



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA  
UNIVERSITÀ DI FERRARA

**FISICA I - LT INGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA – PROVA SCRITTA  
DEL 15/06/2020**

**Esercizio 1**

La capsula orbitale Dragon, inizialmente ferma sulla superficie terrestre, viene messa in orbita circolare attorno alla terra ad una altezza  $h=300$  km rispetto alla superficie terrestre. Si consideri la capsula come un oggetto puntiforme e la terra come una sfera di raggio  $R_T = 6.37 \cdot 10^3$  km.

1) Calcolare il periodo di rivoluzione della capsula

2) Calcolare il modulo della velocità tangenziale di rivoluzione della capsula

Sapendo che la capsula ha massa  $m=4,20$  ton (carico incluso),

3) calcolare il lavoro necessario per mettere in orbita la capsula (per sveltire il calcolo finale si può utilizzare l'approssimazione  $h/R_T \ll 1$ )

Supponendo che 1 kg di carburante produca  $1 \cdot 10^4$  kcal,

4) calcolare quanto carburante occorre per svolgere il lavoro calcolato nel punto 3)

Per il rientro, la capsula viene fatta ammarare sull'oceano utilizzando un paracadute per frenare la caduta, il paracadute esercita una forza del tipo  $F = -b v$  (in grassetto sono indicate le grandezze vettoriali)

5) Calcolare il valore di  $b$ , supponendo che, appena si apre il paracadute, la capsula raggiunga istantaneamente la velocità costante di modulo  $v=6.00$  m/sec

**(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 la relazione  $g = G M_T / R_T^2 = 9.8$  m/s<sup>2</sup> utile per semplificare i calcoli)**

Cognome e Nome \_\_\_\_\_  
Corso di Laurea \_\_\_\_\_

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



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA  
UNIVERSITÀ DI FERRARA

### Esercizio n. 2

Un gas perfetto monoatomico ( $n_{\text{moli}}=2$ ) compie una trasformazione ciclica reversibile comprendente: espansione isoterma AB, trasformazione isocora BC ( $P_C < P_B$ ), compressione isoterma CD, trasformazione isocora DA ( $P_A > P_D$ ), dove  $T_A=900$  K,  $T_C=1/3 T_A$ ,  $P_A=2.00$  atm,  $V_B=2V_A$

- 1) Si disegni il ciclo nel piano PV
- 2) si calcoli il volume  $V_A$
- 3) si calcoli il lavoro totale scambiato durante il ciclo
- 4) si calcoli il calore trasferito durante la trasformazione BC
- 5) si calcoli la variazione di energia interna durante la trasformazione BC

(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**,  $1 \text{ atm} = 1.01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ,  $c_v=3/2 R$   $c_p=5/2 R$ ,  $R=8.314 \text{ J/K/mole}$ ) )

Cognome e Nome \_\_\_\_\_  
Corso di Laurea \_\_\_\_\_

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



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA  
UNIVERSITÀ DI FERRARA

### Esercizio 1)

1) Terza legge di keplero

$$T^2 = 4\pi^2 / (G M_{\text{terra}}) r^3 \quad \text{dove } r = R_{\text{terra}} + h$$

Sfrutto la relazione  $g = G M_{\text{terra}} / R_{\text{terra}}^2$

$$\Rightarrow T = 2\pi \text{ rad} \sqrt{(R_{\text{terra}} / g) (1 + h/R_{\text{terra}})^3} = 5.4 \cdot 10^3 \text{ sec} = 1.5 \text{ ore}$$

2)  $v = \omega r = 2\pi r / T = 7.7 \cdot 10^3 \text{ m/sec}$

3)  $L = \Delta E_{\text{mecc}}$

prima del lancio la capsula e' ferma  $E_{\text{mecc}} = E_{\text{pot}} = -G m M_{\text{terra}} / R_{\text{terra}}$

quando e' in orbita circolare  $E_{\text{mecc}} = E_{\text{pot}} + E_{\text{cin}} = -1/2 G m M_{\text{terra}} / r$  dove  $r = R_{\text{terra}} + h$

$$\Rightarrow L = G m M_{\text{terra}} (1/R_{\text{terra}} - 1/(2r))$$

Sfrutto la relazione  $g = G M_{\text{terra}} / R_{\text{terra}}^2$

$$\Rightarrow L = \frac{1}{2} m g R_{\text{terra}} [ 2 - 1/(1+h/R_{\text{terra}}) ]$$

trascurando  $h/R_{\text{terra}}$  rispetto ad 1 si trova  $L = \frac{1}{2} m g R_{\text{terra}} = 1.31 \cdot 10^{11} \text{ J}$   
(il calcolo esatto darebbe  $L = 1.38 \cdot 10^{11} \text{ J}$ )

