

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali

POLO DIDATTICO E DI RICERCA DI CREMA



APPUNTI E FORMULE DI **FISICA**

(includono anche alcune prove in itinere e alcuni appelli)

– versione 2 –

Giovanni LIBONI

INDICE

1. PROVE D'ESAME DEGLI ANNI PRECEDENTI

1.1. PROVE SCRITTE DI MECCANICA

1.1.1. 14 APRILE 2003 _____ *3*

1.1.2. 15 APRILE 2003 _____ *4*

1.2. APPELLI

1.2.1. 25 GIUGNO 2002 _____ *5*

1.2.2. 17 LUGLIO 2002 _____ *6*

1.2.3. 11 SETTEMBRE 2002 _____ *7*

1.2.4. 25 SETTEMBRE 2002 _____ *8*

1.2.5. 20 NOVEMBRE 2002 _____ *9*

1.2.6. 15 GENNAIO 2003 _____ *10*

1.2.7. 20 FEBBRAIO 2003 _____ *11*

1.2.8. 15 APRILE 2003 _____ *12*

1.2.9. 11 GIUGNO 2003 _____ *13*

1.2.10. 09 LUGLIO 2003 _____ *15*

1.2.11. 03 SETTEMBRE 2003 _____ *17*

1.2.12. 17 SETTEMBRE 2003 _____ *19*

1.2.13. 05 NOVEMBRE 2003 _____ *21*

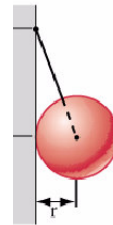
1.2.14. 13 GENNAIO 2004 _____ *23*

1.2.15. 05 FEBBRAIO 2004 _____ *25*

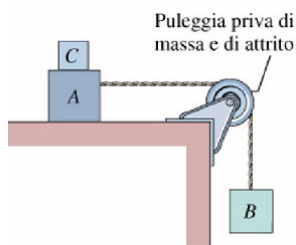
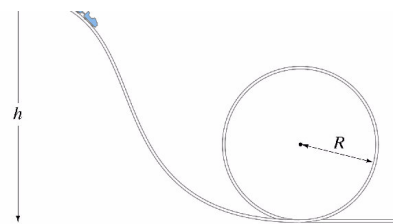
2. APPUNTI E FORMULE

2.1. IN PREP. ALLA PRIMA PROVA IN ITINERE _____ *27*

- 1) Un oggetto, di massa $M = 50+\#$ kg inizialmente fermo, esplode formando due frammenti. Uno di questi, di massa $m_1 = 30$ kg, acquista una velocità $\mathbf{v} = 3\mathbf{i}$ m/s su un piano orizzontale senza attrito. Assumendo che sia trascurabile la perdita di massa totale, **a)** calcolare la velocità del secondo frammento; **b)** dire, motivando la risposta, quale sarà la velocità del centro di massa dopo l'esplosione
- 2) Un autista affronta ripetutamente con la sua automobile, di massa $m = 1000+\#$ kg, una curva di raggio $R = 80$ m a valori crescenti di velocità. Supponendo che egli si accorga che l'automobile comincia a non tenere la strada quando $v = 120$ km/h determinare il valore massimo del coefficiente di attrito statico tra pneumatici e suolo.
- 3) Un blocco di massa $m = 600+\#$ g, a contatto con una molla inizialmente compressa di costante elastica $k = 500$ N/m, riceve da essa una spinta tale che striscia sul pavimento orizzontale per una distanza $d = 2$ m dopo aver perso il contatto con la molla. Sapendo che il coefficiente di attrito dinamico è $\mu_k = 0.2$, calcolare **a)** la velocità del blocco quando perde il contatto con la molla; **b)** di quanto è inizialmente compressa la molla; **c)** quale distanza avrebbe percorso in salita il blocco se il pavimento avesse formato un angolo di 10° rispetto al piano orizzontale.
- 4) Un'automobile, di massa $m = 1000+\#$ kg e con velocità $v = 50$ km/h, accelera per 10 s esercitando una forza orizzontale $F = 3.5 \cdot 10^3$ N sul suolo. Trascurando l'attrito con l'aria, calcolare **a)** l'accelerazione dell'automobile e **b)** il lavoro della forza che causa tale accelerazione.
- 5) Una sfera di raggio $r = 20$ cm e massa $m = 10$ kg è sostenuta da una corda di massa trascurabile e lunghezza $L = 1+\#$ m attaccata a un punto di una parete verticale. Si determini **a)** la tensione della corda e **b)** la forza esercitata dalla parete sulla sfera.



