



Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
Corsi di laurea in Ing. Meccanica



Corso di Fisica I
Canale A-K: Prof. Marco Rossi
Canale L-Z: Prof. Livia Lancia

Prova d' appello del 19 luglio 2016 – a.a. 2015-16

Risolvere, prima analiticamente e poi numericamente, gli esercizi seguenti.

- Due slittini sono inizialmente bloccati in cima ad un piano inclinato innevato (angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale $\theta=30^\circ$). Il primo viene quindi lasciato libero e dopo 2s dalla partenza ha percorso 3m lungo il piano e a quell'istante anche il secondo viene liberato ed inizia la discesa.
 - Nell'ipotesi in cui i due slittini si muovano con la stessa accelerazione costante, qual è la loro distanza 4s dopo la partenza del secondo?
 - Calcolare il coefficiente di attrito dinamico.
- Un blocco di massa $M = 10$ kg è appoggiato su un piano orizzontale scabro con coefficiente di attrito statico $\mu_s=0,5$ e con coefficiente di attrito dinamico $\mu_d = 0,45$. Sul blocco agisce la forza di una molla ideale, compressa di $\Delta x= 49$ cm, un cui estremo è a contatto con il blocco ma non vincolato a esso.
 - Determinare il massimo valore della costante elastica della molla k_{max} che consente al blocco di rimanere fermo.
Se la costante elastica della molla è $k = 3k_{max}$, determinare:
 - la velocità v_o del blocco nell'istante in cui la molla non agisce più sul corpo;
 - a partire da questo istante, il tempo Δt impiegato dal blocco ad arrestarsi.
- Un vaso cilindrico di altezza $h=10$ cm è tenuto capovolto ed immerso lentamente in un recipiente contenente mercurio ($\rho=13.6 \cdot 10^3$ kg.m⁻³) fino a raggiungere con la base il livello della superficie libera di mercurio. Calcolare l'altezza h' dello strato d'aria che rimane compressa nel vaso.
(N.B. Si consideri l'aria come un gas perfetto e la temperatura costante.)
- Una macchina reversibile, che utilizza come fluido una mole di gas biatomico, esegue un ciclo composto da tre trasformazioni termodinamiche: AB è un'adiabatica, BC è un'espansione isobara e CA un'isoterma. Determinare il lavoro scambiato con l'esterno. ($p_A=5$ atm, $T_A=20^\circ\text{C}$, $p_B=1$ atm).
- Un recipiente con pareti rigide e capacità termica trascurabile, contiene 15 moli di azoto, in equilibrio termodinamico, alla temperatura T_1 . Il sistema è successivamente posto in contatto con una sorgente alla temperatura di 0°C , attraverso una parete diatermica. Raggiunto il nuovo equilibrio, si osserva che la variazione di entropia della sorgente è $\Delta S_{sorg} = 750$ J/K.
Calcolare la variazione di entropia del gas.

Sezione TEORIA

Rispondete facoltativamente, con essenzialità e correttezza, alle seguenti domande.

- Commentare almeno una situazione 'quotidiana' in cui si ha a che fare con la forza centrifuga.
- Dimostrare l'equivalenza dei due enunciati del II principio della Termodinamica.



Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
Corsi di laurea in Ing. Meccanica

Corso di Fisica I
Canale A-L: Prof. Marco Rossi
Canale M-Z: Prof. Livia Lancia



SOLUZIONI

Prova d' appello straordinario del 19 Luglio 2016 – a.a. 2015-16

Esercizio 1

a)

$$s_1(2) = \frac{1}{2}at_2^2 \rightarrow a = 1.5[\text{m/s}^2]$$

$$s_2(4) = \frac{1}{2}at_4^2 = 12[\text{m}]; \quad s_1(6) = \frac{1}{2}at_6^2 = 27[\text{m}];$$

$$\Delta s = 15[\text{m}]$$

$$mg \sin \theta - \mu_d mg \cos \theta = ma$$

$$b) \quad \mu_d = \tan \theta - \frac{a}{g \cos \theta} = 0.4$$

Esercizio 2

a)

Deve essere:

$$k\Delta x - \mu_s Mg \leq 0$$

$$k_{\max} = 1000[\text{N/m}]$$

$$\frac{1}{2}k\Delta x^2 - \mu_d Mg\Delta x = \frac{1}{2}Mv_0^2$$

b)

$$v_0 = \sqrt{\frac{3k_{\max}\Delta x^2}{M} - 2\mu_d g\Delta x} = 1.7[\text{m/s}]$$

c)

$$v_0 - (\mu_d g)\Delta t = 0$$
$$\Delta t = 0.38[\text{s}]$$

Esercizio 3

Legge di Boyle per l'aria : $p_i V_i = p_f V_f$

$p_i = p_a = 1.013 \cdot 10^5 [\text{Pa}]; V_i = Sh$

$p_f = p_a + \rho gh'; V_f = Sh'$

$\rho g(h')^2 + p_a h' - p_a h = 0 \rightarrow h' = 8.95 \text{ cm}$

Esercizio 4

$$L_{AB} = -\Delta U = c_v(T_A - T_B) > 0;$$

$$L_{BC} = p\Delta V = p_B(V_C - V_B) = R(T_C - T_B) = R(T_A - T_B) > 0;$$

$$L_{CA} = RT_A \ln(V_A/V_C) = RT_A \ln(p_C/p_A) = RT_A \ln(p_B/p_A) < 0.$$

Si ricava T_B dalla $p^\gamma T = \text{cost}$:

$$p_A^\gamma T_A = p_B^\gamma T_B \Rightarrow \frac{T_B}{T_A} = \left(\frac{p_A}{p_B}\right)^\gamma; \text{ con } \gamma = 7/5.$$

Risulta quindi:

$$L = (c_v + R)T_A \left(1 - \frac{T_B}{T_A}\right) + RT_A \ln \frac{p_B}{p_A} =$$

$$= c_p T_A \left[1 - \left(\frac{p_A}{p_B}\right)^\gamma\right] + RT_A \ln \frac{p_B}{p_A} = -778.2J \quad (\text{con } c_p = 7/2 R)$$

(macchina refrigerante)

Esercizio 5

La trasformazione è irreversibile

$$\Delta S_{\text{sorg}} = Q/T_2 \rightarrow Q = 204.7 \text{ kJ } (T_2 = 273K)$$

$$T_1 = T_2 + (Q/nc_v) = 930 \text{ K } (c_v = 5/2R)$$

$$\Delta S = nc_v \log (T_2/T_1) = -382 \text{ J/K}$$