CdL in Matematica - Tutoraggio di Fisica I - Corso A

Esercizi svolti in classe

Prima settimana

1. Un'automobile, che viaggia con accelerazione costante, percorre una distanza di 58 m in 6.2 s. Percorsa tale distanza, la sua velocità è di 15 m/s. a) Qual è la velocità all'inizio del percorso? b) Se l'automobile è partita da ferma, quanti metri ha percorso prima di raggiungere tale velocità?
[3.71 m/s, 3.78 m]

2. Un corpo A viaggia a t = 0 con velocità $v_{0,A} = 5$ m/s, e procede di moto rettilineo uniforme. Dopo $t_0 = 150$ s, un secondo corpo B parte da fermo con accelerazione $a_B = 2$ m/s^2, nella stessa direzione e verso del moto di A. Determinare:

- in quale istante B raggiunge A;
- quanto spazio hanno percorso i due corpi nel momento in cui si incontrano;
- qual è la velocità media di B nel tratto compreso tra la sua partenza e il raggiungimento di A.

[180 s, 900 m, 30 m/s]

3. Il semaforo diventa verde e una macchina parte con accelerazione costante $a = 2.2$ m/s^2. Nello stesso istante, sulla corsia a fianco, sopraggiunge un camion che, viaggiando a velocità costante $v = 9.5$ m/s, sorpassa l'automobile. a) A che distanza dal semaforo l'automobile raggiungerà il camion? b) Che velocità avrà l'auto in quell'istante?
[82.1 m, 19 m/s]

4. Un proiettile è lanciato orizzontalmente con $v_0 = 50$ m/s da una postazione a una quota $h = 100$ m rispetto al suolo. In assenza di attriti, con quale inclinazione rispetto al suolo il proiettile toccherà terra?
[41.5°]

5. Con che angolo rispetto al suolo un portiere dovrebbe battere un calcio di rinvio affinché il pallone tocchi terra il più lontano possibile da lui? (Si assuma che la forza con cui il portiere può calciare il pallone non dipenda dalla direzione del tiro.)
[45°]

Seconda settimana

1. Un corpo viene lasciato cadere a t = 0, con velocità iniziale v_0. Se l'attrito dell'aria non è trascurabile, esso contribuisce al moto con un termine di accelerazione $a_{attrito}$ = -γv, dove v è la velocità del corpo e γ è una costante. Calcolare l'espressione della velocità e dello spazio percorso dal corpo in funzione del tempo.

[$v(t) = (v_0 - g/\gamma)e^{-\gamma t} + g/\gamma$, $s(t) = \frac{(g/\gamma - v_0)(e^{-\gamma t}-1)+gt}{\gamma}$]

2. Un corpo si muove con accelerazione $\vec{a}$ = ($2t^2$, 0, e^t/e). A t_0 = 1, esso si trova nella posizione $\vec{r}_0$ = (3,6,10) con velocità $\vec{v}_0$ = (4,2,1). Calcolare il vettore velocità e il vettore posizione in funzione del tempo.

[$\vec{v}(t) = (2t^3/3 + 10/3, 2, e^t/e), \vec{r}(t) = (t^4/6 + 10t/3 - 1/2, 2t + 4, e^t/e + 9)$]

3.Le coordinate di un oggetto nel piano xy variano secondo le leggi x(t)=-Asenωt e y(t)=B-Ccosωt, con A=C=5 m, B=4 m e ω=1 rad/s. Calcolare i vettori velocità e accelerazione a t = 0 e a un tempo t generico. Scrivere l'equazione della traiettoria dell'oggetto nel piano xy. Di che tipo di moto si tratta?

[$\vec{v}(0)$=(-5 m/s,0), $\vec{v}(t)$=(-Aωcosωt,Cωsenωt), $\vec{a}(0)$=(0,5 m/s^2), $\vec{a}(t)$=(Aω^2senωt,Cω^2cosωt), $x^2/A^2+(y-B)^2/C^2=1$, moto circolare uniforme]

4. Un corpo di massa 3 kg viene lasciato scivolare su un piano inclinato di 30°, percorrendo una distanza d = 2 m in 1.5 s. Calcolare:

- l'accelerazione del corpo;
- il coefficiente di attrito dinamico μ_D tra il piano e il corpo;
- la forza di attrito che agisce sul corpo;
- la velocità del corpo quando ha percorso la distanza d.