N.B.: # deve essere sostituito con le ultime due cifre del proprio numero di matricola

- 6) Il cavo che sostiene un ascensore, di massa $m = 2000 + \#$ kg, può reggere una tensione massima di 45000 N. Calcolare **a)** il massimo valore di accelerazione dell'ascensore che esso può sostenere senza spezzarsi; **b)** il peso apparente che un passeggero di massa $m = 75$ kg avvertirebbe se l'ascensore avesse un'accelerazione pari alla metà del valore calcolato in (a) in salita e in discesa. **c)** Dire, motivando la risposta, se in (a) la rottura del cavo avviene per ascensore in salita o in discesa.
- 7) Su una slitta di massa $m_1 = 20$ kg che sta correndo sul ghiaccio alla velocità $v = 9$ m/s si lascia cadere dall'alto un pacco di massa $m_2 = 1 + \#$ kg. Trascurando ogni attrito, calcolare: **a)** la nuova velocità della slitta; **b)** la differenza di energia cinetica spiegandone la causa.
- 8) I blocchi A e C di figura hanno masse $m_A = 4 + \#$ e $m_C = 2 + \#$. Assumendo che tra A e il piano orizzontale i valori dei coefficienti di attrito siano $\mu_s = 0.20$ e $\mu_k = 0.15$ e che la fune abbia massa trascurabile e sia inestensibile, calcolare **a)** il minimo valore della massa di B che mette in moto A, e **b)** per questo valore di m_B , il valore dell'accelerazione del sistema se viene tolto il blocco C.
- 
- 9) Un ragazzo di massa $m_R = 50$ kg si trova sul bordo di un disco inizialmente fermo, di massa $m_D = 200 + \#$ kg e raggio $r_D = 3.5$ m, che può ruotare intorno all'asse verticale passante per il suo centro di massa. Rimanendo fermo rispetto al disco, il ragazzo scaglia tangenzialmente al suo bordo un sasso di massa $m_S = 50$ g alla velocità $v = 5$ m/s rispetto al suolo. Si determini la velocità angolare del disco. [momento di inerzia del disco $I = 0.5 \cdot m_D \cdot r_D^2$]
- 10) Un vagoncino da montagne russe, la cui massa è $M = 90 + \#$ kg, segue nel piano verticale la traiettoria rappresentata in figura, dove $R = 5$ m. Calcolare **a)** il minimo valore di h per cui il vagoncino rimane sempre attaccato alle rotaie; **b)** la forza esercitata dalla rotaia sul vagoncino quando si trova nel punto più basso della circonferenza, assumendo che h abbia il valore trovato in (a).
- 

N.B.: # deve essere sostituito con le ultime due cifre del proprio numero di matricola

