

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DEL SANNIO - Benevento
FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di FISICA I (prof. A. Feoli) A. A. 2003-2004

Prova scritta d'esame del 17/02/2003

N.B. I compiti privi di spiegazioni sul procedimento non saranno valutati.

✓ 1) Sapendo che l'accelerazione di gravità sulla superficie di Marte è 0.38 volte quella che si ha sulla Terra, e che il raggio di Marte è circa 3400 Km, determinare la massa di Marte.

Calcolare inoltre la velocità di un satellite posto in orbita circolare a 20000 Km dalla superficie di Marte.

✓ OK 2) Uno sciatore viene tirato su per un pendio dal dispositivo di traino di una sciovvia a velocità costante. Il pendio è inclinato di 25° rispetto al piano orizzontale. La forza applicata allo sciatore dal dispositivo di traino è parallela al pendio. La massa dello sciatore è 55Kg e il coefficiente d'attrito tra gli sci e la neve è $\mu = 0.12$. Si trovi il modulo della forza che il dispositivo di traino esercita sullo sciatore.

Se la forza di traino della sciovvia fosse, invece, regolata a 300N , il moto dello sciatore sarebbe accelerato. In questo caso quanto tempo impiegherebbe, partendo da fermo, per salire fino ad un'altezza $h = 100\text{m}$ rispetto al livello di partenza della sciovvia?

3) Una mole di gas ideale descrive il seguente ciclo: dallo stato iniziale A ($T_A = 560^\circ\text{K}$) passa allo stato B con una trasformazione isoterma reversibile; di qui, con una trasformazione isocora reversibile, passa allo stato C ($T_C = 280^\circ\text{K}$); infine dallo stato C ritorna allo stato A con una trasformazione adiabatica reversibile. Calcolare il rendimento del ciclo.

SOLUZIONE SINTETICA DEL COMPITO DI FISICA I DEL 17/02/2004

1) L'accelerazione di gravità sulla superficie di un qualsiasi pianeta è in modulo pari a:

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

dove M è la massa del pianeta e R il suo raggio. Sapendo che l'accelerazione di Marte è $g = 0.38(9.8)m/s^2$, con la formula inversa si può calcolare la massa di Marte

$$M = \frac{R^2 g}{G} = 6.4 \times 10^{23} Kg$$

Per calcolare la velocità del satellite sull'orbita circolare basta considerare l'equilibrio fra la forza di gravità e la forza centrifuga da cui:

$$V = \sqrt{\frac{GM}{R+d}} = 1351 m/s$$

dove $d = 20000 Km$.

2) Utilizzando l'equazione $\vec{F} = m\vec{a}$ e indicando con T la forza del dispositivo di traino si ottiene per questo moto unidimensionale:

$$T - Mgsen\alpha - \mu Mgc\alpha = Ma$$

Nella prima parte del problema lo sciatore si muove di velocità costante quindi l'accelerazione è nulla e

$$T = Mgsen\alpha + \mu Mgc\alpha = 286 N$$

Nella seconda parte, sostituendo al posto di T il valore di $300 N$, si può ricavare la forza con cui sale lo sciatore $F = 300 - 286 = 14 N$. Dividendo per la massa si ottiene l'accelerazione da cui, utilizzando la formula del moto uniformemente accelerato, si ha:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{a sen\alpha}} = 43 sec$$

3) Il calore assorbito lungo l'isoterma è

$$Q_{ASS} = nRT_A \ln(V_B/V_A)$$

Il calore ceduto lungo l'isocora è

$$Q_{CED} = nC_V(T_C - T_B)$$

ma lungo l'adiabatica sussiste la relazione:

$$T_C V_C^{\gamma-1} = T_A V_A^{\gamma-1}$$

da cui

$$\frac{V_B}{V_A} = \left(\frac{T_A}{T_C}\right)^{\frac{C_V}{R}}$$

In conclusione il rendimento è

$$\eta = 1 + \frac{Q_{CED}}{Q_{ASS}} = 1 + \frac{T_C - T_A}{T_A \ln(T_A/T_C)} = 0.28$$

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DEL SANNIO - Benevento
FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di FISICA I (prof. A. Feoli) A. A. 2003-2004

Prova scritta d'esame del 26/01/2004

N.B. I compiti privi di spiegazioni sul procedimento non saranno valutati.

X 1) I tuffatori di Acapulco si lanciano, in direzione orizzontale, da una piattaforma rocciosa, all'incirca $h = 35m$ al di sopra dell'acqua, ma devono evitare gli scogli che si estendono per una distanza $d = 5m$ dalla base della piattaforma, immediatamente sotto al punto di lancio dei tuffatori. Calcolare la velocità di lancio minima per evitare che i tuffatori cadano sugli scogli.

