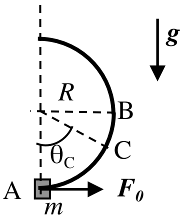
Corso di Laurea Ing. EA – ESAME DI FISICA GENERALE – 24/7/2013

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

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. Un manicotto (puntiforme!) di massa m = 0.20 kg può scorrere con attrito trascurabile lungo una guida costituita da un tondino rigido e fisso modellato in modo da formare una semicirconferenza di raggio R = 50 cm disposta su un piano verticale, come rappresentato in figura. Inizialmente il manicotto si trova fermo alla base della guida (punto A di figura). Quindi su di esso viene fatta agire una forza $\boldsymbol{F_0}$ **costante e uniforme** che ha direzione orizzontale, verso come in figura e modulo **incognito**. Per effetto di tale forza il manicotto risale lungo la guida. [Usate g = 9.8 m/s^2 per il modulo dell'accelerazione di gravità]

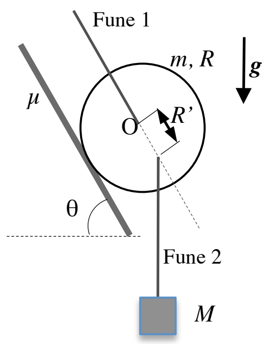


   a) Sapendo che il manicotto passa a "metà strada" della guida (punto B di figura) con una velocità di modulo v_B = 2.0 m/s, quanto vale il modulo F_0 della forza esterna che vi è applicata? [Il punto B è tale che il "raggio vettore" corrispondente forma un angolo $\theta_B = \pi/2$ rispetto alla verticale]
   F_0 = ……………………………………… = ………. N $mv_B^2/(2R)+mg$ = 2.8 N [poiché l'attrito è trascurabile conviene servirsi del bilancio energetico che ad esempio possiamo scrivere nella forma: $L = \Delta E_K+\Delta U$. In questa espressione L rappresenta il lavoro della forza $\boldsymbol{F_0}$. Tenendo conto che la forza ha direzione orizzontale e che essa è costante e uniforme, si ha $L = F_0R$, dove abbiamo notato che R è la proiezione dello spostamento nella direzione (orizzontale) della forza. Inoltre la variazione di energia cinetica è $(m/2)v_B^2$ mentre la variazione di energia potenziale è dovuta alla forza peso, per cui $\Delta U = mgR$. Mettendo tutto insieme si ottiene la soluzione]

   b) Secondo voi il manicotto sotto l'azione della forza $\boldsymbol{F_0}$ riesce ad arrivare al termine della guida, cioè nel suo punto più alto? Discutete spiegando per bene in brutta il vostro ragionamento (che deve essere semplicissimo).
   Discussione e spiegazione: …………………………………… non raggiunge la sommità [ragioniamo ancora in termini di bilancio energetico. Supponendo che il manicotto raggiunga la sommità della guida con una velocità di modulo v' , si avrà: $L = (m/2)v'^2 + 2mgR$. Il lavoro della forza, però, sarebbe **nullo** e pertanto, non potendo il termine di energia cinetica essere negativo (al minimo vale zero) si avrebbe un'uguaglianza che non può essere soddisfatta. Dunque il manicotto non raggiunge la sommità]