1. Un corpo di massa $m = \dots$ kg viene lasciato cadere lungo la verticale terrestre da un'altezza $h = 550$ cm dal suolo. a) Supponendo di potere trascurare l'attrito dell'aria, calcolare in quanto tempo esso raggiunge l'altezza di 1 m dal suolo e la sua energia cinetica a quell'altezza. In questa posizione il corpo si spezza in due blocchi di ugual massa per lo scoppio di una carica esplosiva interna di massa trascurabile. Sapendo che uno di essi acquista anche una componente della velocità lungo l'asse x parallelo al suolo $v = -3i$, b) calcolare la velocità del secondo blocco e c) determinare quanto distano dalla direzione verticale di partenza i punti di impatto con il suolo dei due blocchi e del centro di massa.
2. Secondo un modello semiclassico, nell'atomo di idrogeno nello stato fondamentale l'elettrone compie un moto circolare uniforme lungo un'orbita di raggio $r = 0.053$ nm centrata sul protone. Calcolare a) la forza che il protone esercita sull'elettrone; b) l'energia cinetica e l'energia potenziale dell'elettrone; c) il periodo del moto circolare dell'elettrone, il valore della corrente ad esso equivalente e la direzione e il verso del campo magnetico generato da questa corrente nel centro dell'orbita.
[carica elettrone $e = -1.6 \cdot 10^{-19}$ C; massa elettrone $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31}$ kg; $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}$ C²/(N·m²)]
3. Uno strumento musicale ha una corda lunga 30+... cm. a) Calcolare la lunghezza d'onda corrispondente al suo modo fondamentale. b) Supponendo che la densità lineare della corda sia $\rho = 2 \cdot 10^{-4}$ kg/m, calcolare il valore della tensione della corda tale che la frequenza del suo modo fondamentale sia 262 Hz. c) Sapendo che a 60 m il relativo livello sonoro è di 50 dB, calcolare la potenza emessa dallo strumento.
4. Il filamento di una lampadina ha una resistività elettrica $\rho = 5.0 \cdot 10^{-8}$ $\Omega \cdot m$, una lunghezza $l = 12$ cm ed una sezione $S = 0.1$ mm² ed è alimentato da una batteria con una f.e.m. $\mathcal{E} = 12$ V ed una resistenza interna $R_i = \dots \cdot 10^{-1}$ Ω . Calcolare a) la corrente che attraversa il filamento; b) il valore della potenza erogata dalla batteria. c) Determinare il rapporto tra la potenza dissipata internamente e quella dissipata esternamente alla batteria.
5. Un fascio parallelo di neutroni ha una velocità quadratica media che corrisponde ad una temperatura di 300 K. a) Calcolare la relativa lunghezza d'onda quantistica. b) Se il fascio incide normalmente su uno schermo in cui è presente una fenditura indefinita, calcolare la larghezza di tale fenditura affinché il primo massimo di diffrazione abbia una larghezza angolare di 10^{-2} rad. c) Dire, motivando la risposta, che cosa accadrebbe se il fascio fosse per metà costituito da neutroni con velocità corrispondente a 600 K.
[cost. Boltzmann $k = 1.38 \cdot 10^{-23}$ J/K ; cost. Planck $h = 6.6 \cdot 10^{-34}$ Js; massa neutrone $m_n = 1.67 \cdot 10^{-27}$ kg]

