

**Compito Unico – Fisica – A. Lasciari – 13/02/2013**

**Esercizio 1**

Un uomo tira una slitta, inizialmente ferma, su cui siedono due bambini, sul suolo coperto di neve. La slitta viene tirata mediante una fune che forma un angolo  $\theta$  con l'orizzontale (vedi figura). La massa totale dei bambini è  $M$ , mentre quella della slitta è  $m$ . Il coefficiente di attrito statico è  $\mu_s$ , mentre il coefficiente di attrito dinamico è  $\mu_d$ . Si trovino la forza di attrito esercitata dal suolo sulla slitta e l'accelerazione del sistema slitta-bambini se la tensione  $T$  della fune ha l'intensità 100N (caso 1) e 140N (caso 2).

Mantenendo fisso l'angolo  $\theta$ , determinare il valore minimo di  $T$  per sollevare totalmente la slitta.

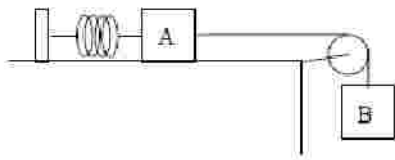
$[\theta=40^\circ; M = 45 \text{ kg}; m = 5 \text{ kg}; \mu_s= 0,20; \mu_d= 0,15]$



**Esercizio 2**

Nel dispositivo schematizzato in figura, il corpo  $A$  (di massa  $m_A$ ), poggiato su un piano orizzontale liscio, è collegato da un filo inestensibile al corpo  $B$  (di massa  $m_B$ ) ed è saldato all'estremità di una molla di costante elastica  $k$ . L'altra estremità della molla è fissata ad un gancio solidale con il piano e le masse del filo, della molla e della carrucola sono trascurabili rispetto a quelle dei corpi  $A$  e  $B$ . Il corpo  $B$  viene abbassato lungo la verticale, rispetto alla sua posizione di equilibrio e lasciato libero di muoversi. Calcolare di quanto si è allungata la molla nella posizione di equilibrio del sistema.

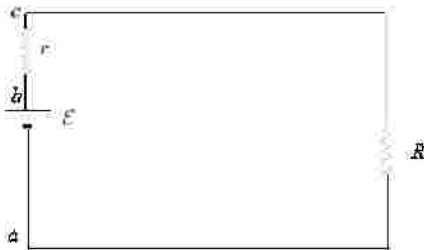
$[m_A = 2 \text{ kg}; m_B = 2 \text{ kg}; k = 200 \text{ N/m}]$



**Esercizio 3**

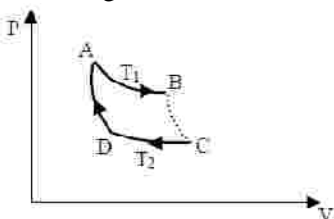
Si ricavi la d.d.p.  $V_{bc}$  ai capi della resistenza  $r$  nel circuito rappresentato in figura.

$[e = 12V; R = 22\Omega; r = 2\Omega]$



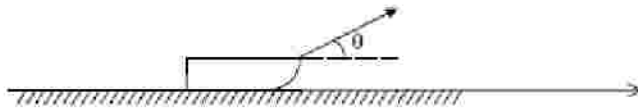
**Esercizio 4**

Una macchina termica a gas perfetto monoatomico ( $C_p = 7/2 R$ ;  $C_v = 3/2 R$ ), operante tra due sorgenti a temperatura  $T_1 = 500 \text{ K}$  e  $T_2 = 200 \text{ K}$ , esegue il ciclo indicato in figura. La trasformazione  $AB$  è un'isoterma reversibile a temperatura  $T_1$ , la  $BC$  è un'adiabatica irreversibile, la  $CD$  un'isoterma reversibile a temperatura  $T_2$  e la  $DA$  un'adiabatica reversibile. Il fluido termodinamico è costituito da una mole di gas monoatomico. Sapendo che  $V_B/V_A = 2$  e che  $V_C/V_D = 2,3$  calcolare: (a) Il calore scambiato con l'esterno nelle singole trasformazioni; (b) Il rendimento della macchina termica; (c) Il rendimento del ciclo di Carnot operante tra le stesse sorgenti.

