



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA  
UNIVERSITÀ DI FERRARA

**PROVA SCRITTA DI FISICA I - LT INGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA  
DEL 20/01/2020**

**Esercizio n. 1**

Un satellite di massa  $m=1.0$  ton e' inizialmente fermo a distanza  $R_1=R_T=6.4 \cdot 10^3$  km dal centro della terra (ossia si trova sulla superficie terrestre)

a) Calcolare la sua energia meccanica,  $E_1$

Lo stesso satellite si trova ora a descrivere un'orbita circolare, con velocita'  $v$  a distanza  $R_2=2R_T$  dal centro della terra:

b) calcolare direzione, verso e modulo della velocita' orbitale (per direzione e verso fare un disegno)

c) calcolare direzione verso e modulo del momento angolare posseduto dal satellite, rispetto al centro della terra (per direzione e verso fare un disegno)

d) Calcolare il lavoro necessario per portare il satellite da fermo sulla superficie terrestre all'orbita circolare di cui sopra

e) Calcolare quanto combustibile serve per produrre tale lavoro, sapendo che 1 kg di combustibile sviluppa  $10^4$  kcal

Ad un certo istante, durante l'orbita, il satellite urta frontalmente contro un asteroide di massa  $m_a=1/2 m$  che gli arriva addosso con velocita' di modulo  $v_a=2v$ , stessa direzione ma verso opposto a quella del satellite, e i due oggetti restano incastrati.

f) calcolare la velocita'  $v_{fin}$  dei due oggetti incastrati subito dopo l'urto. Che moto descriveranno i due oggetti incastrati dopo l'urto?

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

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

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

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

Firma \_\_\_\_\_



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA  
UNIVERSITÀ DI FERRARA

### Esercizio n. 2

In una cantina si trova un fusto cilindrico di altezza  $H=1$  m e diametro  $d=50$  cm in posizione verticale contenente del liquido. Improvvisamente si apre un piccolo foro di sezione  $S=1$  cm<sup>2</sup> ad un'altezza da terra  $w=0.3$  H.

- Calcolare la velocità con cui esce il liquido dal foro quando il fusto è riempito fino all'orlo
- Calcolare quanto liquido esce del foro nell'unità di tempo, in kg/sec.

Ad un certo istante viene messo un tappo a chiudere il foro, La forza di attrito tra il tappo e le pareti del foro è sufficiente a resistere ad una quantità di liquido che riempia l'80% del fusto.

- Calcolare il valore di tale forza di attrito.

Si consideri il liquido come un fluido ideale, ed il moto si consideri stazionario e irrotazionale. Si assumi come densità del liquido il valore  $\rho=1.05$  gr/cm<sup>3</sup> )

**(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

### Soluzioni Esercizio 1

a)  $E_1 = -Gm M_T / R_T = -m g R_T = -10^3 \text{ kg } 9.8 \cdot 6.40^6 = -6 \cdot 10^{10} \text{ J}$

b) Seconda legge della dinamica  $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$

Passo alla componente radiale diretta verso il centro della terra

$$GmM_T/R_2^2 = mv^2/R_2$$

$$\Rightarrow v = \text{radq}(G M_T / R_2) = \text{radq}(1/2 g R_2) = \text{radq}(1/2 * 9.8 * 6.4 \cdot 10^6) = 5.6 \cdot 10^3 \text{ m/s}$$

v e' vettore tangente alla circonferenza

c) modulo del momento angolare

$$L = R_2 m v = 2 R_T m v = 2 * 6.371 \cdot 10^6 * 10^3 * 5.6 \cdot 10^3 = 7 \cdot 10^{13} \text{ kg m}^2/\text{s}$$

direzione perpendicolare al piano dell'orbita, entrante se orbita oraria sul foglio

d)  $L = \Delta E_{meccanica} = E_2 - E_1$

dove  $E_1 = -Gm M_T / R_T = -m g R_T$

$$E_2 = 1/2 m v^2 - G M_T m / R_2 = -1/2 G m M_T / R_2 = -1/4 G m M_T / R_T = -1/4 m g R_T$$