[1.78 m/s^2, 0.37, 9.4 N, 2.67 m/s]

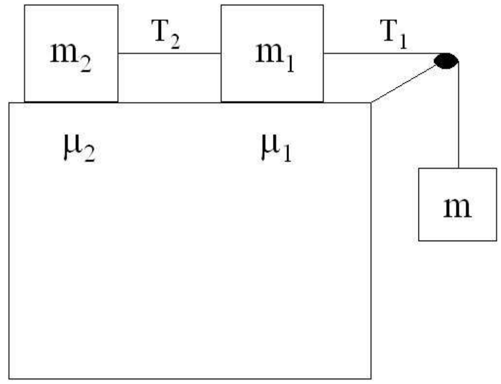

Figure 1:

Terza settimana

1. Una corpo di massa m_1 è appeso al soffitto mediante un filo verticale. Al primo corpo è a sua volta appeso, mediante un secondo filo, un secondo corpo di massa m_2. Calcolare le tensioni dei due fili. Se si taglia il primo filo, il secondo rimane teso durante la caduta del sistema?

[T_1 = (m_1+m_2)g, T_2 = m_2g. Se si taglia il filo 1, T_2 = 0: non è teso]

2. Nel sistema di Fig. 1, $\mu_1 = 0.3$ e $\mu_2 = 0.5$ sono i coefficienti di attrito dei corpi di massa m_1 = 8 kg e m_2 = 6 kg con il piano. Calcolare il valore della massa m tale che il sistema si muova di moto rettilineo uniforme e le tensioni dei due fili in questo caso. Se la massa m si stacca, il filo tra m_1 e m_2 rimane teso?

[m = 5.4 kg, T_1 = 52.9 N, T_2 = 29.4 N. Se m si stacca, T_2 = 6.7 N > 0: è teso]

3. Sulla parete interna di un cilindro cavo verticale di raggio R, che ruota con velocità angolare ω, è appoggiato un corpo e si osserva che esso non cade, ma ruota insieme al cilindro. Calcolare il valore minimo del coefficiente di attrito statico tra corpo e parete.

[μ_S^{min} = g/($\omega^2 R$)]

4. Un punto materiale di massa m è sospeso tramite un filo verticale ed è collegato al suolo da una molla, di costante elastica k = 70 N/m, che è in condizioni di riposo; la tensione del filo è T = 4.9 N. Si taglia il filo; calcolare:

- la massima distanza d_{max} percorsa dal punto;
- il valore massimo v_{max} della velocità;
- la posizione d_1 in cui la velocità raggiunge il valore massimo.

[d_{max} = 2mg/k = 0.14 m, $v_{max} = g\sqrt{m/k}$ = 0.83 m/s, d_1 = mg/k = 0.07 m]

5. Un punto materiale di massa m = 5 kg si muove lungo la guida liscia indicata in Fig. 2, dal punto A di coordinate (0, 0.5 m) al punto B di coordinate (2 m, 0.8 m). Al corpo è applicata una forza costante orizzontale di modulo F = 20 N. Calcolare il

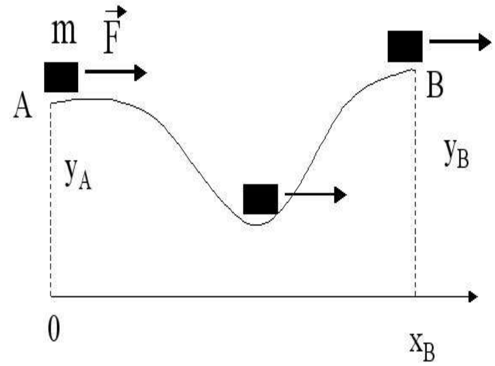

Figure 2:

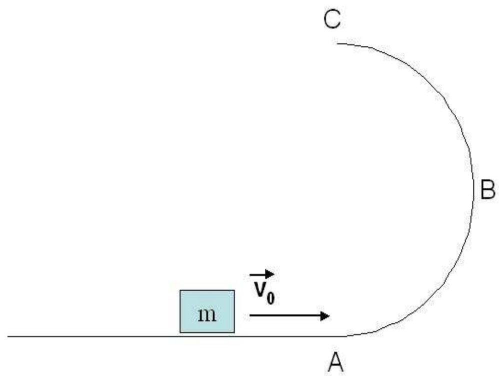

Figure 3:

lavoro L compiuto sul corpo dalle forze agenti durante lo spostamento. Se la velocità iniziale è nulla, quanto vale la velocità finale?