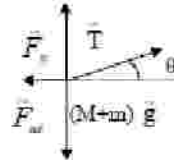
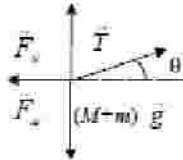


## Soluzioni 13/02/2013

### Esercizio 1



Soluzione:



#### Diagrammi di corpo libero

D) La forza normale al suolo è:

$$F_n = (M + m)g - T \sin \theta = 425,7 \text{ N.}$$

Quindi la forza di attrito statico è:

$$F_{a_s} = \mu_s F_n = \mu_s [(M + m)g - T \sin \theta] = 85,1 \text{ N,}$$

mentre la forza di attrito dinamico è:

$$F_{a_d} = \mu_d F_n = \mu_d [(M + m)g - T \sin \theta] = 63,9 \text{ N.}$$

La componente orizzontale delle tensioni è  $T_x = T \cos \theta = 76,6 \text{ N} < F_{a_s}$ , per cui l'accelerazione è nulla.

II) La forza normale al suolo è:

$$F_n = (M + m)g - T \sin \theta = 400 \text{ N.}$$

Quindi la forza di attrito statico è:

$$\bar{F}_a = \mu_s F_n = \mu_s [(M + m)g - T \sin \theta] = 80 \text{ N, mentre la forza di attrito dinamico è:}$$

$$F_a = \mu_d F_n = \mu_d [(M + m)g - T \sin \theta] = 60 \text{ N.}$$

La componente orizzontale della tensione è  $T_x = T \cos \theta = 107,2 \text{ N} > F_a$ , quindi la slitta si muove con accelerazione

$$a = \frac{T \cos \theta - \mu_d [(M + m)g - T \sin \theta]}{M + m} = 0,9 \text{ m/s}^2.$$

Il valore di  $T$  per sollevare la slitta è quello che annulla  $\bar{F}_a$ :

$$T = \frac{(M + m)g}{\sin \theta} = 762,3 \text{ N.}$$

### Esercizio 2

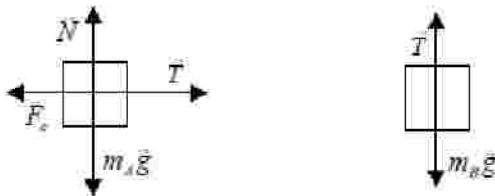


Diagramma di corpo libero per  $A$  e  $B$ .

a) detto  $x$  l'allungamento della molla, la condizione di equilibrio è  $kx = m_B g$ , da cui:

$$x = \frac{m_B g}{k} = 9,8 \text{ cm.}$$

### Esercizio 3

Dall'equazione delle maglie si ottiene:

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= (R+r)i, \\ V_{bc} = ri &= \frac{r}{r+R} \mathcal{E} = \frac{2\Omega}{24\Omega} 12V = 1V. \end{aligned}$$

*Commenti.* Il dispositivo è alla base del funzionamento del *partitore di tensione* e del *potenziometro*, che vengono utilizzati per ottenere d.d.p. comprese tra 0 e  $\mathcal{E}$  quando si dispone di un generatore di tensione di f.e.m.  $\mathcal{E}$ .

### Esercizio 4

a) Poiché le trasformazioni DA e BC sono adiabatiche risulta che  $Q_{BC} = Q_{DA} = 0$ .

Le trasformazioni AB e CD sono invece isoterme, e quindi

$$\text{risulta } Q_{AB} = \int_{V_A}^{V_B} p dV = \int_{V_A}^{V_B} \frac{nRT_1}{V} dV = nRT_1 \ln\left(\frac{V_B}{V_A}\right) = RT_1 \ln 2 = 2881J > 0$$

$$Q_{CD} = \int_{V_C}^{V_D} p dV = \int_{V_C}^{V_D} \frac{nRT_2}{V} dV = nRT_2 \ln\left(\frac{V_D}{V_C}\right) = RT_2 \ln \frac{1}{2,3} = -1385J < 0$$

Si osservi che  $Q_{acc} = Q_{AB}$  e  $Q_{ced} = Q_{CD}$

$$\text{b) Il rendimento è dato da } \eta = 1 + \frac{Q_{ced}}{Q_{acc}} = 1 - \frac{Q_{ced}}{Q_{acc}} = 1 - \frac{1385}{2881} = 0,52$$

c) Il rendimento del ciclo di Carnot operante fra le stesse sorgenti è dato da

$$\eta_{Carnot} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{200}{500} = 0,60$$