



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA  
UNIVERSITÀ DI FERRARA

**PROVA SCRITTA DI FISICA I - LT INGEGNERIA ELETTRONICA E  
INFORMATICA DEL 09/01/2017**

**Esercizio n. 1**

Una saltatrice di bungee-jumping di massa  $m=60$  Kg decide di buttarsi giu' da un ponte di altezza  $H=42$  m , usando una corda con costante elastica  $K=160$  N/m

Durante il salto, la corda si srotola e poi si deforma; nella posizione di massima elongazione della corda la ragazza si trova ad una altezza  $h=2$  m dal suolo (si consideri la ragazza come un punto materiale, con partenza da ferma e si trascuri l'attrito dell'aria).

a)Calcolare la massima deformazione della corda  $\Delta l_{max}$

b)Disegnare il diagramma della forze agenti sulla ragazza quando si trova a 2 m dal suolo e calcolare la Forza Totale agente sulla ragazza in direzione, verso e modulo

c)Calcolare l'accelerazione, in unita' di  $g$  , a cui e' soggetta la saltatrice quando si trova a 2 m dal suolo.

d) In assenza di attriti, la ragazza continuerà ad oscillare attorno ad una posizione di equilibrio che non corrisponde alla posizione a riposo della corda, ma alla corda deformata di un tratto  $\Delta l_{eq}$ , calcolare tale deformazione.

**(TUTTI I RISULTATI VANNO ESPRESSI NEL SISTEMA INTERNAZIONALE)**

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

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

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

Firma \_\_\_\_\_



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA  
UNIVERSITÀ DI FERRARA

**Esercizio n. 2**

una mongolfiera piena di gas di densità  $\rho_{\text{gas}}=0.2 \text{ kg/m}^3$  è ferma in aria ( $\rho_{\text{aria}}=1.3 \text{ kg/m}^3$ ) sostenendo un carico (materiale+cestello+uomini) di massa  $m_{\text{carico}}=250 \text{ Kg}$ .

a) Si disegnino le forze che agiscono sulla mongolfiera, e si scrivano le formule che rappresentano tali forze, facendo attenzione a tutte le masse coinvolte.

b) Calolare la massa  $m_{\text{gas}}$  del gas contenuto nel pallone, nell'ipotesi che il volume occupato dal carico sia trascurabile rispetto al volume occupato del gas nel pallone.

Ad un certo istante viene alleggerito il carico, lasciando cadere una zavorra di  $m_z=50 \text{ kg}$  (non si cambia minimamente il contenuto di gas nel pallone).

c) Trascurando l'attrito con l'aria, si calcoli l'accelerazione con cui si muove la mongolfiera, direzione verso e modulo

d) Supponendo ora che l'attrito con l'aria sia responsabile di una forza di resistenza del mezzo  $\mathbf{F} = -b \mathbf{v}$  ( con  $b= 720 \text{ N sec/m}$  ), si disegnino tutte le forze agenti e si calcoli la velocità limite raggiunta dalla mongolfiera

**(TUTTI I RISULTATI VANNO ESPRESSI NEL SISTEMA INTERNAZIONALE)**

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

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

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

Firma \_\_\_\_\_



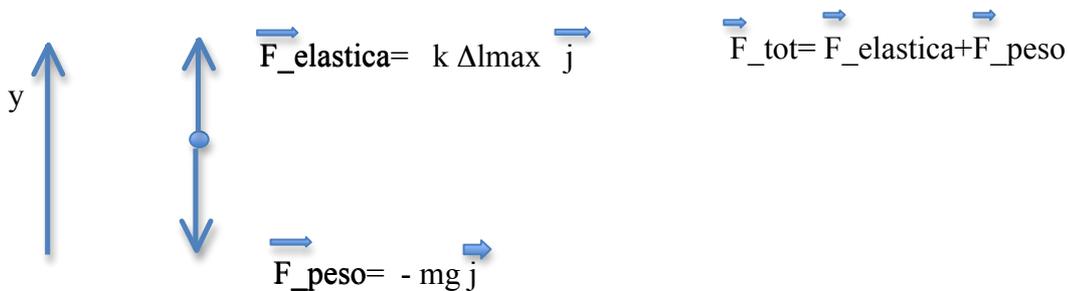
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA  
UNIVERSITÀ DI FERRARA

### Soluzione Esercizio 1

a) per la conservazione dell'energia meccanica si ha:

$$mgH = mgh + \frac{1}{2} k \Delta l_{\max}^2 \quad \text{da cui: } \Delta l_{\max} = \sqrt{\frac{2mg(H-h)}{k}} = 17 \text{ m}$$

b) diagramma del corpo libero (notare che: bisogna indicare le quantità vettoriali con la freccia, la forza totale è la somma **vettoriale** delle forze):



Sulla ragazza agiscono due forze: la forza peso diretta verso il basso con modulo  $mg$ , e la forza di richiamo della corda elastica diretta verso l'alto con modulo  $k\Delta l_{\max}$ . Passando alle componenti lungo l'asse  $y$  indicato, si ha che la componente  $y$  della forza totale è:

$$F_{\text{tot}} = k \Delta l_{\max} - mg = 2155 \text{ N} \quad (\text{è positiva, ossia la forza totale è diretta verso l'alto})$$

c) la accelerazione ha componente lungo  $y$  data da:  $a = F_{\text{tot}} / m = 3.7 \text{ g}$  (diretta verso l'alto)

d) nella posizione di equilibrio, il diagramma delle forze è uguale al caso b), con la differenza che la forza totale è nulla, e che la forza elastica ha modulo  $k \Delta l_{\text{eq}}$ . Quindi passando sempre alle componenti lungo asse  $y$ :

$$0 = k \Delta l_{\text{eq}} - mg \Rightarrow \Delta l_{\text{eq}} = mg/k = 3.7 \text{ m}$$

