



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA  
UNIVERSITÀ DI FERRARA

**PROVA SCRITTA DI FISICA I - LT INGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA  
DEL 10/06/2019**

**Esercizio n. 1**

Durante una tappa del Giro d'Italia, un ciclista di massa  $m_1=70$  kg deve affrontare una salita lunga  $L=15$  km con una pendenza del 6% (ossia  $\text{tg } \alpha=6\%$  dove  $\alpha$ = angolo tra la salita e l'asse orizzontale). Il ciclista percorre la salita con velocità costante  $v_0=36$  km/h.

a) Calcolare quanto tempo impiega a fare tutta la salita

b) Calcolare direzione, verso e modulo della forza "motrice" necessaria per mantenere tale moto. Si consideri ciclista+bicicletta come un punto materiale e si trascuri ogni forma di forza di attrito.

Assumendo che questa forza sia sviluppata dalle gambe del ciclista, calcolare:

c) quanta barretta energetica deve assumere il ciclista per "compensare" il lavoro fatto durante la salita, sapendo che una barretta energetica da 125 gr fornisce 146 kcal.

Consideriamo ora la ruota della bicicletta, avente diametro  $d=71$  cm. Si consideri la  $v_0=36$  km/h come la velocità del centro di massa della ruota e si supponga che la ruota abbia un moto di rotolamento puro.

d) calcolare la forza a cui è soggetto un sassolino di massa  $m_s=1$  gr incastrato nel copertone della ruota.

Giunto alla fine della salita il ciclista percorre un tratto orizzontale sempre con la stessa velocità  $v_0=36$  km/h, uno spettatore incauto di massa  $m_2=70$  kg si trova al centro della strada e viene investito dal ciclista. I due restano incastrati e scivolano sull'asfalto per un tratto lungo  $s=20$  m prima di fermarsi.

e) calcolare la forza di attrito tra asfalto e il groviglio (ciclista+bicicletta+spettatore)

**(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

### Esercizio n. 2

Un gas perfetto con stato iniziale  $T_A=0^\circ\text{C}$ ,  $P_A=1\text{ atm}$ ,  $V_A=1\text{ m}^3$  subisce il seguente ciclo di trasformazioni:

A  $\rightarrow$  B espansione isoterma reversibile dove  $V_B=2 V_A$ .

B  $\rightarrow$  C trasformazione isocora reversibile tale che la pressione finale sia uguale a  $P_A$  e dove il calore scambiato vale  $Q_{BC}=10^4\text{ J}$

C  $\rightarrow$  A trasformazione isobara irreversibile dove il calore scambiato vale  $Q_{CA}=-3 \cdot 10^4\text{ J}$

- Disegnare le trasformazioni nel piano di Clapeyron se possibile
- calcolare  $n$  il numero di moli di gas
- calcolare la temperatura  $T_C$
- calcolare  $Q_{AB}$  il calore scambiato nel tratto AB.
- calcolare  $\Delta U_{BC}$  la variazione di energia interna nel tratto BC
- Ricavare il calore specifico molare a pressione costante di tale gas in unita' di  $R$  (il gas non e' ne monoatomico ne biatomico)

**(TUTTI I RISULTATI VANNO ESPRESSI NEL SISTEMA INTERNAZIONALE, SCRIVERE IN BELLA CALLIGRAFIA, MOTIVARE L'USO DELLE FORMULE UTILIZZATE, INDICARE TUTTE I PASSAGGI ALGEBRICI E I CALCOLI NUMERICI si ricorda che  $1\text{ atm}=1.013 \cdot 10^5\text{ Pa}$   $R=8.314\text{ J/K/mole}$ )**

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

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

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

Firma \_\_\_\_\_



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA  
UNIVERSITÀ DI FERRARA

## Soluzioni Esercizio 1

- a) moto rettilineo uniforme:  $t=L/v_0= 1.5 \cdot 10^3 \text{ sec} = 25 \text{ minuti}$   
b) lungo tutto il tratto della salita agiscono sul sistema la forza peso ( $mg$ ), la reazione vincolare perpendicolare alla salita ( $N$ ), la forza del 'motore (il ciclista)' ( $F$ ).  
Siccome viaggia a velocità costante, la risultante delle forze è nulla, quindi lungo la direzione del moto dovrà essere:  
 $F=mg \sin(\alpha) = 70 \cdot 9.8 \sin(\alpha) = 41 \text{ N}$                        $\alpha=\arctg(0.06)=0.06 \text{ rad}=3.43 \text{ deg}$

NOTA: questa descrizione del sistema 'ciclista che pedala' è molto semplificata, in realtà la forza esterna responsabile del moto è la forza di attrito tra ruota e asfalto

- c) il lavoro fatto da  $F$  è dato da :  $L = F L = mg \sin(\alpha) L = 6.17 \cdot 10^5 \text{ J}$   
(uguale e contrario a quello fatto dalla forza peso  $L_{\text{peso}}=mgH$  con  $H= L \sin(\alpha)$ )  
 $Q=146 \text{ kcal} = 146 \cdot 4.186 \text{ kJ} = 611 \text{ kJ} = 6.10 \cdot 10^5 \text{ J}$   
 $\Rightarrow$  deve mangiare  $m= L/Q \cdot 125 \text{ gr} = 126 \text{ gr}$  (poco più di una barretta)

- d) rotolamento puro :  $v_{CM} = \omega R = \omega d/2$  dove  $v_{CM} = v_0 \Rightarrow \omega = v_0/(d/2)$   
il sasso ha un moto circolare uniforme con velocità angolare  $\omega$  ed è quindi soggetto ad una forza responsabile di accelerazione centripeta:  
 $F = m_s \omega^2 R = m_s \frac{v_0^2}{d} = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 10^2 / 0.7 = 2/7 = 0.28 \text{ N}$

- e) urto totalmente anelastico; ricavo la velocità dopo l'urto:  $V = m_1 v_0 / (m_1 + m_2) = v_0/2 = 5 \text{ m/sec}$   
In presenza di forze non conservative:  $L_{\text{non cons}} = \Delta E_{\text{mecc}}$   
 $\Rightarrow -F_a s = -1/2 (m_1 + m_2) V^2 \rightarrow F_a = 1/2 \cdot (m_1 + m_2) V^2 / s = 87.5 \text{ N}$

## Esercizio 2)

- a) AB ramo di iperbole percorso verso valori crescenti di volumi, BC segmento parallelo all'asse delle ordinate percorso verso valori crescenti di pressione, non posso disegnare la trasform. CA perché irreversibile ma i punti C e A hanno la stessa ordinata.

- b) uso l'equazione di stato dei gas perfetti:  $n = P_a V_a / (R T_a) = 44.5 \text{ moli}$

- c)  $n R T_c = P_c V_c = P_a V_b = P_a 2 V_a = 2 P_a V_a = 2 n R T_a \rightarrow T_c = 2 T_a = 2 \cdot 273 = 546 \text{ K}$

- d) dal primo principio :  $Q_{ab} = L_{ab}$  ( $\Delta U_{ab} = 0$  perché isoterma)  
Isoterma reversibile  $L_{ab} = n R T_a \ln(V_b/V_a) = n R T_a \ln 2 = 6.9 \cdot 10^4 \text{ J}$

- e) dal primo principio :  $\Delta U_{bc} = Q_{bc}$  ( $L_{bc} = 0$  perché isocora)  $\rightarrow \Delta U_{bc} = 10^4 \text{ J}$

- f) nella trasformazione isobara  $Q_{ca} = n c_p (T_a - T_c) = - n c_p T_a$  perché  $T_c = 2 T_a$

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

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

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

Firma \_\_\_\_\_



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA  
UNIVERSITÀ DI FERRARA

→  $c_p = -Q_{ca} / (nT_a) = -Q_{ca} / (P_a V_a)$   $R = 0.3 R$

**PROVA SCRITTA VALIDA COME ORALE DI FISICA e FISICA I - LT INFORMATICA  
DEL 10/06/2019**

**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 con dimostrazione.

Un punto materiale di massa  $m$  soggetto ad una forza elastica che tipo di moto possiede? Scrivere la legge oraria di tale moto indicando le varie grandezze coinvolte. Quale parametro della legge oraria e' legato alla forza elastica?

**Domanda n.2**

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

Si dimostri la Legge di Torricelli utilizzando il teorema di Bernoulli, facendo tutti i calcoli necessari ( si ricorda che la Legge di Torricelli riguarda la velocita' di uscita dell'acqua da un foro di piccole dimensioni).

In un condotto orizzontale a sezione variabile all'interno del quale scorre un fluido ideale, dove sara' maggiore la pressione? Nella zona a sezione maggiore o nella zona a sezione minore?

Giustificare la risposta con dimostrazione

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

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

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

Firma \_\_\_\_\_