[L = 25.3 J, v_F = 3.2 m/s]

6. Un punto materiale fissato ad una molla di costante elastica k è in quiete nell'origine. Si applica al punto una forza $\vec{F}$ = F$\vec{u}_x$, costante in modulo direzione e verso, e il punto si porta in una posizione x>0. Calcolare la velocità del punto in funzione di x e la posizione x_{stop} in cui il punto si ferma.

[v(x) = $\pm\sqrt{x(2F - kx)/m}$, x_{stop} = 2F/k]

6. Un punto materiale di massa m si muove su un asse orizzontale liscio con velocità v_0, come mostrato in Fig. 3. Quando passa nella posizione A esso inizia a salire lungo una guida circolare liscia di raggio R, che giace in un piano verticale. Calcolare la velocità del punto e la reazione della guida in B e C. Qual è il valore minimo di v_0 affinché il punto arrivi in C mantenendo il contatto con la guida?

[$v_B = \sqrt{v_0^2 - 2gR}$, $v_C = \sqrt{v_0^2 - 4gR}$, N_B = m(v_0^2/R - 2g), N_C = m(v_0^2/R - 5g), $v_0^{min} = \sqrt{5gR}$]

Quarta settimana

1. Un punto materiale, partendo in quiete da una quota h rispetto al suolo, scende sotto l'azione della forza peso ed è frenato (non uniformemente) da una forza frenante, in modo che quando arriva al suolo ha velocità nulla. Con un opportuno meccanismo, che esplica una forza F costante e verticale, il punto viene riportato alla quota h' minore di h: la forza F agisce soltanto durante la salita verticale da z = 0 a z = h'. La forza frenante non agisce durante la salita. Il punto prosegue oltre la quota h' e arriva alla quota h con velocità nulla. Calcolare, per l'intero processo, il lavoro della forza peso, il lavoro della forza frenante, il lavoro della forza F. Determinare l'espressione della forza F.

[$L_P = 0$, $L_{frenante}$ = -mgh, L_F = mgh, F = mgh/h']

2. Un punto materiale di massa m si muove lungo un asse x orizzontale con velocità v scorrendo lungo una guida senza attrito. Un secondo punto, che ha la stessa massa e si muove con la stessa velocità (in modulo) lungo un asse y orizzontale ortogonale al precedente, colpisce il primo punto e vi resta attaccato. Scrivere il vettore velocità $\vec{v}_{CM}$ del centro di massa prima e dopo l'urto. Se l'urto avviene in un tempo τ, calcolare la reazione R della guida durante l'urto.

[prima dell'urto $\vec{v}_{CM} = (v/2,\ v/2)$, dopo l'urto $\vec{v}_{CM} = (v/2,\ 0)$, R = mv/τ]

3. Una massa M = 0.5 kg, poggiata su un piano orizzontale liscio, è collegata tramite una molla (di costante elastica k = 450 N/m) ad una parete rigida. Essa esegue delle oscillazioni armoniche di ampiezza tra x = -A e x = A, con A = 20 cm. Quando si trova in x = A, M viene colpita da una seconda massa m = 0.1 kg che si muove con velocità v = 18 m/s lungo l'asse della molla. Dopo l'urto le due masse restano unite. Calcolare la velocità v' del sistema delle due masse subito dopo l'urto e l'ampiezza A' delle oscillazioni dopo l'urto.

[v' = 3 m/s, A' = 22.8 cm]

Quinta settimana

Dati utili Distanza Terra-Luna: 3.84×10^5 Km; distanza Sole-Luna: 1.5×10^8 Km; massa della Luna: 7.35×10^{22} kg; massa della Terra: 5.98×10^{24} kg; massa del Sole: 1.99×10^{30} kg; raggio terrestre all'equatore: 6.38×10^3 Km.

