



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA

UNIVERSITÀ DI FERRARA

**PROVA SCRITTA DI FISICA I - LT INGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA  
DEL 20/06/2018**

**Esercizio n. 1**

Il giocatore di pallavolo Ivan Zaytzev detiene il record della battuta piu' veloce.

Supponiamo che la velocita' della palla immediatamente prima che tocchi il suolo sia  $v=84.1$  km/h..

Supponiamo inoltre che la palla percorra la distanza  $D=18$  m prima di cadere al suolo, che venga lanciata orizzontalmente da una altezza iniziale  $h=3.3$  m

- 1) calcolare la velocita' iniziale  $v_0$  con cui parte la palla (senza alcuna rotazione iniziale)
- 2) verificare che la palla superi la rete di altezza pari a  $h_{rete}= 2.43$  m posta a distanza  $d=D/2$  dal punto di lancio
- 3) calcolare l'angolo  $\alpha$  di incidenza della palla al suolo, ossia l'angolo che la velocita' finale forma con il pavimento orizzontale, e le componenti  $x$  e  $y$  della velocita' finale

Supponiamo ora che un difensore riesca ad intercettare la palla, immediatamente prima che tocchi terra facendola "rimbalzare sulle proprie braccia" in modo da rispedito indietro la palla con velocita' uguale in modulo e direzione, ma verso opposto. ( $m_{palla}=280$  gr). Il piano di rimbalzo formato dalle braccia e' perpendicolare alla direzione della palla.

- 4) Determinare direzione, verso e modulo dell'impulso esercitato dalle braccia del difensore (per direzione e verso aiutarsi con un disegno)
- 5) Calcolare la forza esercitata dalla palla sulle braccia del difensore, sapendo che l'urto palla-braccia dura un intervallo di tempo  $\tau=0.15$  sec e che tale forza e' costante nel tempo

**(TUTTI I RISULTATI VANNO ESPRESSI NEL SISTEMA INTERNAZIONALE . Si trascurino tutti gli effetti di interazione con l'aria (attrito, effetto magnus) )**

Cognome e Nome \_\_\_\_\_

n. matricola \_\_\_\_\_

Corso di Laurea \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA  
UNIVERSITÀ DI FERRARA

### Esercizio n. 2

In un recipiente cilindrico sono contenute  $n=10$  moli di gas perfetto ( $c_p=5/2 R$ ,  $c_v=3/2 R$ ), alla temperatura  $T_A=300 K$ , il recipiente è chiuso da un coperchio di massa  $m=50 kg$  e superficie  $S=1 dm^2$ . Sapendo che il gas si trova in equilibrio con l'ambiente.

1) calcolare la pressione  $P_A$  ed il volume  $V_A$  del gas

Il gas viene ora riscaldato molto lentamente e portato ad una nuova configurazione di equilibrio con temperatura  $T_B=600K$  (il coperchio è libero di scorrere sulle pareti senza attrito)

2) che tipo di trasformazione è? (isocora, isobara, isoterma, reversibile, irreversibile)

e disegnare tale trasformazione nel piano di Clapeyron se possibile

3) calcolare il calore  $Q_{AB}$  scambiato dal gas, è assorbito o ceduto dal gas?

4) calcolare il volume  $V_B$

5) Per riportare il gas alla temperatura iniziale  $T_A$ , viene posto a contatto con un blocco di Ferro di massa  $M=10 Kg$ , calcolare la temperatura iniziale del ferro  $T_{Fe}$

**(TUTTI I RISULTATI VANNO ESPRESSI NEL SISTEMA INTERNAZIONALE,**  
si ricordano i seguenti valori  $P_{atm}=1.013 \cdot 10^5 Pa$ ,  $R=8.314 J/(K mole)$ , il ferro ha calore specifico  $c_{Fe}=448 J/(Kg K)$ )