Quale dovrebbe essere la velocità minima se, invece, il salto avvenisse con un angolo $\alpha = 30^\circ$ rispetto all'orizzontale?

(Fornire i risultati numerici in m/s con due cifre decimali)

X ? 2) Una locomotiva sta trainando due carri merce con un'accelerazione $a = 0.52m/s^2$. La massa del primo carro è $M_1 = 51300kg$, mentre quella del secondo carro è $M_2 = 18400kg$. Sapendo che il coefficiente d'attrito con i binari è $\mu = 0.2$, calcolare la tensione T_1 nel gancio di trazione fra la locomotiva e il primo carro e la tensione T_2 nel gancio di trazione fra primo e secondo carro.

X 3) Quanta energia deve spendere un camion per spingere in salita un'auto guasta, di massa $M = 1000kg$, per $300m$ lungo una strada inclinata di $\theta = 17.5^\circ$ con un coefficiente di attrito $\mu = 0.25$?

Se l'auto, senza accendere il motore, scende di nuovo lungo la stessa strada, con che velocità arriva al punto iniziale della salita?

SOLUZIONE SINTETICA DEL COMPITO DI FISICA I DEL 26/01/2004

1) Scegliendo un sistema di riferimento con origine ai piedi della rupe ed assi lungo il livello dell'acqua e lungo la rupe stessa, le equazioni del moto del tuffatore che si lancia in direzione orizzontale sono:

$$x(t) = V_o t$$

$$y(t) = h - \frac{1}{2}gt^2$$

da cui si ottiene l'equazione della traiettoria:

$$y = h - \frac{g}{2V_o^2}x^2$$

Per evitare di finire sugli scogli, il tuffatore deve arrivare in acqua almeno nel punto di coordinate $x = 5$ e $y = 0$. Sostituendo questi valori nell'equazione della traiettoria e risolvendo, si ottiene $V_o = 1.87m/s$.

Se il salto avviene invece a 30° verso l'alto rispetto all'orizzontale, le equazioni del moto diventano

$$x(t) = (V_o \cos \alpha)t$$

$$y(t) = h + (V_o \sin \alpha)t - \frac{1}{2}gt^2$$

da cui si ottiene l'equazione della traiettoria:

$$y = h + (tg \alpha)x - \frac{g}{2(V_o \cos \alpha)^2}x^2$$

Sostituendo come prima i valori numerici si ottiene $V_o = 2.07m/s$.

2) Utilizzando l'equazione $\vec{F} = m\vec{a}$ per questo moto unidimensionale si ottiene un'equazione per ciascun carro trainato dalla locomotiva:

$$T_1 - T_2 - \mu M_1 g = M_1 a$$

$$T_2 - \mu M_2 g = M_2 a$$

Risolvendo il sistema si trovano i valori delle due incognite $T_1 = 172856N$ e $T_2 = 45632N$.

3) L'energia che si deve spendere per trasportare l'auto in cima alla salita è:

$$L = Mgd \sin \theta + \mu Mgd \cos \theta = 1582982 \text{ Joule}$$

Per la discesa si può utilizzare un bilancio energetico fra il punto A di partenza in cima alla salita e il punto B di arrivo:

$$Mgh = \mu Mgh \cos \theta + \frac{1}{2} MV_B^2$$

e, sostituendo i valori numerici, si trova $V_B = 19 \text{ m/s}$.

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DEL SANNIO - Benevento
FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di FISICA I (prof. A. Feoli) A. A. 2003-2004

Prova scritta d'esame del 16/04/2004

N.B. I compiti privi di spiegazioni sul procedimento non saranno valutati.

X

OK

1) Un pallone viene calciato in avanti, a partire dal terreno di gioco, con velocità iniziale di 20m/s e angolo di elevazione $\alpha = 45^\circ$. Contemporaneamente un attaccante, che si trova a distanza $d = 54\text{m}$ più avanti, parte di scatto per raggiungere la palla. Quale deve essere la sua velocità media per raggiungere la palla nel momento in cui tocca il terreno?

X

OK

2) Un blocco di massa $M = 2\text{kg}$ è appoggiato contro una molla ai piedi di un piano inclinato con pendenza di 30° , privo di attrito. La molla, avente costante $k = 19.6\text{N/cm}$, è compressa di 20cm e poi è lasciata libera. A che distanza viene spinto il blocco lungo il piano inclinato?

Di quanto diminuisce questa distanza percorsa se, dall'istante in cui il blocco lascia la molla, comincia ad agire fra blocco e piano inclinato una forza d'attrito di coefficiente $\mu = 0.4$?

3) Un gas ideale monoatomico descrive il seguente ciclo: dallo stato iniziale A, passa allo stato B ($T_B = 1210^\circ\text{K}$) con un aumento isocoro reversibile della pressione; di qui, con un'espansione adiabatica reversibile, passa allo stato C ($T_C = 610^\circ\text{K}$); infine, dallo stato C ritorna allo stato A con una compressione isobara reversibile. Calcolare il rendimento del ciclo.

