



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA

UNIVERSITÀ DI FERRARA

**PROVA SCRITTA DI FISICA I - LT INGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA
DEL 03/02/2022**

Esercizio n. 1

In una località sciistica un gruppo di amici sta giocando a snowvolley (pallavolo sulla neve). Il campo ha una lunghezza $D=16.0$ m, la rete è posta a metà del campo di gioco con l'estremità superiore ad una altezza $h=2.10$ m dal suolo.

Il ragazzo al turno di battuta si trova sulla linea di fondo del campo e esegue la battuta: la palla, ad altezza $H= 3.00$ m, parte orizzontalmente con una velocità iniziale $v_0= 72.0$ km/h. Si trascuri l'attrito con l'aria.

Supponiamo che la palla passi sopra la rete e che vada a toccare il suolo nel campo avversario senza essere intercettata dal alcun giocatore avversario,

- calcolare il modulo della velocità v posseduta dalla palla nel momento in cui arriva a terra, immediatamente prima di toccare il suolo, utilizzando considerazioni di tipo energetico.
- Calcolare il tempo di volo della palla.
- Verificare che la palla superi la rete.
- Calcolare l'angolo α di incidenza della palla al suolo, ossia l'angolo che la velocità finale forma con l'asse x orizzontale (fare un disegno esplicativo)

Supponiamo ora che un avversario riesca a ricevere in bagher la palla lanciata con la battuta, immediatamente prima che la palla tocchi il suolo, posizionando le braccia perpendicolarmente alla direzione posseduta dalla palla immediatamente prima che tocchi il suolo.

La palla urta elasticamente contro le braccia, si assuma valida l'ipotesi che la massa delle braccia sia molto più grande della massa della palla da volley ($m_{\text{palla}}= 260$ gr)

- Determinare direzione verso e modulo dell'impulso generato dalle braccia, per la direzione ed il verso fare un disegno. La massa della palla è $m= 260$ gr
- Calcolare la forza esercitata dalle braccia, sapendo che l'urto palla-braccia dura un intervallo di tempo $\tau=0.150$ sec e che tale forza è costante nel tempo.

**(TUTTI I RISULTATI VANNO ESPRESSI NEL SISTEMA INTERNAZIONALE.
RIPORTARE TUTTI I PASSAGGI ALGEBRICI E NUMERICI)**

Cognome e Nome _____

n. matricola _____

Corso di Laurea _____

Firma _____



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA

UNIVERSITÀ DI FERRARA

Esercizio n. 2

Una mole ($n=1$) di gas perfetto monoatomico passa dallo stato A con $V_A=7 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ e $P_A=2 \text{ atm}$ allo stato B con $V_B=2V_A$ attraverso una trasformazione che ha tutte queste tre caratteristiche contemporaneamente: irreversibile, isoterma, adiabatica.

- 1) Disegnare, se possibile, la trasformazione nel piano di clapeyron, su quale curva si trovano i punti A e B? (una retta, una circonferenza, una parabola, una iperbole...)
- 2) calcolare T_A
- 3) calcolare Q_{AB} , ΔU_{AB} , L_{AB}

Successivamente il gas compie le seguenti trasformazioni:

BC=compressione isobara reversibile con $V_C=V_A$

CA=trasformazione isocora reversibile

- 4) disegnare nel piano di clapeyron, se possibile, tutto il ciclo AB + BC + CA
- 5) Calcolare P_B
- 6) Calcolare il lavoro L_{BC} , e' lavoro subito o eseguito ?
- 7) Calcolare ΔU_{BC} , la Energia interna aumenta o diminuisce nella trasformazione BC ?

Si ricorda che : $1 \text{ atm} = 1.01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $c_v=3/2 R$ $c_p=5/2 R$ $R=8.314 \text{ J/K/mole}$

(TUTTI I RISULTATI VANNO ESPRESSI NEL SISTEMA INTERNAZIONALE , SCRIVERE IN BELLA CALLIGRAFIA, MOTIVARE SINTETICAMENTE L'USO DELLE FORMULE UTILIZZATE, INDICARE TUTTE I PASSAGGI ALGEBRICI E I CALCOLI NUMERICI)

Cognome e Nome _____

n. matricola _____

Corso di Laurea _____

Firma _____



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
UNIVERSITÀ DI FERRARA

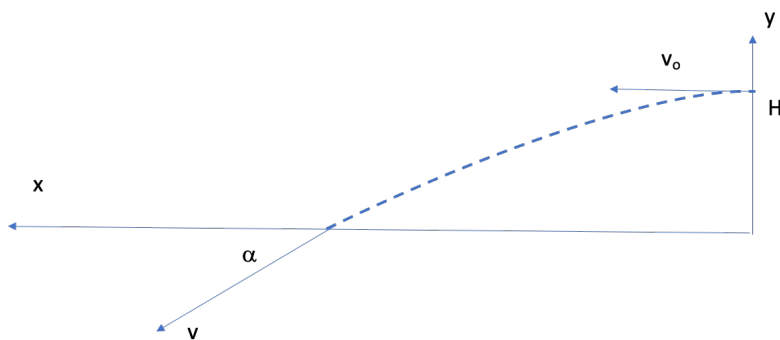
Soluzione Esercizio 1

a) conservazione dell'energia meccanica ($v_0=72\text{km/h}=20\text{ m/sec}$)

