il segno negativo davanti alla forza di attrito. Inoltre scegliamo come positivo il verso di rotazione del rullo in senso orario, che corrisponde a un'accelerazione a positiva. Vista la presenza di attrito, dobbiamo chiederci se il moto del rullo è di rotolamento puro. Se questo si verifica si ha $a_m = a_M = a = \alpha R$. In questa ipotesi si ottiene un sistema di tre equazioni e tre incognite (a, α, F_A) che, risolto per l'**incognita** F_A, dà $F_A = mg\sin\theta/7$. Per definizione di coefficiente di attrito (statico, ovviamente, come deve essere nel caso di rotolamento puro!), si ha $F_A \le \mu N = \mu mg\cos\theta$, dove abbiamo notato che la reazione vincolare esercitata dalla superficie del triangolo sul rullo (al punto di contatto) è $N = mg\cos\theta$. Dunque affinché sia possibile avere rotolamento puro deve essere $\mu \ge tg\theta/7$. Con i dati del problema (e la geometria di scuola elementare!), si ha $tg\theta = 3^{1/2} < 7\mu = 3.5$, per cui il moto è effettivamente di rotolamento puro. Allora l'ipotesi fatta prima è corretta e corretta è l'espressione della forza di attrito, da cui la risposta. Notate che la discussione fatta per stabilire la tipologia del moto è necessaria per la soluzione (se non l'avete fatta non potete dare la risposta corretta!)]

4. Due sottili lamine conduttrici di forma quadrata (spigolo L = 0.10 m) e spessore trascurabile sono poste parallelamente l'un l'altra ad una distanza pari a d = 1.0 cm, in modo da costituire le armature di un condensatore a facce piane parallele. Ad un dato istante, le due lamine, che inizialmente erano **scariche**, vengono collegate ad un generatore ideale di differenza di potenziale V_0 = 200 V. [Usate il valore $\varepsilon_0 = 8.8\times10^{-12}$ F/m per la costante dielettrica del vuoto e trascurate gli "effetti ai bordi"]

a) Quanto vale la carica Q_0 che si accumula sulle lamine in condizioni di equilibrio? [Come per la consueta convenzione, dovete considerare la carica "positiva", quella depositata sull'armatura collegata al polo positivo del generatore]

Q_0 = ………………………………… = ……….. C $CV_0 = (\varepsilon_0 L^2/d) V_0 = 1.8\times10^{-9}$ C [come tutti sapete, e potete facilmente dimostrare, la capacità di un condensatore ad armature piane parallele è $C = \varepsilon_0 A/d$, con $A = L^2$area delle armature stesse. Sapendo che, in condizioni di equilibrio, $Q = C\Delta V$ si ottiene la risposta]

b) Supponete ora che lo spazio (inizialmente vuoto) tra le lamine venga parzialmente occupato da una lastra conduttrice **scarica** con la forma di un parellelepipedo, di dimensioni di base $L/2$ e L e spessore $s=d/2$; la figura mostra la disposizione della lastra, i cui piani di base sono paralleli alle armature (il piano in basso di figura dista h_1 = 2.0 mm dall'armatura "inferiore"). In queste condizioni si determinano quattro diverse regioni, indicate in figura con numeri romani. Quanto valgono, all'equilibrio, i **moduli** dei campi elettrici E_I, E_{II}, E_{III}, E_{IV} che si misurano in queste regioni? [Le quattro regioni indicate si riferiscono rispettivamente al volume compreso tra armatura "inferiore" e lastra, al volume all'**interno** della lastra, al volume compreso tra lastra e armatura "superiore, al volume tra le armature laddove la lastra non è presente]



Disegno non in scala!!!