SOLUZIONE SINTETICA DEL COMPITO DI FISICA I DEL 16/04/04

1) Scegliendo un sistema di riferimento con origine nel punto di partenza del pallone, le equazioni del moto uniformemente accelerato diventano:

$$x(t) = V_o(\cos\alpha)t \quad (1)$$

$$y(t) = V_o(\sin\alpha)t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (2)$$

dalle quali si ottiene l'equazione della traiettoria del pallone:

$$y = (tg\alpha)x - \frac{g}{2(V_o\cos\alpha)^2}x^2 \quad (3)$$

Nel punto di caduta il pallone avrà coordinata $y_p = 0$ che, sostituita nella (3), permette di trovare la corrispondente ascissa $x_p = 40.8m$. Sostituendo questo valore nella (1) e risolvendo, si ottiene il tempo che impiega a cadere $t = 2.89s$. L'attaccante deve percorrere in questo intervallo di tempo $d - x_p = 13.2m$ che lo dividono dal punto di caduta del pallone. Dovrà dunque mantenere una velocità media $V = 13.2/2.89 = 4.57m/s$.

2) Nel primo caso, tutta l'energia potenziale della molla compressa si trasformerà in energia potenziale gravitazionale del blocco che giungerà ad un'altezza h tale che

$$\frac{1}{2}Kx^2 = Mgh$$

Considerando che $h = d\sin\alpha$, si ricava il valore della distanza a cui il blocco viene spinto lungo il piano inclinato $d = 4m$.

Nel caso sia presente l'attrito, bisogna tener presente l'energia dissipata durante la salita e il bilancio energetico diventa:

$$\frac{1}{2}Kx^2 = Mgh + \mu Mgd\cos\alpha$$

Anche in questo caso si può ricavare la nuova $d = 2.37m$. In conclusione, a causa dell'attrito, la distanza a cui viene spinto il blocco diminuisce di $1.63m$.

3) Lungo l'isocora la macchina assorbe una quantità di calore

$$Q_{ASS} = nC_v(T_B - T_A)$$

mentre lungo l'isobara cede una quantità di calore

$$Q_{CED} = nC_p(T_A - T_C)$$

Il rendimento è:

$$\eta = 1 + \frac{Q_{CED}}{Q_{ASS}} = 1 + \frac{5 T_A - T_C}{3 T_B - T_A}$$

Bisogna dunque calcolare T_A .

A tal fine, sulla adiabatica BC vale l'equazione:

$$\frac{T_B}{T_C} = \left(\frac{V_C}{V_B} \right)^{\gamma-1}$$

e sull'isobara, dalla legge di Gay - Lussac, si ha:

$$\frac{T_A}{T_C} = \frac{V_A}{V_C}$$

Calcolando V_C/V_B dalla prima e sostituendolo nella seconda (ricordando che $V_A = V_B$), si trova $T_A = 218^\circ K$. Immettendo i dati sulle temperature nell'espressione del rendimento, si ottiene: $\eta = 0.35$.

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DEL SANNIO - Benevento
FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di FISICA I (prof. A. Feoli) A. A. 2003-2004

Prova scritta d'esame del 25/06/2004

N.B. I compiti privi di spiegazioni sul procedimento non saranno valutati.

✓ ? 1) Un aereo, che vola alla velocità di 350 Km/h, sta prendendo quota (salendo) con un angolo di 50° rispetto all'orizzontale. Quando la quota dell'aereo è $h = 730m$, il pilota sgancia una cassa. Si calcoli la distanza tra il piede della perpendicolare passante per l'aereo all'istante dello sgancio e il punto di caduta della cassa. Si trovi il modulo della velocità con cui la cassa giunge al suolo. ?

✓ ? 2) Quando vi trovate su una bilancia, la molla al suo interno si comprime di 0.5mm e vi dice che il vostro peso è $P = 700N$. Se invece saltate sulla bilancia da un'altezza di un metro, considerando trascurabile la vostra velocità iniziale, quale sarà il valore massimo del peso segnato dalla bilancia?

3) Una mole di gas ideale descrive il seguente ciclo: dallo stato iniziale A (P_0, V_0), passa allo stato B ($P_0, 2V_0$), con una trasformazione isobara reversibile; di qui, con una trasformazione adiabatica reversibile, passa allo stato C ($P_0/32, 16V_0$); poi, con un'altra isobara, giunge in D ($P_0/32, 8V_0$). Infine, dallo stato D ritorna allo stato A con una trasformazione adiabatica reversibile.

Stabilire se il gas è monoatomico o biatomico e calcolare il rendimento del ciclo.