Cognome e Nome \_\_\_\_\_

n. matricola \_\_\_\_\_

Corso di Laurea \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA

UNIVERSITÀ DI FERRARA

### Soluzione Esercizio 1

1) conservazione dell'energia meccanica

$$mgh + \frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} m v^2$$

però so anche che la  $v_x = v_0$  (la componente x della velocità non cambia nel moto del proiettile) quindi  $v^2 = v_0^2 + v_y^2$  e andando a sostituire trovo

$$v_y^2 = 2gh$$

$$\Rightarrow v_0 = \sqrt{v^2 - v_y^2} = 21.9 \text{ m/s}$$

Si poteva arrivare allo stesso risultato anche utilizzando le leggi orarie del moto del proiettile

$$x = v_0 t \quad v_x = v_0$$

$$y = h - \frac{1}{2} g t^2 \quad v_y = -gt$$

e imponendo la condizione che per  $x=D$  sia  $y=0$ : si ricava così:

$$t^* = D/v_0$$

$$t^* = \sqrt{2h/g}$$

$$\Rightarrow D/v_0 = \sqrt{2h/g} \Rightarrow v_0 = D \sqrt{g/2h} = 21.9 \text{ m/s}$$

$$\Rightarrow v_y = -gt = -\sqrt{2hg} = -8.04 \text{ m/s}$$

$$\text{inoltre } \tan(\alpha) = v_y/v_x$$

Così si rispondeva subito anche alla domanda 3)

2) leggi orarie  $x = v_0 t$   $y = h - \frac{1}{2} g t^2$  (ho scelto asse y diretto verso l'alto, asse x verso destra) devo verificare che per  $x=D/2$   $y > h_{rete}$ :

$$x = D/2 \Rightarrow t = D/(2v_0) \Rightarrow y = h - \frac{1}{2} g \frac{D^2}{(4v_0^2)} = 2.47 \text{ m} > h_{rete}$$

$$3) v_0 = v \cos \alpha \Rightarrow \cos \alpha = v_0/v \Rightarrow \alpha = 20.1 \text{ gradi}$$

$$v_x = v_0 = 21.9 \text{ m/s}$$

$$v_y = -v \sin \alpha = -8.04 \text{ m/s}$$

4) La palla rimbalza con una velocità  $\mathbf{v_f} = -\mathbf{v}$

$$\mathbf{J} = \Delta \mathbf{p} = m \mathbf{v_f} - m \mathbf{v} = -2m \mathbf{v}$$

Quindi J ha la stessa direzione di  $\mathbf{v}$  ma verso opposto, in modulo vale

$$J = 2m v = 13.1 \text{ kg m/s}$$

5) per il teorema dell'impulso, per una forza costante, la forza esercitata dalle braccia sulla palla è'

**Fbraccia** =  $\mathbf{J} / \tau$  diretta come J, per il principio di azione reazione la palla esercita una forza sulle braccia uguale in modulo e opposta in verso: **Fpalla** =  $-\mathbf{J} / \tau$ . In modulo pari a

$$F_{palla} = 2 m v / \tau = 87.4 \text{ N}$$

### Soluzione esercizio 2

$$1) P_A V_A = n R T_A \text{ dove } P_A = P_{atm} + mg/S \quad \Rightarrow V_A = n R T / P = 0.166 \text{ m}^3$$

2) isobara reversibile, si può disegnare perché è reversibile, e' una espansione

Cognome e Nome \_\_\_\_\_

n. matricola \_\_\_\_\_

Corso di Laurea \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA  
UNIVERSITÀ DI FERRARA

$$3) Q_{AB} = n c_p (T_B - T_A) = 6.23 \cdot 10^4 \text{ J} = 13 \text{ Kcal} \quad \text{calore assorbito}$$

$$4) T_A/V_A = T_B/V_B \Rightarrow V_B = V_A T_B/T_A = 2 \quad V_A = 0.33 \text{ m}^3$$

$$5) M c_{Fe} (T_A - T_{Fe}) + n c_p (T_A - T_B) = 0$$

$$\Rightarrow T_{Fe} = [M c_{Fe} T_A + n c_p (T_B - T_A)] / (M c_{Fe}) = 287 \text{ K}$$

**PROVA SCRITTA VALIDA COME ORALE DI FISICA I - LT INGEGNERIA  
ELETTRONICA E INFORMATICA DEL 20/06/2018**

**Domanda n.1**

Si scriva l'espressione vettoriale della forza elastica unidimensionale (legge di Hook), spiegando i vari termini e le relative unita' di misura nel sistema internazionale. Aiutarsi con un disegno per la spiegazione dei vari termini. La forza elastica e' conservativa? Giustificare la risposta

**Domanda n.2**

Si scriva l'espressione della Spinta di Archimede, spiegando i vari termini e le relative unita' di misura. Si dimostri come si ricava tale espressione.

Se immergo un blocchetto di ferro in acqua, galleggia o affonda? Giustificare la risposta

Cognome e Nome \_\_\_\_\_

n. matricola \_\_\_\_\_

Corso di Laurea \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_