1. Supponendo che la Terra, la Luna e il Sole formino i vertici di un triangolo rettangolo, che ha nella Luna il vertice corrispondente all'angolo retto, calcolare il modulo della forza gravitazionale agente sulla Luna e l'angolo θ che la direzione della forza forma con la congiungente Luna-Sole.
[F = 4.78 N, $\theta = 24.7°$]

2. Un satellite geostazionario ruota intorno alla Terra rimanendo fisso rispetto a un punto situato sull'equatore. Determinare la quota h rispetto alla Terra e la velocità v del satellite.
[h = 3.6×10^7 Km, $v = 3.07\times10^3$ m/s]

3. Un meteorite di massa m = 2000 kg proviene dallo spazio con una velocità $v_1 = 5000$ m/s e passa a una distanza minima dalla Terra $r_0 = 60000$ Km. Quale è la forza F_0 di attrazione che esso subisce da parte della Terra nel punto di minima distanza? Quale è la sua velocità v_0 in tale posizione? Con quale velocità v_2 si allontana dalla Terra?
[$F_0 = 221$ N, $v_0 = 6.2\times10^3$ m/s, $v_2 = 5000$ m/s]

4. Calcolare la velocità di fuga dalla Terra , trascurando la resistenza dell'aria e assumendo la Terra ferma in un sistema di riferimento inerziale.
[11×10^3 m/s]

5. Un satellite artificiale della Terra si muove su un'orbita ellittica caratterizzata da una distanza minima r_p (perigeo) e da una distanza massima r_a (apogeo) dal centro delle Terra. Conoscendo solo il valore g dell'accelerazione di gravità sulla superficie terrestre e il raggio R_T della Terra, scrivere l'espressione della velocità al perigeo e di quella all'apogeo in funzione di r_a ed r_b.
[$v_p = \sqrt{\frac{2gR_T^2 r_a}{r_p(r_a+r_p)}}$, $v_a = v_p r_p/r_a$]

6. La traiettoria della cometa di Halley è un'ellisse molto schiacciata che viene percorsa con un periodo $T_H = 75$ anni, con il Sole come fuoco e un perielio con distanza dal Sole praticamente trascurabile rispetto alla distanza dell'afelio dal Sole stesso. Sapendo che la Terra percorre intorno al Sole un'orbita ellittica con semiasse maggiore $a_T = 150\times10^6$ Km, calcolare la massima distanza r_a tra la cometa di Halley e il Sole.
[$r_a = 5.33\times10^9$ Km]

Sesta settimana

1. Tre masse puntiformi m_A, m_B e m_C si trovano nei punti A = (-a, 0), B = (a, 0), C = (0, $a\sqrt{3}$). Determinare le coordinate del centro di massa del sistema nel caso in cui $m_A = m_B = m_C$ e nel caso in cui $m_B = 3m_A$ e $m_C = 2m_A$.
[(0, $a/\sqrt{3}$), (a/3, $a/\sqrt{3}$)]

2. Un filo uniforme è disposto a formare un semicerchio di raggio R. Il lato rettilineo giace sull'asse x, con il centro in x = 0. Calcolare le coordinate del centro di massa. Ripetere il calcolo per un semicerchio uniforme pieno.
[(0, $2R/(2+\pi)$), (0, $4R/(3\pi)$)]

3. Una scala omogenea è appoggiata a una parete verticale, formando con essa un angolo α. Trascurando l'effetto dell'attrito sulla parete, determinare quale deve essere il minimo coefficiente di attrito statico μ_{min} tra la scala e il pavimento affinché la scala resti in equilibrio.
[$\mu_{min} = (\mathrm{tg}\alpha)/2$]

4. Calcolare l'energia cinetica di un disco di raggio R e massa M che ruoti con velocità angolare ω intorno a un asse ortogonale ad esso e distante una quantità d dal centro del disco.
[$M(d^2+R^2/2)\omega^2/2$]

5. Una sfera di raggio R viene lanciata tangenzialmente a un piano orizzontale con velocità iniziale v_0, senza alcuna rotazione attorno al suo asse. Inizialmente il punto di contatto striscia sul piano ma, a causa dell'attrito, dopo un certo tratto l inizia a rotolare senza strisciare. Con che velocità v_f procede da allora in poi il suo centro? Quanto vale l'energia W dissipata per attrito?
[$v_f = 5v_0/7$, $W = mv_0^2/7$]