SOLUZIONE SINTETICA DEL COMPITO DI FISICA I DEL 25/06/04

1) Scegliendo un sistema di riferimento con origine ai piedi della perpendicolare passante per l'aereo all'istante dello sgancio, in modo che la posizione iniziale della cassa sia $A \equiv (0, h)$, le equazioni del moto sono:

$$x(t) = V_o(\cos\alpha)t \quad (1)$$

$$y(t) = h + V_o(\sin\alpha)t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (2)$$

dalle quali si ottiene l'equazione della traiettoria:

$$y = h + (tg\alpha)x - \frac{g}{2(V_o\cos\alpha)^2}x^2 \quad (3)$$

Nel punto di caduta la cassa avrà coordinata $y_c = 0$ che, sostituita nella (3), permette di trovare la corrispondente ascissa $x_c = 1376m$ (naturalmente si scarta la soluzione negativa dell'equazione di secondo grado). Sostituendo questo valore nella (1) e risolvendo, si ottiene il tempo che impiega a cadere $t = 22s$.

Proiettando infine l'equazione

$$\vec{v} = \vec{v}_o + \vec{a}t$$

sugli assi del sistema di riferimento, si calcolano le componenti della velocità finale:

$$V_x = V_o\cos\alpha$$

$$V_y = V_o\sin\alpha - gt$$

da cui $V = 155m/s$.

2) Nel primo caso il peso della persona è equilibrato dalla forza di richiamo della molla:

$$P = K\Delta x$$

da cui, sostituendo i valori numerici, si ricava il valore della costante elastica $K = 1400000N/m$.

Nel secondo caso, se si trascura la velocità iniziale, tutta l'energia potenziale gravitazionale della persona, posta ad un'altezza di un metro rispetto alla bilancia, si trasformerà in energia potenziale della molla compressa:

$$Ph = \frac{1}{2}Kx^2$$

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DEL SANNIO - Benevento
FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di FISICA I (prof. A. Feoli) A. A. 2003-2004

Prova scritta d'esame del 15/07/2004

N.B. I compiti privi di spiegazioni sul procedimento non saranno valutati.

X Ok 1) Un corpo scivola lungo un piano scabro, inclinato di un angolo $\alpha = 20^\circ$ rispetto all'orizzontale. Il corpo si trova, per $t = 0$, ad un'altezza $h = 3m$ e possiede velocità $V_0 = 2.5m/s$; esso impiega due secondi per arrivare al suolo. Determinare il coefficiente d'attrito tra il corpo ed il piano, nonché la velocità con cui arriva al suolo.

?? Ok 2) Quale deve essere la costante elastica k di una molla progettata per portare un'automobile di massa $M = 1200kg$ da ferma a $100Km/h$, affinché i suoi occupanti avvertano un'accelerazione massima $a = 5g$?

3) La temperatura di 2 moli di un gas perfetto aumenta poiché il gas assorbe $750J$ di calore in condizioni di volume costante. In condizioni di pressione costante, la temperatura aumenta della stessa quantità quando il gas assorbe $1000J$ di calore. Di quanti kelvin varia la temperatura [$R = 8.315J/mole^\circ K$]?

**SOLUZIONE SINTETICA DEL COMPITO DI FISICA I DEL
15/07/04**

1) Il corpo percorre, lungo il piano inclinato, una distanza $L = h/\sin\alpha = 8.77m$. Il suo moto unidimensionale è uniformemente accelerato con $a = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$. Quindi si può esprimere lo spazio percorso mediante l'equazione:

$$L = V_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

da cui si ottiene il coefficiente d'attrito μ

$$\mu = \tan\alpha - \frac{2(L - V_0 t)}{t^2 g \cos\alpha} = 0.16$$

Si calcola infine la velocità con cui arriva al suolo dall'equazione

$$V = V_0 + at = 10m/s$$

2) La massima compressione della molla genera la massima accelerazione, quindi:

$$K\Delta x = Ma_{MAX}$$

Considerando, inoltre, che tutta l'energia potenziale della molla compressa si trasformerà in energia cinetica dell'automobile si ha:

$$\frac{1}{2} K(\Delta x)^2 = \frac{1}{2} M V^2$$

Risolvendo il sistema di due equazioni, possiamo ricavare la costante elastica:

$$K = \frac{M a_{MAX}^2}{V^2} = 3.73 N/m$$

3) Lungo l'isocora il gas assorbe una quantità di calore

$$Q_1 = nC_v(T_B - T_A) = 750J$$

mentre lungo l'isobara assorbe una quantità di calore

$$Q_2 = nC_p(T_B - T_A) = 1000J$$

Sottraendo membro a membro le due equazioni e tenendo presente che $C_p - C_v = R$, si ottiene la relazione:

$$nR(T_B - T_A) = 250J$$

da cui si ricava $T_B - T_A = 15^\circ K$.