Quindi:

$$L = \Delta E_{meccanica} = E_2 - E_1 = 3/4 m g R_T = 3/4 \cdot 6 \cdot 10^{10} \text{ J} = 4.5 \cdot 10^{10} \text{ J}$$

e)  $m_{\text{combustibile}} = L / q$

dove  $q = 10^4 \text{ kcal/kg} = 4.184 \cdot 10^4 \text{ kJ/kg} = 4.184 \cdot 10^7 \text{ J/kg}$

quindi

$$m_{\text{combustibile}} = L / q = 4.5 \cdot 10^{10} / (4.184 \cdot 10^7) = 1.1 \cdot 10^3 \text{ kg}$$

f) urto totalmente anelastico: espressione vettoriale della velocita' dopo l'urto

$$\mathbf{v}_{\text{fin}} = (m \mathbf{v} + m_a \mathbf{v}_a) / (m + m_a) = 0$$

perche'  $m_a = 1/2 m$  e vettorialmente  $\mathbf{v}_a = -2 \mathbf{v}$

**I due oggetti incastrati cadono di caduta libera verso il centro della terra**

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

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

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

Firma \_\_\_\_\_



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA  
UNIVERSITÀ DI FERRARA

## Esercizio 2

1) Posso applicare Torricelli, in quanto l'area della superficie libera del liquido ( $S_{\text{libera}} = \pi d^2/4 = 0.2 \text{ m}^2$ ) è molto più grande dell'area del foro ( $S = 1 \text{ cm}^2 = 10^{-4} \text{ m}^2$ ), e indico la distanza tra la superficie libera e il foro con  $H' = H - w = 0.7 \text{ m}$

$$v = \text{radq}(2g H') = \text{radq}(2 * 9.8 * 0.7) = 3.7 \text{ m/s}$$

2) la quantità di birra che esce nell'unità di tempo in kg/sec è data da

$$dm/dt = \rho v S = 1.05 \cdot 10^3 * 3.7 * 10^{-4} = 0.4 \text{ kg/s}$$

3) La risultante delle forze di pressione + forza di attrito è nulla se il tappo resta fermo. Vediamo le forze di pressione. Sul tappo agisce sia la forza di pressione dovuta al liquido, che spinge il tappo fuori dal foro ed ha modulo  $F_1 = P_1 S = (P_{\text{atm}} + \rho g h) S$  con  $h = 0.8H - w$

sia la forza di pressione dovuta all'atmosfera che c'è all'esterno, che spinge il tappo dentro il foro e con modulo  $F_2 = P_{\text{atm}} S$ .

Quindi la risultante delle forze di pressione avrà modulo  $F_{\text{pres}} = F_1 - F_2 = \rho g h$  e tenderà a spingere il tappo fuori dal foro. La forza di attrito avrà quindi modulo  $F_a = \rho g H'$  e direzione opposta per evitare che il tappo fuoriesca. Quindi:

$$F_a = \rho g h = \rho g (0.8H - w) S = 1.05 * 10^3 * 9.8 * 0.5 * 10^{-4} = 0.51 \text{ N}$$

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

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

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

Firma \_\_\_\_\_



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA  
UNIVERSITÀ DI FERRARA

**PROVA SCRITTA VALIDA COME ORALE DI FISICA e FISICA I - LT INFORMATICA  
DEL 20/01/2020**

**Domanda n.1**

Si scrivano le leggi oraria del moto uniformemente vario, spiegando i vari termini

Si lanci un sasso in alto con direzione verticale:

-si scriva la legge oraria che descrive il moto del sasso

-si ricavi l'espressione per il tempo impiegato dal sasso per raggiungere la quota massima

-si scriva il lavoro svolto dalla forza peso durante il moto del sasso fino alla quota massima

**Domanda n.2**

Si scriva l'equazione di stato dei gas perfetti, spiegando ogni termine con relative unita' di misura nel sistema internazionale.

Si consideri ora l'espansione isoterma reversibile di  $n$  moli di un gas perfetto, e si calcoli il lavoro compiuto dal gas per passare da un volume iniziale  $V_1$  ad un volume finale  $V_2$  (si effettui tutto il procedimento che porta alla formula finale)

Cosa significa trasformazione reversibile?

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

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

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

Firma \_\_\_\_\_