   c) Quanto valeva la forza di reazione $\boldsymbol{F_R}$ che la guida esercitava sul manicotto nell'istante in cui questo **passava** per il punto C di figura? Esprimetene il modulo F_R e indicate il verso. [Il punto C è tale che il "raggio vettore" corrispondente forma un angolo $\theta_C = \pi/3$ rispetto alla verticale. Ricordate che $cos(\pi/3)$ = ½ e $sin(\pi/3) = 3^{1/2}/2$, con $3^{1/2} \sim 1.73$]
   F_R = …………………………………… ~ ………… N $3mv_B^2 sin\theta_C/(2R) + mg(3sin\theta_C + 3cos\theta_C - 2) \sim 6.2$ N [quando passa per il punto in questione il manicotto si sta muovendo a una certa velocità v_C in direzione ovviamente tangenziale. Il modulo di questa velocità può essere facilmente determinato ragionando in termini di bilancio energetico come nel punto precedente. Si ha infatti: $(m/2)v_C^2 = F_0Rsin\theta_C - mgR(1-cos\theta_C)$, dove abbiamo notato che la proiezione dello spostamento in direzione orizzontale è $Rsin\theta_C$ mentre la variazione di quota è $R(1-cos\theta_C)$. Inoltre abbiamo tenuto conto correttamente dei segni (la variazione di energia cinetica è al primo membro, quella di energia potenziale al secondo membro!). Dato che il manicotto si sta muovendo su di una circonferenza di raggio R, esso deve risentire di un'accelerazione centripeta di modulo $a_C = v_C^2/R$ diretta verso il centro della circonferenza. Le forze che agiscono in tale direzione sono la $\boldsymbol{F_R}$ che può puntare sia verso l'esterno che verso l'interno (il manicotto è infilato sul tondino!) e le componenti della forza peso, $mgcos\theta_C$, e della forza $\boldsymbol{F_0}$, $F_0sin\theta_C$, che entrambi puntano verso l'**esterno** della circonferenza. Dunque deve essere: $F_R = mv_C^2/R + mgcos\theta_C + F_0sin\theta_C = 2F_0sin\theta_C - 2mg(1-cos\theta_C) + mgcos\theta_C + F_0sin\theta_C = 3F_0sin\theta_C + 3mgcos\theta_C - 2mg$, dove abbiamo sostituito l'espressione di v_C^2 trovata prima. Il risultato riportato in soluzione si trova infine sostituendo l'espressione di F_0 determinata sopra]
   Verso di $\boldsymbol{F_R}$: …………………………………… Verso il centro della semicirconferenza [vedi sopra]

2. Un cilindro pieno e omogeneo di massa m = 2.0 kg e raggio R = 10 cm è appoggiato su un piano inclinato **scabro** (coefficiente di attrito μ = 0.80) che forma un angolo $\theta = \pi/3$ rispetto all'orizzontale. Al cilindro sono agganciate due funi inestensibili e di massa trascurabile: la fune 1, come rappresentato in figura, ha un estremo vincolato all'asse del cilindro e l'altro a un muretto che sorge sulla sommità del piano inclinato. La fune 2, invece, ha un estremo vincolato a un punto che si trova a distanza $R' = R/2$ = 5.0 cm rispetto al centro del cilindro e l'altro estremo attaccato a un peso di massa $M = m$ = 2.0 kg libero di muoversi in direzione verticale. Nella configurazione indicata in figura, dove si osserva come la fune 1 sia parallela al piano e la congiungente tra l'asse del cilindro e il punto di vincolo della fune 2 abbia direzione parallela al piano (mentre la fune 2 è ovviamente diretta verticalmente), il cilindro si trova in **equilibrio**. [Usate g = 9.8 m/s^2 per il modulo dell'accelerazione di gravità; ricordate che $cos(\pi/3)$ = ½ e $sin(\pi/3) = 3^{1/2}/2$, con $3^{1/2} \sim 1.73$]



   a) Discutete per bene, in brutta, se vi aspettate che la forza di attrito che il piano esercita sul cilindro sia orientata verso il basso o verso l'alto del piano inclinato, spiegando perché.
   Discussione: …………………… Viste le condizioni di equilibrio, la forza di attrito deve avere carattere statico (tutto è fermo!). Essa deve dunque opporsi al moto "incipiente" del punto (o generatrice) di contatto tra cilindro e piano. La direzione del moto incipiente è ovviamente quella del piano inclinato, visto che il punto (generatrice) di contatto può muoversi solo in questa direzione. Il verso si può stabilire andando a vedere in quale verso si muoverebbe il punto di contatto se l'attrito non ci fosse. Si vede che l'unico movimento possibile sarebbe quello di rotazione dovuto alla tensione della fune 2. Questo movimento avrebbe verso orario, cioè il punto (o generatrice) di contatto del

cilindro tenderebbe a muoversi **verso l'alto** del piano inclinato. Pertanto la forza di attrito deve essere diretta **verso il basso** del piano inclinato. Vedremo nel seguito una dimostrazione alternativa (ma coerente) di questa affermazione.

b) Quanto valgono, nelle condizioni appena descritte, i moduli della forza di attrito F_A che il piano inclinato esercita sul cilindro e della tensione T_1 della fune 1 sul cilindro? Discutete in brutta se i parametri del problema possono davvero condurre alla situazione di equilibrio ipotizzata.

