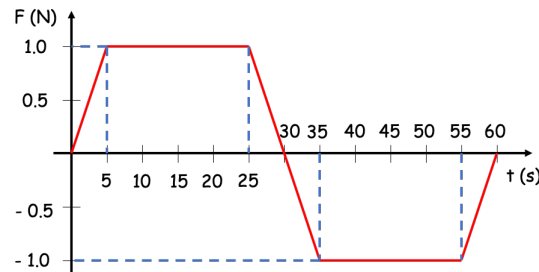


Università degli Studi di Siena, Corso di Laurea in Biotecnologie  
Prova d'esame di Fisica nelle Scienze della Vita – 06/09/2019

Nota: la valutazione della prova tiene conto della correttezza dei risultati analitici e numerici (attenzione ai segni, alle cifre significative ed alle unità di misura!) e della chiarezza dell'esposizione della soluzione. Spiegare sinteticamente la strategia di soluzione seguita, giustificare i principali passaggi e definire esplicitamente i simboli usati, anche con l'aiuto di figure (sistemi di riferimento, ecc.)

**Problema 1**



Un corpo di massa  $m = 0.5$  kg, inizialmente fermo, è soggetto ad una forza  $F$  di direzione costante con intensità rappresentata in figura. Si calcoli:

- l'accelerazione massima  $a_{\max}$  del corpo;
- la velocità massima  $v_{\max}$  raggiunta dal corpo e la velocità  $v_{60}$  all'istante  $t = 60$  s;
- il lavoro  $\mathcal{L}_{30}$  svolto dalla forza nell'intervallo di tempo  $[0, 30]$  s e quello  $\mathcal{L}_{60}$  svolto nell'intervallo  $[0, 60]$  s.

Svolgimento:

a)

$$a_{\max} = \left| \frac{F_{\max}}{m} \right| = 2 \text{ m/s}^2;$$

b)

$$v_{\max} = \int_0^{30 \text{ s}} \frac{F(t)}{m} dt = 50 \text{ m/s} \quad v_{60} = 0;$$

c)

$$\mathcal{L}_{30} = \frac{1}{2} m v_{\max}^2 = 625 \text{ J} \quad \mathcal{L}_{60} = 0.$$

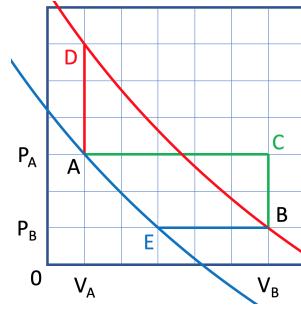
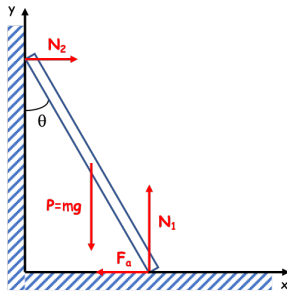
**Problema 2**

Una scala a pioli di lunghezza  $L$  e massa  $m = 20$  kg è appoggiata su un pavimento scabro e ad una parete verticale liscia con cui forma un angolo  $\theta = 30^\circ$ .

- Si disegni il diagramma delle forze agenti sulla scala;
- si calcoli l'intensità di ciascuna delle componenti delle forze secondo gli assi orizzontale e verticale;
- nell'ipotesi che la forza di attrito statico agente sulla scala sia descrivibile attraverso un coefficiente di attrito, si determini il minimo coefficiente d'attrito  $\mu_{\min}$  necessario affinché la scala non scivoli.

Svolgimento:

a)



b) le condizioni di equilibrio della scala richiedono che le somme delle forze e dei momenti applicati siano nulle. Per le componenti delle forze lungo le due direzioni:

$$N_1 = mg = 196 \text{ N}, \quad N_2 = -F_a.$$

Calcolando il momento delle forze rispetto al punto di contatto con il pavimento si ha

$$mg \frac{L}{2} \sin \theta = N_2 L \cos \theta \quad \Rightarrow \quad N_2 = \frac{mg \tan \theta}{2} = 56.6 \text{ N};$$

c)

$$\mu_{\min} = \frac{\tan \theta}{2} = 0.289.$$

### Problema 3

Una massa  $m = 10 \text{ g}$  di argon gassoso (peso molecolare  $M = 40 \text{ g/mol}$ ) è inizialmente in uno stato  $A$ , di pressione  $p_A = 3.0 \text{ atm}$  e temperatura  $T_A = 300 \text{ K}$ . Il gas è portato ad uno stato  $B$  di pressione  $p_B = 1.0 \text{ atm}$  e temperatura  $T_B = 600 \text{ K}$ . Calcolare la variazione di energia interna  $\Delta U_{AB}$ , il lavoro  $\mathcal{L}$  svolto dal gas e il calore assorbito  $Q$  nei casi in cui il gas sia portato

- a pressione costante dallo stato  $A$  ad uno stato  $C$  e a volume costante da  $C$  a  $B$ ;
- a volume costante dallo stato  $A$  ad uno stato  $D$  e a temperatura costante da  $D$  a  $B$ ;
- a temperatura costante dallo stato  $A$  ad uno stato  $E$  e a pressione costante da  $E$  a  $B$ ;

Svolgimento:

$$V_A = \frac{nRT_A}{P_A} = \frac{m}{M} \frac{RT_A}{P_A} \quad V_B = \frac{m}{M} \frac{RT_B}{P_B} = 6V_A$$

Essendo l'energia interna una funzione di stato, la sua variazione è la stessa in tutti i casi considerati:

$$\Delta U_{AB} = n c_V (T_B - T_A) = \frac{m}{M} \frac{3}{2} R T_A = 9.24 \text{ L} \cdot \text{atm} = 935 \text{ J}$$

con  $c_V$  il calore specifico molare a volume costante di un gas monoatomico e  $R = 0.0821 \text{ L} \cdot \text{atm}/(\text{mol} \cdot \text{K}) = 8.31 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ .

a)

$$\mathcal{L}_a = p_A (V_C - V_A) = p_A (V_B - V_A) = 5P_A V_A = 5 \frac{m}{M} R T_A = 30.8 \text{ L} \cdot \text{atm} = 3.12 \text{ kJ}$$

$$Q_a = \mathcal{L}_a + \Delta U_{AB} = 40.0 \text{ L} \cdot \text{atm} = 4.05 \text{ kJ}$$

b)

$$\mathcal{L}_b = \int_D^B P dV = \frac{m}{M} R T_B \int_{V_A}^{V_B} \frac{dV}{V} = \frac{m}{M} R T_B \ln 6 = 22.1 \text{ L} \cdot \text{atm} = 2.23 \text{ kJ}$$

$$Q_b = \mathcal{L}_b + \Delta U_{AB} = 31.3 \text{ L} \cdot \text{atm} = 3.17 \text{ kJ}$$

c)

$$V_E = \frac{nRT_E}{P_E} = \frac{m}{M} \frac{RT_A}{P_B}$$

$$\mathcal{L}_c = \int_A^E P dV + \int_E^B P dV = \frac{m}{M} R T_A \ln \frac{V_E}{V_A} + P_B (V_B - V_E) = \frac{m}{M} R T_A (\ln 3 + 1) = 12.9 \text{ L} \cdot \text{atm} = 1.31 \text{ kJ}$$

$$Q_c = \mathcal{L}_c + \Delta U_{AB} = 22.2 \text{ L} \cdot \text{atm} = 2.24 \text{ kJ}$$