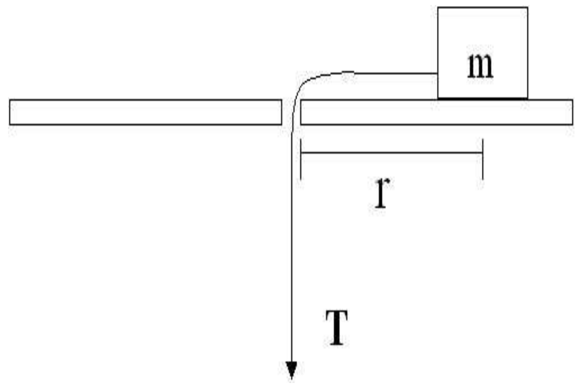

Figure 4:

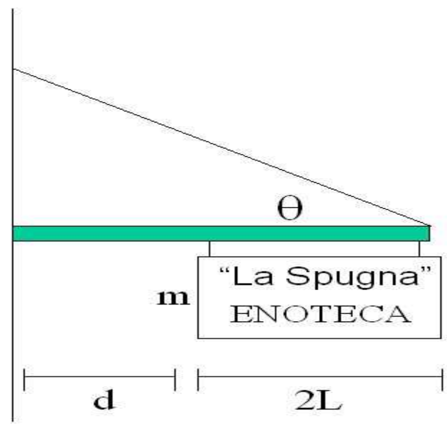

Figure 5:

Settima settimana

1. Un punto materiale di massa m descrive con velocità v_1 costante una circonferenza di raggio r_1 e centro O, sopra un piano orizzontale liscio. Esso è tenuto sulla traiettoria dall'azione un filo teso, come mostrato in figura 4. Variando la tensione si porta il punto a descrivere una circonferenza di raggio r_2. Calcolare la nuova velocità v_2, l'espressione della tensione per un generico raggio r compreso tra r_1 e r_2, il lavoro L_{12} della tensione tra r_1 e r_2.

[$v_2 = v_1 r_1/r_2$, $T(r) = m v_1^2 r_1^2/r^3$, $L_{12} = (m v_1^2/2)(r_1^2/r_2^2-1)$]

2. Un'insegna di densità uniforme di massa m e larghezza 2L è appesa a una barra orizzontale leggera di lunghezza l = d+2L, imperniata al muro e sostenuta da un cavo che forma un angolo θ con la barra (Fig. 5). Determinare la tensione del cavo e le componenti R_x e R_y della forza di reazione esercitata dalla parete sulla barra, in funzione di m,d,L e θ.

[$T = \frac{mg(d+L)}{(d+2L)sin\theta}$, $R_x = \frac{mg(d+L)}{(d+2L)tg\theta}$, $R_y = \frac{mgL}{d+2L}$]

3. Un cane, la cui massa è 60 kg, sta sul bordo di una piattaforma girevole circolare di raggio R = 2 m, che può ruotare senza attrito attorno a un asse fisso

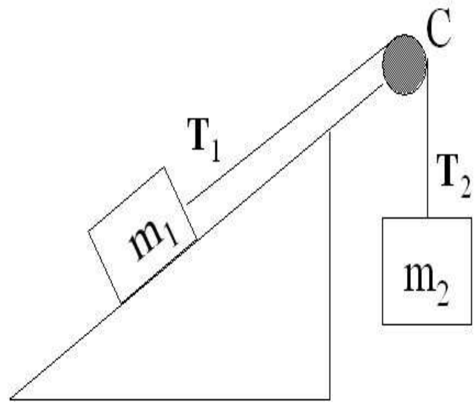

Figure 6:

verticale passante per il suo centro. Il momento d'inerzia rispetto a tale asse vale I = 500 kg m^2 . Il sistema è inizialmente fermo. Il cane inizia a muoversi lungo il bordo con una velocità rispetto al suolo di 1.5 m/s. Con quale velocità angolare inzierà a ruotare la piattaforma? Quanto vale il lavoro che ha dovuto compiere il cane per mettere in moto la piattaforma?

[0.36 rad/s, 99.9 J]

4. Calcolare il momento d'inerzia I_0 di un cilindro uniforme cavo di massa m, raggio interno R_1 e raggio esterno R_2, rispetto al proprio asse. Il cilindro viene vincolato a ruotare intorno a un asse fisso paralello al proprio e che giace sulla sua superficie laterale. Viene messo in rotazione applicando un momento M = 5 Nm per un intervallo di tempo t = 2.5 s. Se m = 1 kg, R_1 = 1 m e R_2 = 2 m, quanto vale la velocità angolare finale?

