



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
UNIVERSITÀ DI FERRARA

PROVA SCRITTA DI FISICA I - LT ING. ELETTRONICA E INFORMATICA DEL 11/07/2023

Esercizio n. 1

Un giovane alpinista di massa $m=60$ kg cade da una altezza pari a $H=42$ m rispetto al suolo. Fortunatamente e' legato con una corda, che possiamo considerare come una molla di costante elastica k . Durante la caduta, la corda si srotola e poi si deforma allungandosi; nella posizione di massima deformazione della corda, $\Delta l_{max}=17$ m, l'alpinista si trova ad una altezza $h=2$ m dal suolo (si consideri l'alpinista come un punto materiale, con partenza da fermo e si trascuri l'attrito dell'aria).

a) Calcolare la costante elastica della molla, k

b) Disegnare il diagramma delle forze agenti sull'alpinista quando si trova a 2 m dal suolo e calcolare la Forza Totale agente sull'alpinista in direzione, verso e modulo

c) Calcolare l'accelerazione, in unita' di g ($g=9,81$ m/sec²), a cui e' soggetta l'alpinista quando si trova a 2 m dal suolo.

d) In assenza di attriti, l'alpinista continuera' ad oscillare attorno ad una posizione di equilibrio che non corrisponde alla posizione a riposo della corda, ma alla corda deformata di un tratto Δl_{eq} , calcolare Δl_{eq} .

(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

Una mole di gas perfetto monoatomico compie il seguente ciclo:

AB=compressione isobara reversibile

BC=trasformazione isocora reversibile (con aumento di pressione)

CA= espansione isoterma adiabatica irreversibile (detta anche espansione libera)

Sapendo che $V_C=5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ $P_C=1\text{atm}$ $V_A=2 V_C$

a) disegnare se possibile il ciclo nel piano PV

b) calcolare P_A P_B V_B

c) calcolare il lavoro compiuto in un ciclo

d) calcolare del calore scambiato nella trasformazione AB, e' ceduto o assorbito? (si consiglia di fare sostituzioni e passaggi algebrici per arrivare al risultato)

(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. SI RICORDA CHE** : $1 \text{ atm} = 1.01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $c_v=3/2 R$ $c_p=5/2 R$, $R=8,314 \text{ J/K/mole}$

Cognome e Nome _____

n. matricola _____

Corso di Laurea _____

Firma _____



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
UNIVERSITÀ DI FERRARA

Soluzioni Esercizio 1

- a) In presenza di sole forze conservative (forza peso e forza elastica), posso applicare la conservazione della energia meccanica $\Delta E_{mec}=0$.

Osservo che in questo caso $\Delta E_{cin}=0$, ossia $\Delta E_{mec}=\Delta E_{pot}$, quindi

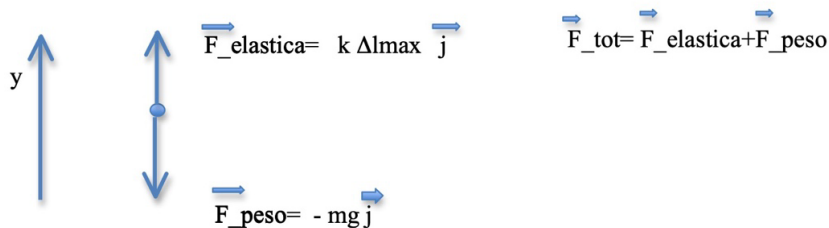
$$\Delta E_{mec}=0 \Rightarrow \Delta E_{pot}=0$$

$$\Rightarrow E_{pot} \text{ iniziale} = E_{pot} \text{ finale}$$

$$\Rightarrow mgH = mgh + \frac{1}{2} K \Delta l_{max}^2 \quad (\text{ho scelto } z=0 \text{ il suolo})$$

$$\Rightarrow K = 2 (mgH - mgh) / \Delta l_{max}^2 = 163 \text{ N/m}$$

b)



Lungo la componente y si ha:

$$F_{tot} = k \Delta l_{max} - mg = 163 \cdot 17 - 60 \cdot 9,8 = 2,2 \text{ kN}$$

c) calcolo la accelerazione

$$a = F_{tot}/m = 36,3 \text{ m/sec}^2 = 3,7 \text{ g}$$

d) equilibrio \Rightarrow vettorialmente $\mathbf{F}_{tot}=0$

passando alla componente y $\Rightarrow k \Delta l_{eq} - mg = 0$

$$\Rightarrow \Delta l_{eq} = mg/k = 3,6 \text{ m}$$

ATTENZIONE: per brevit  non ho riportato tutti i passaggi numerici, che pero' venivano richiesti alla prova d'esame

Cognome e Nome _____

n. matricola _____

Corso di Laurea _____

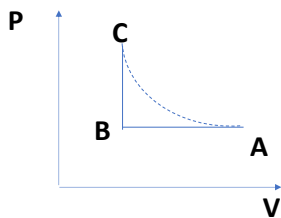
Firma _____



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
UNIVERSITÀ DI FERRARA

Soluzione esercizio 2

a) Non posso disegnare CA perché IRREV, però so che C e A stanno su un ramo di iperbole, perché è isoterma



b) CA isoterma $\Rightarrow TC=TA$

$$\Rightarrow PCVC=PAVA \Rightarrow PC VC = PA 2VC \Rightarrow PC=2PA \Rightarrow PA= PC / 2 = 5,05 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

$$AB \text{ isobara} \Rightarrow PB=PA=PC/2=5,05 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

$$BC \text{ isocora} \Rightarrow VB=VC = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

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

studio i vari addendi:

AB isobara $PA=PB= PC/2$ quindi:

$$\text{Lavoro}_{AB} = PA(VB-VA) = PA(VC-VA) = PA(VC-2VC) - PAVC = -PC VC / 2 = -2,5 \cdot 10^2 \text{ J}$$

BC isocora reversibile $VB=VC \Rightarrow \text{Lavoro}_{BC}=0$

Applico il primo principio della Termodinamica per CA:

$Q_{CA} - \text{Lavoro}_{CA} = \Delta U_{CA}$, dove $Q_{CA}=0$ (adiabatica) e $\Delta U_{CA}=0$ (isoterma).

quindi $\text{Lavoro}_{CA} = 0$

Conclusione: $L_{tot} = \text{Lavoro}_{AB} = -2,5 \cdot 10^2 \text{ J}$

Cognome e Nome _____

n. matricola _____

Corso di Laurea _____

Firma _____



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
UNIVERSITÀ DI FERRARA

$$d) Q_{AB} = n c_p (T_B - T_A) = n c_p (P_B V_B / (nR) - P_A V_A / (nR)) = c_p / R P_B (V_B - V_A) = 5/2 P_C / 2 (V_C - 2V_C) \\ = -5/2 P_C / 2 V_C = -5/2 L_{tot} = -625 \text{ J (calore ceduto)}$$

ATTENZIONE: per brevit  non ho riportato tutti i passaggi numerici, che pero' venivano richiesti alla prova d'esame

PROVA SCRITTA VALIDA COME ORALE DI FISICA I - LT ING. ELETTRONICA ED INFORMATICA DEL 11/07/2023

Domanda n.1

Si scriva il **teorema dell'energia cinetica** o **teorema delle forze vive**, spiegandone in vari termini, e indicandone le unit  di misura nel sistema internazionale. Si **dimostri** tale teorema.

Per quali forze vale questo teorema ? (forze conservative, non conservative, qualsiasi...)

Si consideri un oggetto di massa **m lanciato con velocit  iniziale v_0 su un piano orizzontale scabro**, dopo aver percorso un tratto D l'oggetto si ferma. Quale forza fa lavoro durante il tratto D? Il lavoro   negativo o positivo? Si ricavi l'espressione di D.

Domanda n.2

Cosa significa **fluido ideale**?

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

Si consideri **un tubo orizzontale a sezione variabile**, in qual zona del tubo si avr  la pressione maggiore ? Giustificare la risposta con la dimostrazione

Cognome e Nome _____

n. matricola _____

Corso di Laurea _____

Firma _____



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
UNIVERSITÀ DI FERRARA

Cognome e Nome _____

n. matricola _____

Corso di Laurea _____

Firma _____