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

$$\Rightarrow v = \text{radq}(v_0^2 + 2 g H) = 21.4 \text{ m/sec}$$

b) moto parabolico



$$x = v_0 t$$

$$v_x = v_0$$

$$y = H - \frac{1}{2} g t^2$$

$$v_y = -gt$$

$$y=0 \Rightarrow t^* = \text{radq}(2H/g) = 0.78 \text{ sec}$$

c) devo verificare che per $x=D/2$ valga $y > h$:

$$x=D/2 \Rightarrow t = D/(2v_0) \Rightarrow y = h - \frac{1}{2} g \frac{D^2}{(4v_0^2)} = 2.22 \text{ m} \Rightarrow \text{passa la rete}$$

d) quando arriva al suolo

$$v_y = -g t^* = -\text{radq}(2Hg)$$

$$v_x = v_0$$

$$\text{tg}(\alpha) = v_y/v_x \Rightarrow \alpha = -21 \text{ gradi}$$

e) essendo le braccia piu' massicce della palla, possiamo considerare la palla come urtasse elasticamente contro un "muro" posto perpendicolarmente alla direzione incidente, quindi la palla rimbalza con una velocita' $\mathbf{v_f} = -\mathbf{v}$

Cognome e Nome _____

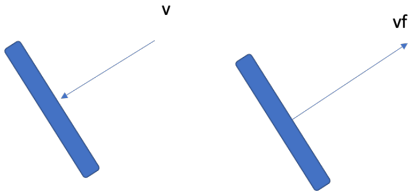
n. matricola _____

Corso di Laurea _____

Firma _____



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
UNIVERSITÀ DI FERRARA



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

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

$$J = 2m v = 2 * 0.260 * 21.4 = 11.1 \text{ kg m/sec}$$

f) per il teorema dell'impulso, per una forza costante, la forza esercitata dalle racchetta sulla pallina e'

$$\mathbf{F} = \mathbf{J} / \tau \quad \text{diretta come } \mathbf{J}$$

In modulo pari a

$$F = 2 m v / \tau = 74.2 \text{ N}$$

Cognome e Nome _____

n. matricola _____

Corso di Laurea _____

Firma _____



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
UNIVERSITÀ DI FERRARA

Soluzione esercizio 2

1) AB irreversibile non posso disegnarla, A e B stanno su un ramo di iperbole perche' AB e' isoterma

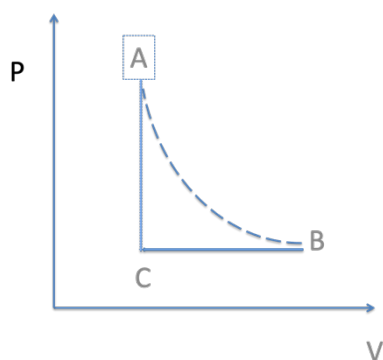
$$2) T_A = P_A V_A / (nR) = 171 \text{ K}$$

3)

$Q_{AB}=0$ (adiabatica)

$\Delta U=0$ (isoterma)

$L_{AB}=0$ per il primo principio



4)

$$5) \Delta T=0 \text{ e' una isoterma} \Rightarrow T_A=T_B \Rightarrow p_A V_A = p_B V_B \Rightarrow p_B = 1/2 p_A = 1 \text{ atm}$$

BC isobara reversibile $p_B=p_C$

$$6) L_{BC} = p_B (V_C - V_B) = p_B (V_A - V_B) = -1/2 p_A V_A = -7.0 \cdot 10^2 \text{ J (Lavoro subito)}$$

$$7) \Delta U_{BC} = n c_v (T_C - T_B) \quad \text{dove } T_C = P_C V_C / nR = P_B V_A / nR = 1/2 P_A V_A / nR = 1/2 T_A$$

$$\Rightarrow \Delta U_{BC} = n c_v (1/2 T_A - T_A) = -1/2 n c_v T_A = -1/2 \cdot 3/2 R T_A$$

$$= -3/4 \cdot 8.314 \cdot 179.8 = -1.1 \cdot 10^3 \text{ J}$$

La Energia interna diminuisce

Cognome e Nome _____

n. matricola _____

Corso di Laurea _____

Firma _____



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
UNIVERSITÀ DI FERRARA

**PROVA SCRITTA VALIDA COME ORALE DI FISICA I - LT INGEGNERIA
ELETTRONICA E INFORMATICA DEL 03/02/2022**

Domanda n.1

Si scriva la **legge oraria del moto armonico** indicando quali solo le grandezze coinvolte e le loro unita' di misura nel sistema internazionale.

Il moto armonico e' un moto periodico? Se si con quale periodo? **Lo si dimostri.**

Quale e' la **traiettoria** del moto armonico ?

In quali punti della traiettoria si ha velocita' zero e in quali velocita' massima in modulo?

In quali punti della traiettoria si ha accelerazione zero e in quali accelerazione massima in modulo?

Si giustificino le risposte

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 sughero in acqua $\rho_{\text{sughero}}=400 \text{ kg/m}^3$, **galleggia o affonda?**

Giustificare la risposta con **dimostrazione**

Qual è la percentuale di volume di sughero **immerso** nell'acqua? Si ricorda che $\rho_{\text{acqua}}=1 \text{ gr/cm}^3$.

Cognome e Nome _____

n. matricola _____

Corso di Laurea _____

Firma _____



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
UNIVERSITÀ DI FERRARA

Cognome e Nome _____

n. matricola _____

Corso di Laurea _____

Firma _____

PROVA SCRITTA DI FISICA LT ING. ELETTR. INFORMATICA DEL 03/02/2022