Università degli Studi di Roma Sapienza
Corso di laurea in Ing. Meccanica

Corso di Fisica Generale I
Proff. Marco Rossi, Daniele Passeri e Alessio Sarti

Prova di esame del 12 novembre 2021
APPELLO straordinario – a.a. 2020-21

Risolvere gli esercizi seguenti formulando la loro soluzione prima analiticamente e poi numericamente.

1. Una pietra viene lasciata cadere in un lago da una torre di altezza 75 m rispetto al livello dell'acqua. Un'altra pietra viene lanciata verticalmente verso il basso 1.5 s dopo che la prima è stata lasciata cadere. Entrambe le pietre toccano la superficie dell'acqua nello stesso istante: calcolare la velocità iniziale della seconda pietra.

2. Una molla ideale, con costante elastica K=40 N/m e lunghezza a riposo trascurabile, è appesa al soffitto di una stanza di altezza H=3m. All'altra estremità della molla è attaccata una pallina di massa M=1kg. Pallina e molla sono all'interno di una guida cilindrica, che vincola la pallina a muoversi solo in verticale. Trascurando qualsiasi forma di attrito durante il moto, si calcoli: a) con quale velocità la pallina colpirà il soffitto se la molla viene allungata fino a che la pallina tocca il pavimento e poi rilasciata; b) l'energia dissipata nell'urto con il soffitto, sapendo che la pallina, dopo l'urto, arriva ad una distanza minima dal pavimento D=1m.

3. Un cubo cavo di lato 6 cm e pareti sottili è immerso in una vaschetta di mercurio in modo da emergere esattamente per metà. Versando nel cubo dell'alcool etilico in modo da riempirlo completamente esso si immerge ulteriormente di un tratto x = 3.5 mm rispetto a quando era vuoto. Calcolare la densità ρ_A dell'alcool etilico sapendo che quella del mercurio è ρ_M = 13.6 g/cm^3

4. Due moli di gas ideale monoatomico si espandono reversibilmente senza scambio di calore, fino ad occupare un volume triplo di quello iniziale. La temperatura iniziale vale T_A = 300K. Determinare il lavoro compiuto durante l'espansione.

5. Una mole di gas perfetto monoatomico si trova inizialmente in uno stato termodinamico A di cui è nota la temperatura T_A = 300K e compie una espansione adiabatica nel vuoto fino ad uno stato B. Successivamente, mediante una compressione adiabatica lungo la quale il gas subisce un lavoro pari a 3 kJ, il gas viene portato ad uno stato C. Mediante una trasformazione isobara reversibile, infine, il gas viene riportato allo stato A di partenza. Si determini la variazione di entropia dell'universo.

Sezione TEORIA** - **Rispondete facoltativamente, con essenzialità e correttezza, alle seguenti domande.

T1. Dimostrare che un punto di minimo dell'energia potenziale per un sistema meccanico è un punto di equilibrio stabile.

T2. Dimostrare che i calori specifici molari dipendono dalla tipologia del gas considerato (monoatomico, biatomico, ecc) ed esplicitare il collegamento del calore specifico con il numero di gradi di libertà delle molecole di gas considerate.

Università degli Studi di Roma Sapienza
Corso di laurea in Ing. Meccanica

Corso di Fisica Generale I
Proff. Marco Rossi, Daniele Passeri e Alessio Sarti

Prova di esame del 12 novembr12noe 2021
APPELLO straordinario – a.a. 2020-21

-- - - - - - SOLUZIONI - - - - - - -

1. La prima pietra impiega $t_1 = \sqrt{2g/h}$ = 3.91 s a cadere. La seconda pietra impiega dunque 2.41 s a cadere. Si ricava che $v_{2i} = (h - ½\, g t_2^2)/t_2$ = 19.3 m/s.

---

2. Durante l'oscillazione, prima dell'urto con il soffitto, si conserva l'energia meccanica dal momento che le uniche forze in gioco (gravitazionale ed elastica) sono conservative.

a) Imponendo che in corrispondenza del pavimento sia nulla l'energia potenziale gravitazionale:
$E_i = ½\, K (H)^2$; $E_f = MgH + ½\, Mv^2$ da cui essendo $E_i = E_f$ si ricava v = 17.3 m/s

b) Non si conserva l'energia nell'urto con il soffitto.
Essendo E_i = 180 J; E_f = $½$ K (H –h)^2+ Mgh = 89.8 J ; $E_{dissipata} = E_i - E_f$ = 90.2 J

---

3. La condizione di equilibrio inziale permette di calcolare il peso del cubo vuoto: $P_C + S = 0$ dove $S = \rho_M\, g\, (l/2) l^2$. Dopo aver aggiunto l'alcool, all'equilibrio si avrà: $P_C + P_A + S = 0$. La spinta di archimede S sarà pari al peso del mercurio spostato: $\rho_M\, g\, (l/2+x) l^2$. Il peso dell'alcool aggiunto sarà: $\rho_A\, g\, l^3$. Si ottiene dunque: $\rho_A = \rho_M\, x/l$ = 0.79 g/cm^3

---

4. $Q = 0$, $\Delta U = -L = nc_V(T_B - T_A)$

$T_A V_A^{\gamma-1} = T_B V_B^{\gamma-1} = T_B(3V_A)^{\gamma-1}$

T_B = 144,22 K

L = 3885, 46 J

---

5. Poiché le due trasformazioni *AB* e *BC* sono adiabatiche, e poiché il gas compie un ciclo, la variazione di entropia dell'universo coincide con la variazione di entropia delle sorgenti nella trasformazione *CA*. Questa è uguale e opposta a quella del gas lungo la stessa trasformazione essendo la trasformazione reversibile. Quindi $\Delta S_{univ}=-\Delta S_{gas}=-5/2\ nR\ ln(T_A/T_C)$ che si ottiene mediante il calcolo dalla definizione di entropia lungo la isobara o dalla formula dell'entropia come funzione di stato.

Per la trasformazione *AB* si ha che $Q_{AB}=L_{AB}=0$ e $T_A=T_B$.

Per la trasformazione *BC* si ha che $Q_{BC}=0$ da cui $L_{BC} = -nc_v(T_C - T_A)$ e quindi $T_C=T_A-L_{BC}/nc_v$ (attenzione: non ho usato PV^γ perché…) ricordando che L_{BC} è negativo. Sostituendo: $\Delta S_{univ} = -\frac{5}{2}nR\ ln\left(\frac{T_A}{T_A-\frac{L_{BC}}{nc_v}}\right)$ da cui si ottiene ΔS_{univ} = 12 J/K