F_A = ……………………….. = ………. N $(Mg\cos\theta)/2 = 4.9$ N [il cilindro è in equilibrio, dunque su di esso deve essere nulla sia l'accelerazione del centro di massa che l'accelerazione angolare rispetto a un qualche polo. Cominciamo con l'esaminare quest'ultima, scegliendo come polo il punto O (asse del cilindro – in ogni caso la scelta del polo non modifica i risultati vista la situazione di equilibrio). Rispetto a tale polo si vede subito che la tensione $\boldsymbol{T_1}$, la forza peso del cilindro e la reazione vincolare del piano inclinato non generano momento, essendo nullo il loro braccio. Invece la forza di attrito e la tensione $\boldsymbol{T_2}$ (quella della fune 2!) fanno momento. Il braccio della forza di attrito, che è sicuramente parallela al piano inclinato, è R. Il braccio della tensione della fune 2 si calcola agevolmente con la trigonometria (fate un disegnino!) e risulta pari a $(R/2)\cos\theta$. Inoltre, essendo il cilindro in equilibrio, anche il peso è in equilibrio e dunque la tensione della fune 2 ha modulo Mg. Allora i due momenti hanno modulo rispettivamente F_AR e $Mg(R/2)\cos\theta$. Poiché deve esserci equilibrio, è evidente che le componenti asssiali di tali momenti devono avere verso opposto. Questo significa che i due momenti devono tendere a far ruotare il cilindro in versi opposti. La tensione della fune 2 tende a far ruotare il cilindro in verso orario di figura, per cui la forza di attrito deve tendere a farlo ruotare in verso antiorario. Si vede chiaramente che questo implica che la forza di attrito è diretta **verso il basso del piano inclinato**, come affermato alla risposta al quesito precedente. Ciò detto, la soluzione si ottiene semplicemente uguagliando i moduli dei momenti delle forze. Anche se non richiesto esplicitamente dal testo, sarebbe stato carino trovare la verifica sulla consistenza dell'ipotesi di equilibrio. Infatti poiché l'attrito è evidentemente statico (c'è equilibrio!), deve essere $F_A \le \mu N$, con $N = (M+m)g\cos\theta$ (le forze peso del cilindro e del peso, quest'ultima "trasmessa" dalla fune, sono le sole ad avere componenti in direzione ortogonale al piano inclinato). La disuguaglianza è verificata per cui l'equilibrio è possibile]

T_1 = ……………………….. ~ ………. N $(Mg\cos\theta)/2 + (m+M)g\sin\theta \sim 39$ N [per rispondere a questa domanda occorre considerare l'equilibrio traslazionale del centro di massa del cilindro. Data la presenza del vincolo costituito dal piano inclinato, che permette il movimento solo lungo la sua direzione, l'equilibrio deve essere cercato lungo la direzione del piano inclinato. Facciamo riferimento a un asse diretto come il piano e orientato verso il basso. Tutte le forze che agiscono sul cilindro come citate prima, eccetto la reazione vincolare, hanno componenti in tale direzione. Per l'equilibrio deve essere: $0 = -T_1 + F_A + (mg+T_2)\sin\theta$, dove abbiamo notato che la forza di attrito è orientata verso l'alto del piano (vedi sopra) e le forze peso del cilindro e tensione della fune 2 hanno entrambi componenti che puntano verso il basso e che si ottengono moltiplicando per $\sin\theta$. Usando l'espressione di F_A determinata sopra e osservando ancora che all'equilibrio $T_2 = Mg$ si ottiene la soluzione]

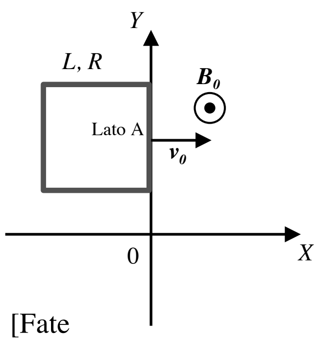
Discussione: ……………………….. Poiché l'attrito è evidentemente statico (c'è equilibrio!), deve essere $F_A \le \mu N$, con $N = (M+m)g\cos\theta$ (le forze peso del cilindro e del peso, quest'ultima "trasmessa" dalla fune, sono le sole ad avere componenti in direzione ortogonale al piano inclinato). Usando i valori del testo si vede che il valore massimo della forza di attrito che può essere generata nel contatto è oltre 15 N, ben maggiore di quanto richiesto per l'equilibrio. La disuguaglianza è verificata per cui l'equilibrio è possibile]

c) Supponete ora che la fune 2 venga improvvisamente tagliata. Si osserva che il cilindro rimane in equilibrio anche in queste nuove condizioni. Quanto valgono i moduli della forza di attrito F_A' che il piano inclinato esercita sul cilindro e della tensione T_1' della fune 1 sul cilindro in queste nuove condizioni?