[$I_0 = m(R_2^2+R_1^2)/2$, ω = 1.9 rad/s]

5. Due blocchi di masse m_1 = 15 kg e m_2 = 20 kg sono collegati da una fune inestensibile di massa trascurabile che passa su una carrucola C di raggio r = 0.25 m. Il blocco m_1 è posto su un piano inclinato di 37° (Fig. 6). La massa m_1 si muove in su con accelerazione a = 2 m/s^2. Trovare le tensioni T_1 e T_2 e il momento d'inerzia I della carrucola. Se della carrucola sappiamo che ha densità uniforme, quanto vale la sua massa m_C? (Suggerimento: approssimare la carrucola a un cilindro)

[T_1 = 118 N, T_2 = 156 N, I = 1.18 kg m^2, m_C = 37.7 kg]

Ottava settimana

1. Una particella che si muove di moto armonico nell'istante t = 0 si trova nell'origine e si sposta verso destra. Se l'ampiezza del moto è A = 2 cm e la frequenza ν = 1.5 Hz, scrivere l'equazione del moto della particella. Calcolare la velocità e l'accelerazione massime. Calcolare il percorso totale L compiuto tra t = 0 e t = 1 s.

[x(t) = Asin($2\pi\nu t$), v_{max} = 0.188 m/s, a_{max} = 1.78 m/s^2, L = 12 cm]

2. Una parete larga L = 5 m e alta h = 3 m separa una massa d'acqua dall'ambiente. Calcolare a quale forza è sottoposta la parete.

[220.5 kN]

3. Una vasca piena d'acqua avanza con accelerazione a. Calcolare l'inclinazione α rispetto all'orizzontale della superficie dell'acqua.

[tgα = a/g]

4. Una sfera di raggio R = 4.1 cm, è appesa ad una molla di costante elastica k = 125 N/m. Se la sfera viene immersa in un liquido si osserva che la posizione di equilibrio statico cambia di 2 cm. Calcolare la densità del liquido.

[8.8×10^2 kg/m^3]

5. Un'asta sottile, di lunghezza L, sezione S e densità costante ignota, è incernierata a un estremo O alla parete di un recipiente pieno di un liquido di densità ρ_0 nota, mentre l'altro estremo è immerso nel liquido. L'asta può ruotare liberamente attorno ad un asse orizzontale passante per il punto O, che non è immerso nel liquido. Se all'equilibrio la parte di lunghezza d dell'asta è fuori dal liquido, determinare la densità ρ del materiale di cui è composta l'asta.

[$\rho = \rho_0(1\text{-}d^2/L^2)$]

6. Dell'acqua viene pompata da un fiume fino a un villaggio attraverso un tubo di 15 cm di diametro. Il fiume è a 564 m s.l.m. mentre il villaggio si trova a 2096 m s.l.m. Qual è la minima pressione p_{min} con cui deve essere pompata l'acqua per arrivare al villaggio? Se ogni giorno vengono pompati 4500 m^3 d'acqua, qual è la velocità v dell'acqua nel tubo? Quale pressione Δp in più è necessario fornire per spedire tale flusso? Assumere che l'accelerazione di gravità e la densità dell'aria siano costanti in questo campo di altitudini.

[$p_{min} = p_{atmosferica}$+15 MPa, v = 2.95 m/s, Δp = 4.35 kPa]

Nona settimana

Dati utili. Calore specifico dell'acqua: 4186.8 J/(kg K); calore specifico del ghiaccio: 2051.5 J/(kg K); calore latente di fusione dell'acqua: 330 kJ/kg; pressione atmosferica: 10^5 Pa.

1. Due corpi solidi, fatti della stessa sostanza, di masse $m_1 = 0.3$ kg e $m_2 = 0.8$ kg, vengono messi in contatto termico in un ambiente adiabatico. Le temperature iniziali dei due solidi sono $T_1 = 800$ K e $T_2 = 200$ K. Calcolare la temperatura di equilibrio.

