

SOLUZIONE SINTETICA A

Università di Trieste A.A. 2019/2020 Lauree Triennali in Ingegneria **A**

FISICA GENERALE 1, Prova Scritta, 15.02.2021

Cognome Nome CdS:

Istruzioni:

Per ciascuna domanda rispondere fornendo solo il risultato finale: la grandezza incognita espressa simbolicamente in funzione delle grandezze date, e poi il corrispondente risultato numerico, con il corretto numero di cifre significative e con le unità di misura appropriate. Fare attenzione ai segni nelle risposte numeriche.

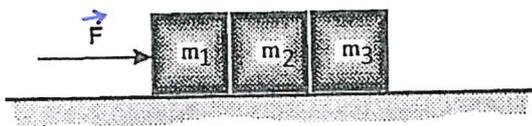


Figura 1 (Problema 1)

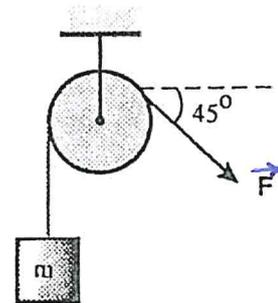
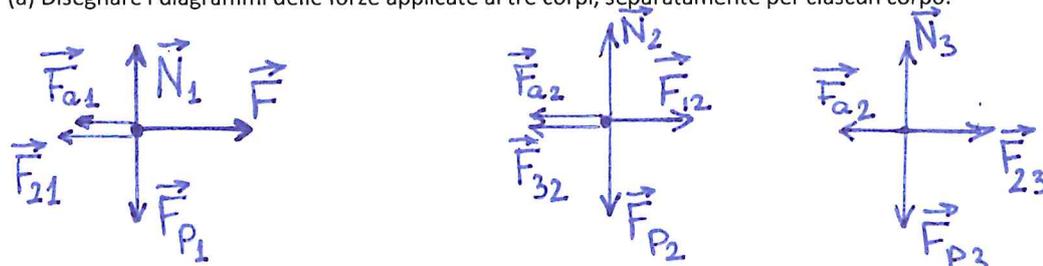


Figura 2 (Problema 2)

Problema 1.

Tre corpi di massa $m_1 = 1.0$ kg, $m_2 = 2.0$ kg, $m_3 = 3.0$ kg scivolano su un piano orizzontale sotto l'azione di una forza diretta orizzontalmente, di intensità $F = 30$ N (Figura1). Il coefficiente di attrito per tutti i tre corpi con il piano orizzontale è $\mu = 0.20$.

(a) Disegnare i diagrammi delle forze applicate ai tre corpi, separatamente per ciascun corpo.



LEGENDA
 \vec{F}_p : forze peso
 \vec{N}_i : forze normali
 $(\vec{N}_i = -\vec{F}_{pi})$
 \vec{F}_{ai} : attrito cinetico

(b) determinare l'accelerazione di ciascuno dei tre corpi.

$$\vec{a}_1 = \vec{a}_2 = \vec{a}_3 = \vec{a}$$

$$a = |\vec{a}| = \frac{F}{\sum m_i} - \mu g = 3.0 \text{ m/s}^2$$

(c) Determinare le intensità delle forze interne di contatto F_{12} agenti fra i corpi 1 e 2 e F_{23} fra i corpi 2 e 3 e le intensità F_1, F_2, F_3 delle tre forze risultanti agenti rispettivamente sui tre corpi 1, 2 e 3.

$$F_{12} = F - m_1(a + \mu g) = 25 \text{ N}$$

$$F_{23} = m_3(a + \mu g) = 15 \text{ N}$$

$$F_1 = m_1 a = 3.0 \text{ N}$$

$$F_2 = m_2 a = 6.1 \text{ N}$$

$$F_3 = m_3 a = 9.1 \text{ N}$$

Problema 2.