F_A' = ……………………….. = ………. N 0 [nelle nuove condizioni, dato che è scomparsa la tensione della fune 2, tagliata, la forza di attrito non deve più produrre un momento che si opponga al momento di un'altra forza affinché il cilindro se ne stia in equilibrio. Invece se ci fosse una forza di attrito essa produrrebbe la rotazione del cilindro, che invece non si verifica essendo le condizioni di equilibrio. In altre parole la forza di attrito statico si "aggiusta" in modo da annullarsi (e questa condizione è sicuramente compatibile con il valore del coefficiente di attrito dato!)]

T_1' = ……………………….. ~ ………. N $mg\sin\theta \sim 17$ N [si ragiona come prima, però tenendo conto di tutte le semplificazioni del caso. Si ottiene rapidamente la soluzione. Come vedete, questo esercizio era estremamente facile e dunque la sua soluzione completa e corretta era attesa!]

3. Una spira quadrata di lato L è realizzata con un sottile filo conduttore che ha resistenza elettrica complessiva R. La spira può muoversi con attrito trascurabile nella direzione X di un sistema di riferimento cartesiano (essa giace sul piano XY, con i lati paralleli alle due direzioni cartesiane, come rappresentato in figura) in cui, **solo** nel semispazio $x > 0$, insiste un campo magnetico esterno **uniforme e costante** di modulo B_0 diretto lungo l'asse Z (esso, in pratica, esce dal foglio se guardate le figura). Supponete che un operatore esterno (una manina) mantenga la spira in movimento lungo la direzione X con velocità costante di modulo v_0 orientata nel verso positivo dell'asse e che all'istante $t_0 = 0$ il lato della spira marcato con A si venga a trovare nella posizione $x = 0$ (come rappresentato in figura). [In questo esercizio non ci sono valori numerici!]



a) Come si esprime l'intensità $I(t)$ della corrente che scorre nella spira? Che verso ha? [Fate attenzione a considerare per bene il problema e trovate una o più espressioni che valgano per **qualsiasi** istante $t > t_0 = 0$. Per determinare il verso fate riferimento alla figura e spiegate **bene** i ragionamenti!]

$I(t)$ = …………………………… B_0Lv_0/R per $0 < t < t' = v_0/L$; 0 per $t > t' = v_0/L$

[quando la spira entra nella regione in cui è presente il campo magnetico varia il flusso del campo magnetico nel tempo. Infatti per $t > t_0$ tale flusso si esprime come $\Phi(t) = B_0Lx(t)$, dove abbiamo tenuto conto dell'uniformità del campo e del fatto che esso è diretto ortogonalmente alla spira. Nell'espressione scritta $x(t)$ rappresenta la posizione generica del lato A della spira a un certo istante t (l'area della spira interessata dal campo magnetico è infatti $Lx(t)$). La soluzione si trova allora usando la legge di Faraday e la legge di Ohm. Infatti $I(t) = fem/R = -d\Phi(t)/dt$. Notate che nella soluzione è scomparso il segno negativo, dato che, in genere e salvo ulteriori specificazioni, l'intensità di corrente si prende in modulo. In ogni caso, coerentemente con il segno negativo della legge di Faraday, la corrente circola nel verso che produce un campo magnetico indotto la cui variazione di flusso si oppone alla variazione di flusso del campo esterno. Di conseguenza la corrente circola nel verso orario di figura. Notate anche che essa, essendo la velocità costante, cioè $dx(t)/dt = v_0$, risulta costante nel tempo. Tuttavia è indispensabile osservare che a partire dall'istante $t' = L/v_0$ in cui la spira comincia a essere **interamente** immersa nel campo magnetico (anche il lato opposto ad A si trova in $x > 0$) il flusso del campo magnetico attraverso la spira non cambia più nel tempo. Di conseguenza a partire da tale istante la corrente si annulla]

