



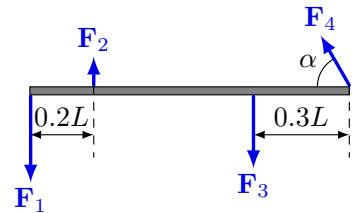
FACOLTÀ DI INGEGNERIA CIVILE E INDUSTRIALE  
Corso di laurea in Ingegneria Clinica

Anno Accademico 2023-2024  
Prova scritta dell'esame di Fisica I - 12 gennaio 2024

*Risolvete, prima analiticamente poi numericamente, gli esercizi seguenti.*

1. Una palla da baseball di massa  $m = 180$  g viene lanciata orizzontalmente alla velocità  $v_i = 45$  m/s contro il battitore. Dopo il contatto con la mazza, che dura un tempo  $\tau = 8$  ms, la palla riparte con una velocità  $v_f = 60$  m/s diretta verso l'alto, lungo una direzione che forma un angolo  $\vartheta = 30^\circ$  rispetto all'orizzontale. Determinare l'angolo formato con l'orizzontale dall'impulso  $\mathbf{I}$  che agisce sulla palla durante il contatto con la mazza e la forza, supposta costante, impressa dal battitore alla palla.

2. Una sottile sbarra rettilinea, uniforme, omogenea, di lunghezza  $L = 1$  m e massa  $m = 3,5$  kg, è sottoposta, oltre alla forza peso, alle forze mostrate in figura. Quale forza è necessario applicare alla sbarra e in quale punto se si vuole che la sbarra sia in equilibrio?  
( $\mathbf{F}_1 = 60$  N,  $\mathbf{F}_2 = 20$  N;  $\mathbf{F}_3 = 50$  N;  $\mathbf{F}_4 = 40$  N;  $\alpha = 60^\circ$ )



3. Un contenitore cilindrico termicamente isolato disposto verticalmente è internamente diviso in due parti da un pistone mobile di massa  $m$  che può scorrere senza attrito. Inizialmente il pistone viene bloccato e nella parte superiore del contenitore viene fatto il vuoto, mentre nella parte inferiore viene inserita una mole di gas perfetto monoatomico alla temperatura  $T = 300$  K. Sbloccando il pistone il sistema raggiunge l'equilibrio termodinamico e il volume del gas è dimezzato rispetto al valore iniziale. Si determini la temperatura finale del gas.
4. Si determini la variazione di entropia  $\Delta S$  di una massa di idrogeno di  $n = 0,4$  moli che viene riscaldata, con un processo irreversibile, da  $21^\circ\text{C}$  a  $137,5^\circ\text{C}$ . Il volume iniziale è di 22 litri ed il processo avviene a pressione atmosferica.



SOLUZIONI DELLA PROVA SCRITTA DELL'ESAME DI FISICA I DEL 12/01/2024  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA CLINICA

**Esercizio N. 1**

L'impulso che agisce sulla palla è legato alla variazione di quantità di moto:

$$\mathbf{I} = m(\mathbf{v}_f - \mathbf{v}_i).$$

Lungo la direzione orizzontale  $x$  e verticale  $y$  si ha:

$$I_x = m [v_f \cos \vartheta - (-v_i)] = 17,45 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

$$I_y = mv_f \sin \vartheta = 5,4 \text{ kg} \cdot \text{m/s}.$$

L'angolo  $\alpha$  formato dall'impulso con l'orizzontale è dato da:

$$\alpha = \arctan \frac{I_y}{I_x} = 17,2^\circ.$$

Poiché il modulo dell'impulso è

$$|\mathbf{I}| = \sqrt{I_x^2 + I_y^2} = 18,27 \text{ kg} \cdot \text{m/s},$$

la forza media impressa dal battitore vale

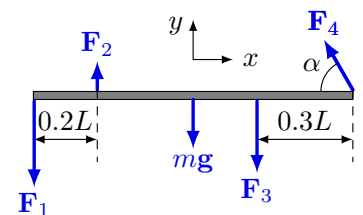
$$F = \frac{|\mathbf{I}|}{\tau} = 2283 \text{ N}.$$

**Esercizio N. 2**

Rispetto a un sistema di riferimento  $xyz$  con gli assi diretti come in figura (con l'asse  $z$  uscente dal foglio), le componenti del risultante delle forze applicate sono:

$$F_x = -F_4 \cos \alpha = -20 \text{ N}$$

$$F_y = -F_1 + F_2 - mg - F_3 + F_4 \sin \alpha = -89,7 \text{ N}.$$



Di conseguenza, la forza  $\mathbf{F}'$  da applicare per l'equilibrio vale:

$$\mathbf{F}' = (20\mathbf{i} + 89.7\mathbf{j}) \text{ N}.$$

Se si considera come polo  $O$  l'estremo destro della sbarra, il momento totale delle forze applicate è:

$$M_o = F_1 L - F_2(0.8L) + mg(0.5L) + F_3(0.3L) = 76,1 \text{ N} \cdot \text{m}.$$

Indicando con  $d$  la distanza del punto di applicazione di  $\mathbf{F}'$  dal polo  $O$ , deve essere

$$d = \frac{M_o}{F'_y} = 0,85 \text{ m}.$$

### Esercizio N. 3

Il gas subisce una compressione adiabatica; si può quindi scrivere:

$$T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}$$

dove i pedici 1 e 2 indicano lo stato iniziale e finale, rispettivamente. Si ha perciò

$$T_2 = T_1 \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1} = T_1 2^{2/3} \Rightarrow T_2 \simeq 476 \text{ K.}$$

### Esercizio N. 4

Dall'equazione di stato si ricava:

$$V_f = V_i \frac{T_f}{T_i} = 30,71 \text{ litri.}$$

Poiché la trasformazione è isobara ( $p_i = p_f = 1 \text{ atm}$ ), la Variazione di entropia del gas è:

$$\Delta S = n C_p \ln \frac{T_f}{T_i} = n C_p \ln \frac{V_f}{V_i} = 0,92 \text{ cal/K}$$

dove, poiché l'idrogeno è un gas biatomico, si è assunto

$$C_p = \frac{7}{2} R = 6,93 \text{ cal}/(\text{mol} \cdot \text{K}).$$