Un corpo di massa $m = 50 \text{ kg}$ è sospeso tramite una fune di massa trascurabile, come indicato in Figura 2. La carrucola si può approssimare con un disco omogeneo di massa $M = 20 \text{ kg}$. All'altra estremità della fune è applicata una forza \vec{F} in una direzione che forma un angolo di 45° con l'orizzontale come indicato in Figura 2. Il corpo viene fatto salire con accelerazione verticale costante $a = 4.2 \text{ ms}^{-2}$. Calcolare:

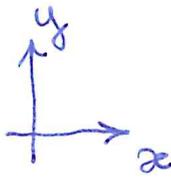
a) il modulo T della tensione della fune nel tratto compreso tra il corpo e la carrucola;

$$T = m(g + a) = 7.0 \cdot 10^2 \text{ N}$$

b) il modulo F della forza \vec{F} applicata all'estremità della fune;

$$F = T + \frac{1}{2} M a = 7.4 \cdot 10^2 \text{ N}$$

c) le componenti orizzontale e verticale della forza \vec{R} esercitata sull'asse della carrucola dal supporto rigido verticale di massa trascurabile fissato al soffitto


$$R_x = -F \cos 45^\circ = -5.2 \cdot 10^2 \text{ N}$$
$$R_y = T + Mg + F \sin 45^\circ = +1.4 \cdot 10^3 \text{ N}$$

Problema 3.

In un recipiente a pareti rigide e termicamente isolato, contenente inizialmente $n = 2.0$ moli di un gas perfetto biatomico, alla pressione $p_0 = 1.0 \text{ atm}$ e alla temperatura $T_0 = 300 \text{ K}$, viene introdotto un blocco di rame di volume trascurabile rispetto al volume del recipiente, di massa $m_1 = 0.10 \text{ kg}$ e alla temperatura $T_1 = 800 \text{ K}$. Essendo $c_1 = 387 \text{ J/(kg K)}$ il calore specifico del rame e $C = 154 \text{ J/K}$ la capacità termica delle pareti del recipiente, calcolare:

a) la temperatura finale T_2 di equilibrio del sistema e la pressione finale p_2 del gas all'equilibrio;

$$T_2 = \frac{n C_V T_0 + C T_0 + m_1 c_1 T_1}{n C_V + C + m_1 c_1} = 383 \text{ K} = 3.8 \cdot 10^2 \text{ K}$$

$$p_2 = p_0 T_2 / T_0 = 1.3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

b) la variazione di entropia ΔS del gas dallo stato iniziale a quello finale.

$$\Delta S = \int_0^2 \left(\frac{\delta Q}{T} \right)_{\text{rev}} = n \frac{5}{2} R \ln \frac{T_2}{T_0} = 10 \text{ J/K}$$

c) Descrivere in breve le trasformazioni termodinamiche e gli scambi di calore usati per eseguire il calcolo di ΔS nel punto b).

Trasformazione isocora reversibile in cui il gas
a temperatura T $T_0 \leq T \leq T_2$
è in contatto con infinite sorgenti a temperature
 $T + dT$ scambiando il calore $\delta Q_{\text{gas}} = n C_V dT$

SOLUZIONE A+B con commenti:

Università di Trieste A.A. 2019/2020 Lauree Triennali in Ingegneria **A**

FISICA GENERALE 1, Prova Scritta, 15.02.2021

Cognome VITALE Nome LORENZO CdS:

Istruzioni:

Per ciascuna domanda rispondere fornendo solo il risultato finale: la grandezza incognita espressa simbolicamente in funzione delle grandezze date, e poi il corrispondente risultato numerico, con il corretto numero di cifre significative e con le unità di misura appropriate. Fare attenzione ai segni nelle risposte numeriche.

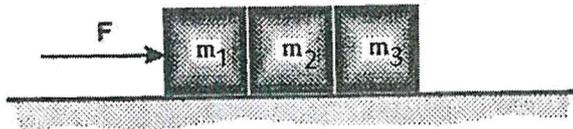


Figura 1 (Problema 1)