Verso della corrente: …………………………… Orario rispetto alla figura [per la spiegazione vedi sopra]

b) Come si esprime la forza $F(t)$ che agisce sulla spira in funzione del tempo t? Indicate il modulo e specificatene separatamente direzione e verso. [Anche in questo caso valgono le considerazioni relative al quesito precedente, cioè dovete trovare una funzione del tempo che valga per qualsiasi istante $t > t_0 = 0$. Non considerate la forza peso (supponetela bilanciata dalla reazione vincolare del piano su cui la spira è appoggiata)]

$F(t) =$ …………………………… $B_0^2L^2v_0/R$ per $0 < t < t' = v_0/L$; 0 per $t > t' = v_0/L$ [la corrente che circola nella spira interagisce con il campo magnetico dando luogo a una forza. La legge che permette di scrivere il contributo alla forza per un elemento della spira di lunghezza (vettoriale) $d\mathbf{L}$ percorso da corrente I è $d\mathbf{F} = I\, d\mathbf{L}\mathbf{x}\mathbf{B_0}$. Poiché in ogni lato della spira $d\mathbf{L}$ mantiene la propria direzione e sia il campo magnetico che la corrente sono uniformi, sul lato A si avrà una forza di modulo $B_0I(t)L = B_0^2L^2v_0/R$. La direzione di questa forza è ortogonale sia al campo magnetico esterno che alla direzione del alto, cioè essa è lungo l'asse X . Risulta abbastanza immediato determinare che tale forza è l'unica che agisce sulla spira. Infatti lungo i lati paralleli all'asse X la forza, che istante per istante interessa solo la porzione di questi lati immersa nel campo magnetico, si ha una coppia di forze uguali e opposte, che pertanto si bilanciano (usate la regola della mano destra e ve ne renderete conto). Nel lato opposto al lato A la forza è nulla finché questo lato è fuori dalla regione di campo magnetico. D'altra parte a partire dall'istante t' in cui anche questo lato si trova nel semipiano $x > 0$, la corrente si annulla e dunque si annulla la forza tout-court]

Direzione e verso: ………………………….. La direzione è quella dell'asse X sulla base di quanto sopra affermato. Il verso si determina con la regola della mano destra, tenendo conto del verso di circolazione della corrente stabilito nella risposta al quesito a). Si ha che la forza è orientata nel verso negativo dell'asse X.

c) Immaginate ora che il problema sia modificato ponendo che l'operatore (la manina!), dopo aver impartito alla spira la velocità $\boldsymbol{v_0}$ di cui sopra, si "stacchi" all'istante $t_0 = 0$ dalla spira stessa e a partire da questo istante l'operatore non abbia più alcun effetto (in altre parole, la spira ha una velocità **iniziale** $\boldsymbol{v_0}$). Si osserva che la velocità cambia nel tempo secondo una legge $v(t)$. Determinate l'equazione del moto $a(t)$ e la legge oraria della velocità $v(t)$ sapendo che la massa della spira è m. [Dovete far riferimento alle componenti X di velocità e accelerazione (per il verso usate il riferimento indicato in figura). Considerate **solo** l'intervallo di tempo tra $t_0 = 0$ e l'istante in cui il lato opposto ad A entra nel semispazio in cui è presente il campo magnetico. Avendo frequentato un anno di corso di fisica generale, dovete essere in grado di rispondere a questa domanda!]

$a(t) =$ …………………………… $-v(t)/\tau$, con $1/\tau = B_0^2L^2v_0/(mR)$ [l'unica forza risentita dalla spira è quella, già citata, di interazione tra corrente che scorre nel lato A e campo magnetico esterno. La sua espressione è in pratica quella determinata sopra, solo che stavolta la velocità deve essere considerata variabile nel tempo. Tenendo conto del verso della forza si ottiene la soluzione]

$v(t) =$ ……………………………$v_0e^{-t/\tau}$, con $1/\tau = B_0^2L^2v_0/(mR)$ [l'equazione del moto indica che siamo in presenza di una forza che si oppone al moto stesso (il segno negativo!) e il cui modulo dipende linearmente dalla velocità. Questa è la situazione tipica del moto sotto l'effetto di una forza di attrito viscoso! In queste condizioni si sa che la velocità decade esponenzialmente con il tempo. Se non si sa, basta risolvere l'equazione differenziale costituita dall'equazione del moto, notando che $a(t) = dv(t)/dt$. L'equazione differenziale è del tipo a variabili separabili e può essere riscritta come: $dv/v = -(1/\tau)dt$. Integrando membro a membro con gli estremi di integrazione v_0, $v(t)$ (per il primo membro) e 0, t per il secondo si ottiene: $ln(v(t)/v_0) = -t/\tau$, che, "esponenziata" (!) ai due membri, fornisce la soluzione. Osservate che la stessa equazione, cioè un'equazione differenziale con la stessa forma, se per caso non l'aveste considerata studiando l'attrito, l'avete sicuramente vista e risolta analizzando la scarica di un condensatore, per cui dovete proprio essere in grado di risolvere!]