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

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

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

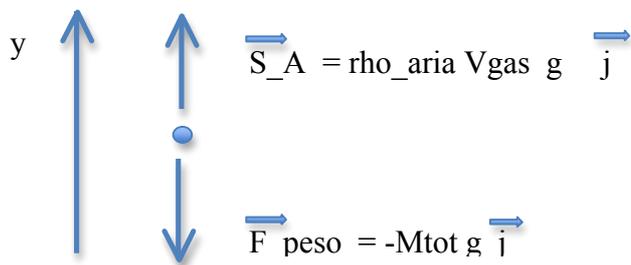
Firma \_\_\_\_\_



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA  
UNIVERSITÀ DI FERRARA

## Soluzione esercizio 2

a) Diagramma delle forze (notare che bisogna indicare le quantità vettoriali con la freccia sopra le lettere):



Sulla mongolfiera agiscono due forze: la forza peso diretta verso il basso, con modulo  $F_{\text{peso}} = M_{\text{tot}} g$  dove  $M_{\text{tot}} = m_{\text{carico}} + m_{\text{gas}} = m_{\text{carico}} + V_{\text{gas}} \rho_{\text{gas}}$ , e la spinta di Archimede diretta verso l'alto con modulo  $S_A = \rho_{\text{aria}} V_{\text{gas}} g$

b) La mongolfiera è ferma  $\Rightarrow$  la risultante delle forze (somma **vettoriale** delle forze) è nulla. Passando alle componenti lungo asse y orientato verso alto si ha:

$$0 = \rho_{\text{aria}} V_{\text{gas}} g - M_{\text{tot}} g$$

$$\Rightarrow M_{\text{tot}} g = \rho_{\text{aria}} V_{\text{gas}} g$$

$$\Rightarrow (m_{\text{carico}} + V_{\text{gas}} \rho_{\text{gas}}) g = \rho_{\text{aria}} V_{\text{gas}} g$$

$$\Rightarrow V_{\text{gas}} = m_{\text{carico}} / (\rho_{\text{aria}} - \rho_{\text{gas}}) = 227 \text{ m}^3$$

$$\Rightarrow m_{\text{gas}} = \rho_{\text{gas}} * V_{\text{gas}} = 45 \text{ kg}$$

c) La risultante delle forze ora non è più nulla: la forza peso è variata (il carico si è alleggerito), mentre la spinta di Archimede non è variata. La risultante delle forze è la somma vettoriale

$$\vec{F}_{\text{tot}} = \vec{S}_A + \vec{F}_{\text{peso}}$$

La Forza peso ha ora modulo  $F_{\text{peso}} = M'g$  dove  $M' = M_{\text{tot}} - m_z = 245 \text{ kg}$

Passando alle componenti y:

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

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

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

Firma \_\_\_\_\_



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA  
UNIVERSITÀ DI FERRARA

$$F_{\text{tot}} = S_A - M'g \quad \text{inoltre} \quad F_{\text{tot}} = M'a \quad (a = \text{componente } y \text{ della accelerazione})$$

$$\Rightarrow M'a = S_A - M'g = \rho_{\text{aria}} V_{\text{gas}} g - M'g$$

$$\Rightarrow a = (\rho_{\text{aria}} V_{\text{gas}} - M')g / M' = 2.0 \text{ m/s}^2 \quad (\text{accelerazione positiva, ossia la mongolfiera sale !})$$

c) Rispetto al caso precedente, si è aggiunta la forza di resistenza dell'aria, opposta alla velocità di salita della mongolfiera, e quindi orientata verso il basso. La velocità limite significa velocità costante, e quindi accelerazione nulla, ossia forze risultante nulla. Sempre con asse  $y$  orientato verso l'alto si ha ora lungo la componente  $y$ :

$$0 = S_A - M'g - b v$$

$$\Rightarrow v = (S_A - M'g) / b = M'a / b = 0.7 \text{ m/s}$$

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 09/01/2017**

**Domanda n.1**

Si scriva l'espressione vettoriale della forza di gravitazione universale, 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 gravitazionale e' conservativa? Giustificare la risposta con dimostrazione. Si supponga di avere un satellite in orbita circolare, con velocita'  $v$  a distanza  $R$  dal centro della terra, scrivere la espressione della sua Energia Meccanica ?

**Domanda n.2**

Si enunci il primo principio della TD, spiegando i termini e le unita' di misura delle quantita' coinvolte, e le convenzioni sui segni delle quantita' coinvolte.

Per quali trasformazioni e per quali sistemi termodinamici vale tale principio ?

Si consideri ora una trasformazione isobara per un gas perfetto, e si scrivano i corrispondenti termini presenti nel primo principio della TD. Facendo alcuni passaggi algebrici quale relazione ricavo tra i calori specifici molari?

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

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

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

Firma \_\_\_\_\_