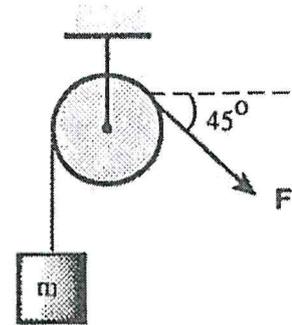
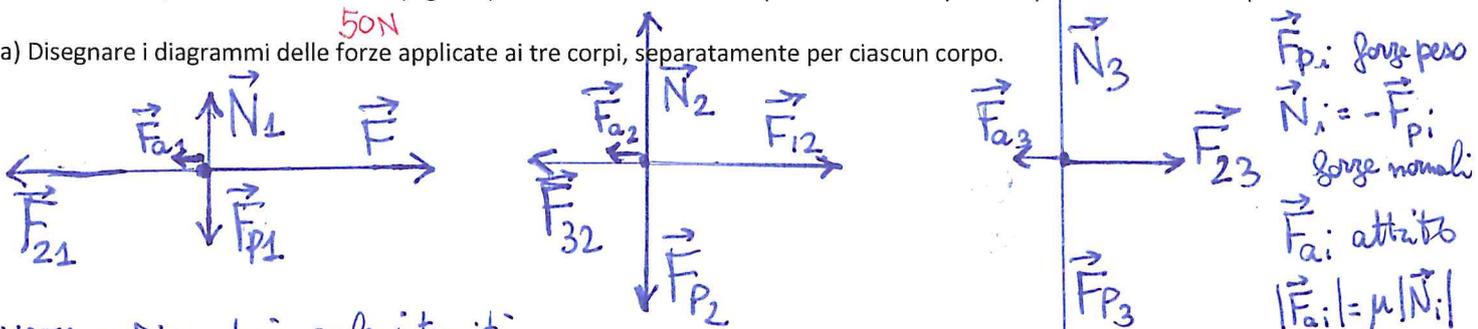


Figura 2 (Problema 2)

Problema 1.

Tre corpi di massa $m_1 = 1.0$ kg, $m_2 = 2.0$ kg, $m_3 = 3.0$ kg scivolano su un piano orizzontale sotto l'azione di una forza diretta orizzontalmente, di intensità $F = 30$ N (Figura 1). Il coefficiente di attrito per tutti i tre corpi con il piano orizzontale è $\mu = 0.20$.

(a) Disegnare i diagrammi delle forze applicate ai tre corpi, separatamente per ciascun corpo.



NOTA: Disegnate in scala intensità

(b) determinare l'accelerazione di ciascuno dei tre corpi.

3 $a_1 = a_2 = a_3 = a$

1^a eq. cardinale per Sistema 3 corpi

$$\sum \vec{F}_{ext} = M_{TOT} \vec{a}$$

$$\vec{F} + \sum \vec{F}_{a_i} = \sum m_i \vec{a}$$

$$a = \frac{F}{\sum m_i} - \mu g = \frac{30}{6.37} - 0.2 \cdot 9.8 = 3.04 \text{ m/s}^2 \approx 3.0 \text{ m/s}^2$$

6.4 m/s²

4 (c) Determinare le intensità delle forze interne di contatto F_{12} agenti fra i corpi 1 e 2 e F_{23} fra i corpi 2 e 3 e le intensità F_1, F_2, F_3 delle tre forze risultanti agenti rispettivamente sui tre corpi 1, 2 e 3.

Proietta lungo x le eq. di Newton per ciascuno dei tre corpi:

1^o corpo $\vec{F} + \vec{F}_{21} + \vec{F}_{a_1} + \vec{F}_{p_1} + \vec{N}_1 = m_1 \vec{a}$

(1) $F - F_{21} - \mu m_1 g = m_1 a$

(2) $F_{12} - F_{32} - \mu m_2 g = m_2 a$

(3) $F_{23} - \mu m_3 g = m_3 a$

$F_{12} = |\vec{F}_{12}| = F_{21}$ ($(F_{21})_x = -F_{21}$)
 (1) $\Rightarrow F_{21} = F - m_1(a + \mu g) = 25 \text{ N}$ 42 N
 (3) $\Rightarrow F_{23} = m_3(a + \mu g) = 15 \text{ N}$ 25 N

$F_1 = m_1 a = 3.0 \text{ N}$ 6.4 N
 $F_2 = m_2 a = 6.1 \text{ N}$ 13 N
 $F_3 = m_3 a = 9.1 \text{ N}$ 19 N

Problema 2.