E_I = ………………………………… = ……….. V/m $E_{III} = 2V_0/d = 4.0\times10^4$ V/m

E_{II} = ………………………………… = ……….. V/m 0

E_{III} = ………………………………… = ……….. V/m $E_I = 2V_0/d = 4.0\times10^4$ V/m

E_{IV} = ………………………………… = ……….. V/m $V_0/d = 2.0\times10^4$ V/m [si può subito affermare che, all'equilibrio, essendo la lastra fatta di materiale conduttore, si avrà E_{II}=0. Inoltre, applicando il teorema di Gauss ad una scatola (esempio, un cilindro) che ha il suo asse diretto verticalmente (rispetto alla figura) e le sue basi una nella regione I e una nella regione III, si vede immediatamente che $E_I=E_{III}$, dato che, essendo la lastra scarica, il flusso complessivo del campo elettrico deve essere nullo (notate che in questa risposta si sfrutta anche la geometria/simmetria piana del sistema, giustificata dal fatto che si possono trascurare gli effetti ai bordi e quindi i campi, quando presenti, sono verticali e uniformi nelle varie regioni). Per determinare l'intensità dei campi conviene servirsi della relazione tra campo elettrico e differenza di potenziale, $\Delta V = \int \mathbf{E}\cdot d\mathbf{l}$. Infatti, come già affermato, in ogni regione i campi sono uniformi e diretti perpendicolarmente alle facce delle armature, grazie alla simmetria (piana) che si verifica trascurando gli effetti ai bordi. Quindi l'integrale di linea che compare nella differenza di potenziale può essere facilmente calcolato. Poiché la differenza di potenziale tra le armature è (fissa e nota) V_0 , si ottiene facilmente $V_0 = E_I h_a + E_{III}(d-s-h_I) = E_I(d-s) = E_I d/2$, da cui il risultato, Infine il campo E_{IV} può anche essere determinato, in modo molto diretto, con lo stesso approccio]

c) Quanto vale la capacità C' del condensatore nelle condizioni di cui al punto precedente (con la lastra al suo interno)?

C' = …………………………………… = ……….. pF $(3/2)\varepsilon_0 L^2/d = 13\text{x}10^{-12}$ F = 13 pF [per rispondere alla domanda occorre determinare la quantità di carica accumulata nella nuova configurazione. Anche qui da consuetudine e convenzione (la capacità deve essere positiva per una differenza di potenziale positiva!) va considerata la carica che si trova sull'armatura inferiore. Conoscendo le intensità dei campi essa può essere facilmente determinata usando il teorema di Gauss (scatole come sopra), che, in queste circostanze, ha talvolta il nome di teorema di Coulomb. Cominciamo con la regione IV: usiamo una scatola di forma come sopra con una base nella regione IV e una fuori dal condensatore, dove, grazie anche alla simmetria piana, possiamo considerare nullo il campo. Detta ΔS la superficie di base della scatola, sfruttando l'uniformità dei campi si ottiene immediatamente: $E_{IV} = Q_{IV}/(\varepsilon_0 \Delta S)$. Prendendo scatole la cui area di base è pari all'area delle armature "non corrispondente" alla lastra, cioè $\Delta S = L^2/2$ (un lato vale L, l'altro $L/2$!), la carica $Q_{IV} = \varepsilon_0 E_{IV} L^2/2$ è proprio la porzione di carica che, in condizioni di equilibrio, si deposita sulla parte di armatura considerata. Analogo procedimento si può applicare per determinare $Q_I = \varepsilon_0 E_I L^2/2$. La carica complessiva sull'armatura considerata è quindi $Q = Q_I + Q_{IV} = \varepsilon_0(L^2/2)(E_I+E_{IV}) = \varepsilon_0(L^2/d)(3/2)V_0$, dove nell'ultimo passaggio abbiamo utilizzato le espressioni dei campi trovate in precedenza. Da qui il risultato. Esiste poi una strada alternativa che porta alle stesse conclusioni e che si basa sulla considerazione che il sistema può essere considerato come un collegamento tra tre diversi condensatori a armature piane e parallele: il condensatore "IV" è infatti in parallelo con la serie dei condensatori "I" e "III" (la simbologia dovrebbe essere facilmente comprensibile). Usando l'espressione per la capacità dei condensatori ad armature piane e parallele e sfruttando le regoline per serie e parallelo di condensatori si ottiene lo stesso risultato (provateci!)]

d) Quanto vale la **variazione** di energia "elettrostatica" ΔU_E immagazzinata nel condensatore quando esso passa dalla configurazione (iniziale) del punto a) a quella (finale) dei punti b) e c)?

ΔU_E = …………………………………… = ……….. J $\varepsilon_0(L^2/d)(3/2-1)V_0^2/2 = 1.3\text{x}10^{-7}$ J [essendo note le capacità delle due configurazioni, ed essendo la differenza di potenziale costante, si può scrivere $\Delta U_E = (C'-C)V_0^2/2$,dove la capacità C è quella del condensatore vuoto, $C = \varepsilon_0 L^2/d$. Da qui la risposta]