=== Termodinamica (opzionale/anni precedenti)

Un recipiente dotato di pareti rigide, indeformabili e **impermeabili al calore**, ha volume $V = 1.00$ l. Al suo interno può scorrere con attrito trascurabile un setto di spessore e massa trascurabili che divide il recipiente in due camere, A e B, contenenti rispettivamente n_A e n_B moli di un gas monoatomico che può essere considerato perfetto. Il setto scorre in direzione orizzontale ed è anch'esso realizzato con materiale **impermeabile al calore**. Si sa che $n_B = 2n$ e $n_A = n$ e che, ovviamente, $V = V_A+V_B$. Inoltre si osserva che, inizialmente, il sistema è in equilibrio con $V_A = V_B$ e $T_A = 500$ K. [Usate $R = 8.31$ J/(K mole) per la costante dei gas perfetti]

a) Quanto vale la temperatura T_B del gas che si trova nella camera B?

$T_B =$ ……………………………………………. = ……………… K $T_A/2 = 250$ K [essendo il sistema in equilibrio, si ha $P_A = P_B$, da cui $(n_ART_A)/V_A = (n_BRT_B)/V_B$. Tenendo conto che $V_A=V_B$ e usando la relazione tra le moli data nel testo si ottiene la soluzione]

b) Supponete ora che un apposito dispositivo fornisca al (solo) gas presente nella camera A una certa quantità di calore Q_A (incognita). A seguito di questa cessione di calore, si osserva che il gas nella camera A si espande e il setto si sposta finché non viene raggiunta una nuova condizione di equilibrio in cui $V_A'=3V/4$. Il processo avviene in maniera quasi-statica, cioè in condizioni che si possono ritenere **reversibili**. Sapendo che $n_A = 0.100$ moli, quanto vale il calore Q_A?

$Q_A =$ ……………………………………………. = ……………… J $(3R/2)n_AT_A(2^{5/3}-1+2^{1/3}\ \ -1/2) \sim 2.93(3R/2)n_AT_A = 1.83\text{x}10^3$ J [iniziamo con il notare che, per il primo principio della termodinamica, deve essere $Q_A=L_A+\Delta U_A$ e $0=L_B+\Delta U_B$, dove nell'ultima espressione abbiamo notato che il gas B subisce una trasformazione adiabatica. Inoltre, dato che A si espande e B si comprime, deve essere $L_A+L_B = 0$. Sommando tra di loro le espressioni per il primo principio in A e in B si ottiene quindi: $Q_A=\Delta U_A+\Delta U_B = n_Ac_V(T_A'-T_A+2T_B'-2T_B)$, dove si è sfruttata la relazione tra il numero di moli data nel testo. Come già affermato, il gas B subisce una trasformazione adiabatica che, sulla base di quanto affermato nel testo, può essere considerata reversibile. Dunque deve essere $T_B'=T_B(V_B/V_B')^{g-1}= T_B2^{2/3}$, dove si è usata la legge delle adiabatiche reversibili e si è tenuto conto che $V_B'=V-V_A'=V/4$ e che, per un gas perfetto monoatomico, $\gamma=c_P/c_V=5/3$. Si ottiene quindi $Q_A=n_Ac_V(T_A'-T_A+(T_A/2)(2^{2/3}-1))$, dove abbiamo usato la relazione, trovata sopra, $T_B=T_A/2$. Per determinare la soluzione occorre esprimere T_A'. A questo scopo notiamo che la nuova condizione di equilibrio richiede $P_A'=n_ART_A'= P_B'$. D'altra parte, essendo la trasformazione in B un'adiabatica reversibile, è $P_B'=P_B(V_B/V_B')^{g}=P_A2^{5/3}=n_ART_A2^{5/3}$, da cui $T_A'=T_A2^{5/3}$. Da qui, rimettendo tutto insieme, si ottiene la soluzione]

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, 24/7/2013 Firma: