



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA  
UNIVERSITÀ DI FERRARA

**PROVA SCRITTA DI FISICA I - LT INGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA  
DEL 26/07/2021**

**Esercizio n. 1**

Il 5 luglio scorso la Terra si è trovata all'afelio. Si considerino Terra e Sole come gli unici corpi nello spazio e come oggetti puntiformi. Sapendo che nel sistema Terra-Sole la distanza all'afelio vale  $d_{\text{afelio}}=1.52 \cdot 10^8$  km e la distanza al perielio vale  $d_{\text{perielio}}=1.47 \cdot 10^8$  km, e che all'afelio la Terra si muove con  $v_{\text{afelio}}=29.3$  km/s, calcolare:

- la velocità al perielio in km/sec
- il semiasse maggiore dell'orbita ellittica della Terra in km (fare un disegno indicando afelio, perielio e il semiasse maggiore, usare la lettera  $a$  per indicare il semiasse maggiore)
- SI RICA VI il periodo di rivoluzione della Terra attorno al sole, nell'approssimazione che la Terra descriva un'orbita circolare con raggio uguale al semiasse maggiore. Si esprima il risultato anche in anni.

Si supponga ora di volere portare la Terra "fuori" dall'orbita solare attraverso un qualche dispositivo propulsivo:

- calcolare il lavoro necessario per "portare" la Terra dall'afelio fino ad un punto infinitamente lontano dal Sole, arrivando la Terra in tale punto con velocità nulla.

Supponiamo che il dispositivo propulsivo sia costituito da combustibile nucleare capace di sviluppare una energia per unità di massa pari a  $\varepsilon = 2.07 \cdot 10^{12}$  J / kg

- calcolare quanti kg di combustibile nucleare sarebbero necessari per portare "fuori" la Terra

(si ricorda che  $G=6.67 \cdot 10^{-11}$  N m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>  $M_{\text{sole}}=1.99 \cdot 10^{30}$  kg  $M_{\text{terra}}= 5.97 \cdot 10^{24}$  kg )

**(TUTTI I RISULTATI, tranne a) e b) 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 di gas perfetto monoatomico passa dallo stato A con  $V_A=5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$  e  $P_A=1 \text{ atm}$  allo stato B con  $V_B=2V_A$  attraverso una trasformazione chiamata espansione libera, ossia una espansione irreversibile, isoterma e adiabatica

- 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...)
- calcolare  $T_A$
- calcolare  $Q_{AB}$ ,  $\Delta U_{AB}$ ,  $L_{AB}$

Successivamente il gas compie le seguenti trasformazioni:

BC=compressione isobara reversibile con  $V_C=V_A$

CA=trasformazione isocora reversibile

- disegnare nel piano di clapeyron, se possibile, tutto il ciclo AB + BC + CA
- Calcolare  $P_B$
- Calcolare il lavoro  $L_{BC}$ , e' lavoro subito o eseguito ?
- Calcolare  $\Delta U_{BC}$ , 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 ESPRESSE 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

**Soluzione Esercizio 1**

a) conservazione del momento angolare

$$v_p dp = v_a da \Rightarrow v_p = v_a da / dp = 30.3 \text{ km/sec}$$

b) semiasse maggiore  $a = (dp + da) / 2 = 149.5 \cdot 10^6 \text{ km} = 1.50 \cdot 10^8 \text{ km}$

c) periodo T tale che:  $T^2 = 4 \pi^2 a^3 / (GM_{\text{sole}}) \Rightarrow T = 3.13 \cdot 10^7 \text{ sec} = 1.04 \text{ anni}$

d) il sistema propulsivo e' una sorta di forza esterna non conservativa che agisce sulla Terra, facendo un lavoro pari a :

$$L = \Delta E_{\text{mec}}$$

dove la  $E_{\text{mec\_finale}} = 0$

$$\Rightarrow L = -E_{\text{mec\_iniziale}} = -(1/2 m_{\text{terra}} v_a^2 - G m_{\text{sole}} m_{\text{terra}} / da) = 2.65 \cdot 10^{33} \text{ J}$$

e)  $M_{\text{combustibile}} = L / \epsilon = 1.28 \cdot 10^{21} \text{ kg}$

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

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

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

Firma \_\_\_\_\_



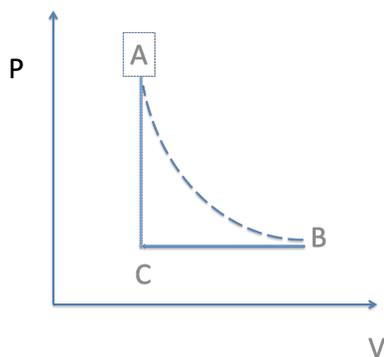
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA  
UNIVERSITÀ DI FERRARA

### Soluzione esercizio 2

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

b)  $T_A = P_A V_A / (nR) = 61 \text{ K}$

c) AB espansione libera  
 $Q_{AB} = 0$  (adiabatica)  
 $\Delta U = 0$  (isoterma)  
 $L_{AB} = 0$  per il primo principio



d)

e)  $\Delta T = 0$  e' una isoterma  $\Rightarrow T_A = T_B \Rightarrow p_A V_A = p_B V_B \Rightarrow p_B = 1/2 p_A = 0.5 \text{ atm}$

BC isobara reversibile  $p_B = p_C$

f)  $L_{BC} = p_B (V_C - V_B) = p_B (V_A - V_B) = -1/2 p_A V_A = -2.5 \cdot 10^2 \text{ J}$  (Lavoro subito)

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

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

$= -3/4 \cdot 8.314 \cdot 60.7 = -3.8 \cdot 10^2 \text{ J}$

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 26/07/2021**

**Domanda n.1**

Si scriva la prima equazione cardinale per un sistema di punti materiali, spiegando cosa sono i vari termini dell'equazione e quali sono le loro unita' di misura.

In tale equazione non compaiono le forze interne, perche'?' giustificare la risposta con tutta la dimostrazione

Quale legge di conservazione possiamo derivare da tale equazione?

Se la quantita' di moto totale del sistema resta costante cosa posso dire sulla accelerazione del centro di massa del sistema di punti materiali?

**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, galleggia o affonda? Giustificare la risposta con dimostrazione

Sapendo che la densita' del sughero e'  $\rho_{\text{sughero}}=400 \text{ kg/m}^3$ , qual e' la percentuale di volume di sughero immersa nell'acqua?

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

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

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

Firma \_\_\_\_\_