-- *TERMODINAMICA (OPZIONALE E SOLO PER STUDENTI MOLTO ANZIANI)*

5. Un campione di $n = 9.8\text{x}10^{-3}$ moli di gas perfetto monoatomico si trova all'interno di un recipiente cilindrico che ha area di base S = 0.98 cm^2 ed è dotato di pareti indeformabili che formano un'intercapedine riempita con una grande quantità di acqua e ghiaccio fondente. In particolare, la parete "interna" è perfettamente trasparente al calore, mentre quella esterna è praticamente impermeabile al calore: in questo modo si ottiene che il gas è a contatto termico con il ghiaccio fondente e lo scambio di calore con il "mondo esterno" può essere considerato trascurabile. Nel recipiente può scorrere, in direzione verticale (la direzione dell'asse del cilindro) e con attrito trascurabile, un tappo di massa m (incognita) che suddivide il volume del recipiente in due regioni: in quella "di sotto" si trova il gas, mentre in quella "di sopra" è fatto il vuoto pneumatico. Inizialmente la regione occupata dal gas ha altezza h_0 = 10 cm e le condizioni sono di **equilibrio**. [Usate g = 9.8 m/s^2 per il modulo dell'accelerazione di gravità e R = 8.3 J/(K mole) per la costante dei gas perfetti]

a) Quanto deve valere la massa m del tappo?

m = ………………………………… = ...…. kg nRT_0h_0/g = 23 kg [il gas è all'equilibrio con una grande massa di ghiaccio fondente, pertanto esso si trova alla temperatura T_0 = 273 K. Inoltre, essendo all'equilibrio, la sua pressione deve uguagliare la pressione esercitata dal tappo, che vale $P_0 = mg/S$. Dalla legge dei gas perfetti si trova $P_0V_0 = P_0Sh_0 = mgh_0 = nRT_0$, da cui la soluzione]

b) Supponete ora che, all'interno del gas, avvenga a un certo istante una qualche reazione chimica che comporta un'esplosione in cui viene liberata una certa quantità di calore Q_{ESPL} (incognita). Dopo un certo tempo, necessario perché il gas raggiunga una nuova condizione di equilibrio, si osserva che una quantità ΔM = 20 g di ghiaccio si è fusa all'interno dell'intercapedine. Quanto vale la nuova altezza h' della regione occupata dal gas dopo che il sistema ha nuovamente raggiunto l'equilibrio? Quanto vale il calore Q_{ESPL}? [Supponete che l'esplosione **non** modifichi il numero di moli del gas; usate il valore $\lambda_F = 3.0\text{x}10^5$ J/kg per il calore latente di fusione del ghiaccio e considerate che la massa iniziale di ghiaccio fondente è molto maggiore di ΔM; state attenti ai trabocchetti e discutete per benino in brutta!]

h' = …………………………………… = …….. m h_0 = 0.10 m

Q_{ESPL} = …………………………………… = …….. J $\Delta M\lambda_F = 6.0\text{x}10^3$ J [il gas subisce una trasfomazione presumibilmente non reversibile, dato che l'esplosione è un fenomeno violento che difficilmente può dare luogo a trasformazioni che passano per stati di equilibrio. Alla fine del processo, però, il gas si troverà in una nuova condizione di equilibrio in cui sia la pressione (la massa del tappo non cambia) che la temperatura (il ghiaccio fondente si comporta da termostato) non sono variate rispetto alle condizioni iniziali. Dunque il volume del gas resterà lo stesso che era occupato inizialmente. Allora il gas complessivamente non compie lavoro, e nulla è la variazione di energia interna, essendo nulla la variazione di temperatura. Di conseguenza il gas non scambia calore e **tutto** il calore ceduto dall'esplosione viene impiegato per fondere la quantità ΔM di ghiaccio, da cui la soluzione]

c) Quanto vale la variazione di entropia ΔS dell'intero sistema (gas + acqua e ghiaccio fondente) nel processo sopra considerato?

ΔS = …………………………………… = …….. J/K $\Delta M\lambda_F/T_0$=22 J/K $\Delta M\lambda_F = 6.0\text{x}10^3$ J [il gas non modifica il suo stato ed essendo la variazione di entropia di un gas esprimibile come la variazione di entropia per una trasformazione reversibile che connette lo stato iniziale con quello finale (dunque una trasformazione "nulla",in questo caso), si ha che il gas non muta l'entropia. Invece la miscela acqua e ghiaccio fondente subisce una trasformazione irreversibile consistente nella fusione di una sua parte. Essendo questa trasformazione isoterma (la temperatura non varia, mantenendosi sempre pari alla temperatura di fusione del ghiaccio, T_0 = 273 K), la variazione di entropia si ottiene dividendo il calore necessario per la fusione per questa temperatura, da cui il risultato]

Nota: acconsento che l'esito della prova venga pubblicato sul sito web del docente, http://www.df.unipi.it/~fuso/dida, impiegando come nominativo le ultime quattro cifre del numero di matricola, oppure il codice: | | | | | (4 caratteri alfanumerici).

Pisa, 14/1/2014 Firma: