



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA  
UNIVERSITÀ DI FERRARA

**PROVA SCRITTA DI FISICA I - LT INGEGNERIA ELETTRONICA E  
INFORMATICA DEL 07/01/2019**

**Esercizio n. 1**

In uno snow-park esiste una pista di salto con lo snowboard, lunga  $L=20$  metri e inclinata di  $\alpha=30^\circ$  rispetto all'orizzontale. Un "rider" di massa  $m=80$  kg (inclusa la tavola) si appresta a fare il salto. Tra lo snowboard e la neve esiste un coefficiente di attrito dinamico pari a  $\mu_d=0.1$ . Si consideri il rider come un punto materiale e si trascuri l'attrito con l'aria.

a) Sapendo che il rider parte da fermo, calcolare la velocità  $v_0$  con cui il rider arriva alla fine della discesa.

La parte terminale della discesa è fatta in modo che, finita la discesa, il rider spicca un salto con una velocità inclinata di un angolo  $\beta=30^\circ$  rispetto all'orizzontale e con modulo pari al valore  $v_0$  trovata al punto a), al momento dello stacco il rider si trova ad ad una altezza  $h=5$ m rispetto al suolo.

b) Calcolare a quale distanza  $D$  dal punto di stacco atterra il rider, quando tocca il suolo.

c) Calcolare il tempo di volo del rider

d) Calcolare la velocità  $v$  (modulo, componente  $x$ , componente  $y$ ) posseduta nel punto di atterraggio, immediatamente prima di toccare il suolo.

e) Calcolare le componenti dell'impulso che il rider riceve, dal terreno, nel momento in cui tocca il suolo fermandosi

**(TUTTI I RISULTATI VANNO ESPRESSI NEL SISTEMA INTERNAZIONALE)**

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

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

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

Firma \_\_\_\_\_



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA  
UNIVERSITÀ DI FERRARA

### Esercizio n. 2

Un gas perfetto monoatomico di  $n=2$  moli, occupa un volume  $V_A=1\text{m}^3$  alla pressione  $P_A=10^5$  Pa. Poi esegue il seguente ciclo di trasformazione

- 1) A  $\rightarrow$  B isocora irreversibile dove  $P_B = 2 P_A$
- 2) B  $\rightarrow$  C isoterma reversibile dove  $P_C = P_A$
- 3) C  $\rightarrow$  A trasformazione isobara reversibile

- a) Disegnare se possibile le trasformazioni nel piano di Clapeyron
- b) Calcolare  $V_B$ ,  $T_A$ ,  $T_C$ ,  $V_C$
- c) Calcolare il Lavoro totale scambiato dal gas con l'ambiente durante tutto il ciclo
- d) Calcolare la variazione di energia interna del gas nella trasformazione CA

**(TUTTI I RISULTATI VANNO ESPRESSI NEL SISTEMA INTERNAZIONALE, si ricorda che per un gas perfetto monoatomico  $c_v=3/2 R$   $c_p=5/2 R$  e  $R=8.314$  J/K/mole, SI CONSIGLIA DI FARE SEMPLICI PASSAGGI ALGEBRICI E SOSTITUZIONI PRIMA DI PROCEDERE CON I CALCOLI, PERCHE' SI OTTENGONO UTILI SEMPLIFICAZIONI)**

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

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

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

Firma \_\_\_\_\_



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA  
UNIVERSITÀ DI FERRARA

### Soluzione Esercizio 1

a) in presenza di forze non conservative vale la relazione:

$\Delta E_{mec} = L_{non\ cons}$

$$\frac{1}{2} m v^2 - mgH = -\mu mg \cos(\alpha) L \quad \text{dove } H = L \sin(\alpha)$$

$$\Rightarrow v = \text{radq}[ 2L (g \sin(\alpha) - \mu g \cos(\alpha)) ] = 12.7 \text{ m/s}$$

(allo stesso risultato si arriva anche ricavando prima l'accelerazione a cui è soggetto il rider, e poi sapendo lo spazio percorso si ricava la velocità finale)

b) moto parabolico: scelgo l'asse y diretto verso l'alto

$$x = v_{ox} t$$

$$v_{ox} = v_0 \cos(\beta) \quad v_{oy} = v_0 \sin(\beta)$$

$$y = h + v_{oy} t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$\text{traiettoria: } y = h + v_{oy} x / v_{ox} - \frac{1}{2} g x^2 / v_{ox}^2$$

dalla condizione  $y=0$  trovo i valori di  $x$  per i quali la parabola interseca l'asse orizzontale che corrisponde al suolo, ci sono due soluzioni, scelgo quella che corrisponde al valore positivo per la  $x$ , che chiamo  $D$ :

$$\Rightarrow D = v_{ox} v_{oy} / g [ 1 + \text{radq}(1 + 2 g h / v_{oy}^2) ] = 20.3 \text{ m}$$

$$c) t_{\text{volo}} = D / v_{ox} = 1.85 \text{ sec}$$

d) conservazione dell'energia meccanica (non si considera l'attrito con l'aria):

$$\frac{1}{2} m v_0^2 + mgh = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow v = \text{radq}(v_0^2 + 2gh) = 16.1 \text{ m/s}$$

$$v_x = v_{ox} = 10.99 \text{ m/s}$$

$$v_y = -\text{radq}(v^2 - v_{ox}^2) = -\text{radq}(v_{oy}^2 + 2gh) = -11.76 \text{ m/s}$$

(il segno meno è dovuto al fatto che nel punto di impatto la componente  $y$  è diretta verso il basso)

e) al momento dell'impatto il rider riceve un impulso dato da

$$\mathbf{J} = \Delta \mathbf{p} = -m \mathbf{v} \quad (\text{dopo l'impatto la velocità è nulla})$$

Passando alle componenti ottengo:

$$J_x = -m v_x = -880 \text{ kg m/s}$$

$$J_y = -m v_y = -941 \text{ kg m/s}$$

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

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

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

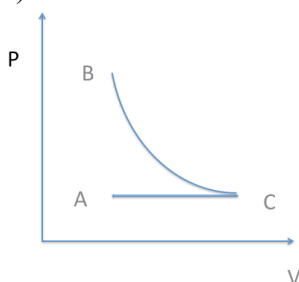
Firma \_\_\_\_\_



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA  
UNIVERSITÀ DI FERRARA

## Soluzione esercizio 2

a)



la trasf AB non si può disegnare perché è irreversibile

b)

$$V_B = V_A$$
$$T_A = P_A V_A / (nR) = 6 \cdot 10^3 \text{ K}$$
$$T_C = T_B = P_B V_B / (nR) = 2 P_A V_A / (nR) = 2 T_A$$
$$V_C = nR T_C / P_C = nR T_B / P_A = nR \cdot 2 T_A / P_A = 2 V_A$$

c)  $L_{\text{tot}} = L_{AB} + L_{BC} + L_{CA}$

$L_{AB} = 0$  perché isocora

$L_{BC} = nR T_B \ln(V_C/V_B)$  perché isoterma reversibile  
 $\Rightarrow L_{BC} = nR T_B \ln(2) = nR \cdot 2 T_A \ln(2) = 2 P_A V_A \ln(2) = 2 \ln(2) P_A V_A$

$L_{CA} = P_A (V_A - V_C)$  perché isobara dove  $V_C = 2V_A$   
 $\Rightarrow L_{CA} = -P_A V_A$

$\Rightarrow L_{\text{tot}} = L_{BC} + L_{CA} = 2 \ln(2) P_A V_A - P_A V_A = (2 \ln(2) - 1) P_A V_A = 0.4 P_A V_A = 0.4 \cdot 10^5 \text{ J}$

d)  $\Delta U_{CA} = n c_V (T_A - T_C)$   
 $\Rightarrow \Delta U_{CA} = n c_V (T_A - 2 T_A) = -n c_V T_A = -n \cdot 3/2 R T_A = -3/2 P_A V_A = -1.5 \cdot 10^5 \text{ J}$

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 07/01/2019**

**Domanda n.1**

Si scriva la legge oraria del moto armonico unidimensionale 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 ?

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

Quale forza e' responsabile del moto armonico unidimensionale? In che modo i parametri che caratterizzano tale forza sono collegati ai parametri del moto armonico ?

**Domanda n.2**

Si scriva il teorema di Bernoulli, spiegando i vari termini con le relative unita' di misura nel sistema internazionale . Per quali fluidi e' valido tale teorema?

Si dimostri il teorema di Bernoulli.

Si consideri un condotto orizzontale a sezione variabile, dove sara' maggiore la pressione? Nella zona a sezione maggiore o in quella a sezione minore? Giustificare la risposta.

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

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

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

Firma \_\_\_\_\_