4) chiamo  $\epsilon = 1.1 \cdot 10^4 \text{ kcal/kg} = 4.6 \cdot 10^4 \text{ kJ/kg}$

$$m_{\text{carburante}} = L / \epsilon = 2.8 \cdot 10^3 \text{ kg}$$

5)  $v = \text{costante} \Rightarrow \text{accelerazione} = 0 \Rightarrow \mathbf{F}_{\text{tot}} = 0$

$$\Rightarrow F = F_{\text{peso}}$$

$$\Rightarrow b = mg/v = 6 \cdot 10^3 \text{ N s/m}$$

Cognome e Nome \_\_\_\_\_  
Corso di Laurea \_\_\_\_\_

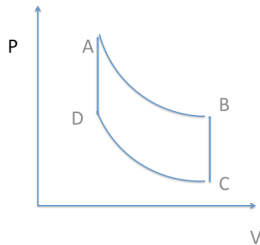
n. matricola \_\_\_\_\_  
Firma \_\_\_\_\_



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA  
UNIVERSITÀ DI FERRARA

## Esercizio 2

1)



$$2) V_A = n R T_A / P_A = 2 * 8.314 \text{ J/K/mole} * 900 / (2 * 1.01 * 10^5 \text{ Pa}) = 0.074 \text{ m}^3$$

3) durante le isocore non c'è lavoro, c'è solo il lavoro durante le trasf. Isoterme:

$$L_{\text{tot}} = L_{AB} + L_{CD} = n R T_A \ln(V_B/V_A) + n R T_C \ln(V_D/V_C) \quad \text{ma } V_C = V_B \quad V_D = V_A \quad V_B = 2V_A$$
$$L_{\text{tot}} = n R \ln(V_B/V_A) (T_A - T_C) = n R \ln 2 \cdot \frac{2}{3} T_A = 2 * 8.314 \ln 2 \cdot \frac{2}{3} * 900 = 6.9 \text{ kJ}$$

4) BC = isocora

$$Q = n c_v (T_c - T_b) = n c_v (T_c - T_a) = n \frac{3}{2} R (-\frac{2}{3} T_A) = - n R T_A = -14.6 \text{ kJ (calore ceduto)}$$

5) dal primo principio  $\Delta U = Q - L$ , siccome BC è isocora  $L = 0$ , quindi

$$\Delta U = Q = -14.6 \text{ kJ}$$

Cognome e Nome \_\_\_\_\_  
Corso di Laurea \_\_\_\_\_

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



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA  
UNIVERSITÀ DI FERRARA

**PROVA SCRITTA VALIDA COME ORALE DI FISICA I - LT INGEGNERIA  
ELETTRONICA E INFORMATICA DEL 15/06/2020**

**Domanda n.1**

Si scriva la seconda equazione cardinale nel caso di polo fisso per un sistema di punti materiali, spiegando cosa rappresentano i vari termini presenti nelle equazioni e le relative unita' di misura nel sistema internazionale

Che ruolo svolgono le forze interne del sistema ? Giustificare la risposta con dimostrazione.

Quale legge di conservazione si puo' evincere da tale equazione ? giustificare la risposta

Nel caso del sistema Sole-Pianeta questa legge di conservazione porta ad una delle leggi di Keplero, quale ?

**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 il Teorema di Torricelli utilizzando il teorema di Bernoulli, facendo tutti i calcoli necessari (si ricorda che il Teorema di Torricelli riguarda la velocita' di uscita dell'acqua da un foro di piccole dimensioni praticato sulla parete di un contenitore).

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

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