[363.6 K]

2. Un pezzetto di ghiaccio di massa $m_1 = 30$ g alla temperatura $T_1 = 258$ K viene immerso in $m_2 = 50$ g d'acqua che si trovano a $T_2 = 333$ K. Se il sistema è contenuto in un recipiente a pareti adiabatiche, calcolare la temperatura di equilibrio T_e. Ripetere il calcolo per $m_2 = 30$ g.

[6.6° C, 0 ° C]

3. n moli di gas ideale compiono una trasformazione reversibile rappresentabile nel piano (V,p) con un segmento congiungente i punti di coordinate (V_A, p_A) e (V_B, p_B), con $V_B > V_A$ e $p_B < p_A$. Determinare se nella trasformazione c'è uno stato del gas in cui la temperatura è massima oppure se questa varia monotonamente durante la trasformazione. Calcolare il lavoro L compiuto dal gas nella trasformazione.

[La temperatura ha un massimo se $V_A < -b/(2a) < V_B$, con $a = (p_B - p_A)/(V_B - V_A)$ e $b = (p_A V_B - p_B V_A)/(V_B - V_A)$, $L = (p_B + p_A)(V_B - V_A)/2$]

4. All'interno di un contenitore a pareti rigide adiabatiche, avente volume utile $V = 10^{-2}$ m^3, si trovano un oggetto metallico (m = 0.8 kg e c = 130 J/(kg K)) di volume trascurabile, e 2.5 moli di gas ideale biatomico. La temperatura di equilibrio è T = 290 K. Con un opportuno riscaldatore elettrico si porta molto rapidamente la temperatura dell'oggetto al valore T_1. Successivamente si osserva che la temperatura di equilibrio all'interno del contenitore raggiunge il valore $T_e = 470$ K. Calcolare T_1. Dopo il raggiungimento dell'equilibrio, si lascia espandere il gas facendo scorrere senza attrito una base del contenitore: durante il processo la pressione esterna è quella atmosferica. Calcolare la temperatura T_f e il volume V_f del gas una volta raggiunto l'equilibrio meccanico e termico.

[$T_1 = 560$ K, $T_f = 420.4$ K, $V_f = 8.6 \times 10^{-2}$ m^3]

5. Un recipiente rigido e adiabatico è diviso in due parti uguali, di volume 10^{-2} m^3 ciascuna, da un setto diatermico fisso. In una delle due parti (A) è contenuta una mole di gas ideale monoatomico a 300 K, nell'altra (B) c'è il vuoto. All'estremità di B cè un pistone che può scorrere senza attrito. Nel setto viene aperto un foro e il gas si espande liberamente fino a occupare tutto il volume. A equilibrio raggiunto si comprime reversibilmente il gas in A. L'operazione viene ripetuta due volte. Determinare la temperatura finale T_f e il lavoro compiuto sul gas in ciascuna delle due compressioni.

[$T_f = 756$ K, $L_1 = 2.2$ kJ, $L_2 = 3.5$ kJ]

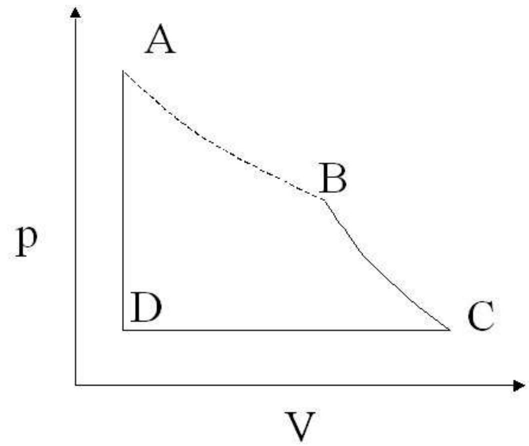

Figure 7:

Decima settimana

1. Un recipiente cilindrico a pareti adiabatiche è diviso in due parti A e B da un setto diatermico mobile senza attrito. La base di B può scorrere senza attrito. In entrambe le parti si trova una mole di gas ideale monoatomico; inizialmente i volumi sono uguali ($V_{Ai} = V_{Bi} = 10^{-2}$ m^3) e la temperatura del sistema vale $T_i = 300$ K. Agendo dall'esterno con una pressione costante $p_0 = 4$ bar sulla base di B, si comprime il sistema fino a raggiungere l'equilibrio termodinamico. Calcolare la temperatura finale T_f e il volume finale V_{Bf} del gas in B.
[$T_f = 345.3$ K, $V_{Bf} = 0.72\times10^{-2}$ m^3]