Un corpo di massa $m = 50 \text{ kg}$ è sospeso tramite una fune di massa trascurabile, come indicato in Figura 2. La carrucola si può approssimare con un disco omogeneo di massa $M = 20 \text{ kg}$. All'altra estremità della fune è applicata una forza \vec{F} in una direzione che forma un angolo di 45° con l'orizzontale come indicato in Figura 2. Il corpo viene fatto salire con accelerazione verticale costante $a = 4.2 \text{ ms}^{-2}$. Calcolare:

a) il modulo T della tensione della fune nel tratto compreso tra il corpo e la carrucola;

3

Proiettato lungo y la 2° legge di Newton per m
 $T - mg = ma$
 $\Rightarrow T = m(g+a) = 7.0 \cdot 10^2 \text{ N}$
 $7.0 \cdot 10^2 \text{ N}$

b) il modulo F della forza \vec{F} applicata all'estremità della fune;

4

Applico la II eq. cardinale al disco in rotazione
 $\dots F = T + \frac{1}{2} M a = 742 \text{ N} = 7.4 \cdot 10^2 \text{ N}$
 $7.6 \cdot 10^2 \text{ N}$

c) le componenti orizzontale e verticale della forza \vec{R} esercitata sull'asse della carrucola dal supporto rigido verticale di massa trascurabile fissato al soffitto

3

Il c.m. della carrucola (disco) è fermo, quindi per la I eq. card.
 $R_x = -F \cos 45^\circ = -5.2 \cdot 10^2 \text{ N} \quad -5.4 \cdot 10^2 \text{ N}$
 $R_y = T + Mg + F \sin 45^\circ = +1.4 \cdot 10^3 \text{ N} \quad +1.5 \cdot 10^3 \text{ N}$

Problema 3.

In un recipiente a pareti rigide e termicamente isolato, contenente inizialmente $n = 2.0$ moli di un gas perfetto biatomico, alla pressione $p_0 = 1.0 \text{ atm}$ e alla temperatura $T_0 = 300 \text{ K}$, viene introdotto un blocco di rame di volume trascurabile rispetto al volume del recipiente, di massa $m_1 = 0.10 \text{ kg}$ e alla temperatura $T_1 = 800 \text{ K}$. Essendo $c_1 = 387 \text{ J/(kg K)}$ il calore specifico del rame e $C = 154 \text{ J/K}$ la capacità termica delle pareti del recipiente, calcolare:

$C_v = \frac{5}{2} R$

a) la temperatura finale T_2 di equilibrio del sistema e la pressione finale p_2 del gas all'equilibrio;

4

$Q_{\text{gas}} + Q_{\text{pareti}} + Q_{\text{Cu}} = 0$
 $\underbrace{>0}_{\text{assorbono calore}} + \underbrace{>0}_{\text{assorbono calore}} + \underbrace{<0}_{\text{cede calore}} = 0$

$m C_v (T_2 - T_0) + C(T_2 - T_0) + m_1 c_1 (T_2 - T_1) = 0$
 $T_2 = \frac{m C_v T_0 + C T_0 + m_1 c_1 T_1}{m C_v + C + m_1 c_1} = 383 \text{ K}$
 379 K
 $p_2 = p_0 \frac{T_2}{T_0} = 1.26 \text{ atm} = 1.3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
 $1.3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

b) la variazione di entropia ΔS del gas dallo stato iniziale a quello finale.

3

$\Delta S = \int_0^2 \left(\frac{\delta Q}{T} \right)_{\text{rev}} = \int_{T_0}^{T_2} \frac{m C_v dT}{T} = m \frac{5}{2} R \ln \frac{T_2}{T_0} = 10 \text{ J/K}$
 9.7 J/K

c) Descrivere in breve le trasformazioni termodinamiche e gli scambi di calore usati per eseguire il calcolo di ΔS nel punto b).

3

Il calcolo è eseguito lungo una trasformazione irreversibile reversibile in cui il gas aumenta la sua temperatura T entrando in contatto con infinite sorgenti ciascuna a temperatura dT più alte della precedente $\delta Q_{\text{gas}} = m C_v dT$