2. 0.2 moli di gas ideale biatomico compiono il ciclo ABCDA mostrato in Fig. 7, dove la trasformazione AB è un'isoterma irreversibile, mentre BC è un'adiabatica, CD è un'isobara e DA un'isocora, tutte reversibili. I volumi sono $V_A = 5\,l$, $V_B = 10\,l$, $V_C = 15\ l$. T_A vale 900 K. Nell'isoterma AB il gas assorbe il calore $Q_0 = 860$ J. Calcolare il lavoro L ottenuto nel ciclo e il rendimento η. Calcolare il rendimento η' nel caso in cui AB sia un'isoterma reversibile.
[L = 571.5 J, $\eta = 0.161$, $\eta' = 0.201$]

3. Un gas ideale monoatomico descrive un ciclo di Carnot. La compressione isoterma avviene a una temperatura $T_1 = 290$ K, partendo da uno stato iniziale in cui il gas ha volume 10^{-1} m^3 e pressione $p_A = 1.013$ bar. Il calore assorbito in un ciclo è $Q_2 = 8933$ J e il lavoro prodotto è W = 1930 J. Calcolare la temperatura T_2 dell'espansione isoterma e il volume minimo del gas. Se il gas è contenuto in un cilindro di sezione $S = 10^3$ cm^2 e tra pistone e cilindro cè una forza di attrito costante F = 500 N, calcolare la diminuzione percentuale rispetto al rendimento ideale.
[$T_2 = 370$ K, $V_{min} = 3.47\times10^{-2}$ m^3, 34%]

4. Una gas ideale compie un ciclo reversibile costituito da un'espansione adiabatica da $T_A = 600$ K a $T_B = 300$ K, una compressione isoterma fino al volume iniziale V_A e una trasformazione isocora fino a che la temperatura ritorna al valore

T_A. Calcolare il rendimento del ciclo.

[0.307]

Undicesima settimana

1. Calcolare la variazione di entropia relativa a una espansione libera che raddoppi il volume di n moli di gas perfetto.

[$\Delta S = nR\ln 2$]

2. Una macchina termica di Carnot opera tra due sorgenti di temperatura $T_1 = 850$ K e $T_2 = 300$ K. Ad ogni ciclo, che richiede 0.25 s di tempo per essere completato, eroga 1200 J di lavoro. Qual è il rendimento η del motore? La potenza media P? Il calore Q_1 fornito dalla sorgente calda durante un ciclo? Il calore Q_2 fornito alla sorgente fredda durante un ciclo? La variazione di entropia ΔS_1 legata all'assorbimento di calore dalla sorgente calda? La variazione di entropia ΔS_2 legata alla cessione di calore alla sorgente fredda?

[$\eta = 0.65$, $P = 4.8$ kW, $Q_1 = 1855$ J, $|Q_2| = 655$ J, $\Delta S_1 = 2.18$ J/K = - ΔS_2]

3. Quattro grammi di elio, alla temperatura T_A, occupano inizialmente il volume V_A. Al gas viene fatta compiere una trasformazione reversibile isoterma che ne raddoppia il volume. In seguito una compressione adiabatica reversibile che lo riporta alla pressione iniziale. Determinare la temperatura T_C e il volume V_C dello stato finale. Calcolare il lavoro L e il calore Q scambiati dal sistema durante la trasformazione. Esprimere i risultati in funzione di T_A e V_A.

[$V_C = 2V_A(1/2)^{3/5}$, $T_C = 2T_A(1/2)^{3/5}$, $L = T_A R[\ln 2 + 3(1-2(1/2)^{3/5})/2]$, $Q = RT_A \ln 2$]

4. Una mole di idrogeno si trova inizialmente alla temperatura T_A ed è contenuta dentro un cilindro con pistone. Il volume iniziale è V_A. Ponendo un opportuno peso (costante) sul pistone, si fa sì che il gas si comprima adiabaticamente fino a raggiungere un volume $V_B = V_A/2$. Quanto valgono la temperatura T_B e la pressione p_B dello stato finale? Si assuma che non vi sia attrito tra cilindro e pistone. Esprimere i risultati in funzione di T_A e V_A.

[$T_B = (5/3)T_A$, $p_B = (10/3)RT_A/V_A$]