- 1) Un signore, la cui massa è $m = 60$ kg, sale al terzo piano percorrendo una scala costituita da 100 gradini, ognuno di altezza $d = 20$ cm. Calcolare a) quante calorie consumano i suoi muscoli per salire di un gradino; b) la velocità che avrebbe toccando il suolo se malauguratamente decidesse di buttarsi giù da quella altezza.
[equivalente meccanico della caloria = 4.186 J/cal]
- 2) Una pallina di massa $m = 5$ g e carica $q = 0.1$ C si può muovere senza attrito su un piano orizzontale essendo soggetta ad un campo magnetico verticale diretto verso l'alto $B = 0.02$ T. Calcolare a) il raggio dell'orbita circolare percorsa dalla pallina sapendo che la sua velocità ha modulo $v = 2$ m/s; b) il momento angolare rispetto all'asse passante per il centro dell'orbita.
- 3) Un razzo di massa $M = 100.2$ kg, inizialmente fermo nello spazio, espelle una quantità di gas pari ad una massa $m = 200$ g e con una velocità $v = 30$ m/s. Calcolare a) la velocità finale del razzo; b) la forza media che viene esercitata dai gas sul razzo se la loro emissione si svolge in un intervallo di tempo $\Delta t = 0.2$ s.
- 4) Una macchina reversibile di Carnot usa due termostati alle temperature $T_1 = 627$ °C e $T_2 = 27$ °C. Calcolare a) il lavoro meccanico che si ottiene facendo fare alla macchina 500 cicli, sapendo che la quantità di calore fornita al sistema ad ogni ciclo è $Q_1 = 2$ kcal; b) la potenza espressa in watt che è sviluppata dalla macchina se la durata di ogni ciclo è 0.2 s.
- 5) Un altoparlante che emette un'onda sinusoidale di frequenza $f = 500$ Hz è posto nel fuoco di un grande specchio sferico di raggio $R = 2$ m. a) Calcolare il livello sonoro in un punto sull'asse dello specchio posto a 30 m dall'altoparlante sapendo che il livello a 5m è di 80 dB e trascurando ogni forma di assorbimento. b) Illustrare brevemente le principali caratteristiche dell'onda emessa dicendo in particolare se si tratta di un'onda trasversale o longitudinale, piana o sferica.
- 6) Un condensatore $C = 60$ μ F avente una carica $q = 30$ mC sulle sue armature viene connesso ad un resistore $R = 200$ Ω . Calcolare a) l'intervallo di tempo dalla connessione con il resistore affinché la differenza di potenziale tra le armature del condensatore si riduca ad 1/e del suo valore iniziale, essendo e il numero di Nepero; b) la potenza dissipata inizialmente dal resistore.
- 7) a) Scrivere l'espressione di un'onda elettromagnetica piana polarizzata lungo l'asse y che si propaga nel vuoto lungo l'asse x positivo ed ha lunghezza d'onda $\lambda = 500$ nm e ampiezza $E_0 = 0.2$ V/m. b) Calcolare il valore dell'ampiezza del campo elettrico che si ha se l'onda viene fatta incidere su un polarizzatore normale all'asse x e la cui direzione di polarizzazione forma un angolo di 60° con l'asse y.

- 1) Una massa $m = 150$ g cade da ferma lungo la verticale del luogo da un'altezza di 1.5 m. Calcolare a) la velocità della massa quando tocca il suolo e il suo tempo di volo; b) il valore della forza che il suolo esercita sulla massa, sapendo che l'urto è elastico e la durata del contatto è 10 μ s.
- 2) Un signore di massa $M = 60$ kg viaggia su una bicicletta di massa $m = 10$ kg ad una velocità $v = 20$ km/h lungo un tratto di strada rettilineo. Calcolare a) l'energia cinetica traslazionale del sistema signore+bicicletta e il numero di calorie spese dal signore per raggiungere tale velocità partendo da fermo. Trascurare ogni forma di attrito dinamico; b) il raggio minimo di una curva affrontabile dal signore a tale velocità se l'attrito statico tra suolo e ruote è $\mu_s = 0.8$.
[equivalente meccanico della caloria = 4.186 J/cal]
- 3) Una barretta di ferro, di lunghezza $l = 50$ cm e diametro $d = 1$ cm, ha una delle due estremità in un recipiente con acqua e ghiaccio e l'altra nel vapore d'acqua a 100 °C. Calcolare a) il calore trasportato per secondo lungo la barretta e b) quanti grammi di ghiaccio fondono ogni secondo.
[conducibilità termica del ferro $k = 79.5$ W/(m·°C); calore latente per la fusione del ghiaccio $\lambda = 3.34 \cdot 10^5$ J/kg]
- 4) Un sistema massa-molla, caratterizzato da una massa $m = 20$ g e da una molla di costante $k = 1500$ N/m, può oscillare lungo l'asse x senza attrito. Calcolare a) la frequenza propria, ω_0 , di oscillazione del sistema. b) Dire, motivando la risposta, che cosa succede se sulla massa agisce una forza esterna sinusoidale di frequenza uguale a ω_0 o $\omega_0/10$ o $10 \cdot \omega_0$.
- 5) Un circuito è costituito dal parallelo di due resistori, ognuno di valore $R = 10$ Ω , che è posto in serie ad un resistore di valore $R_1 = 15$ Ω . Il circuito è alimentato da batteria $\varepsilon = 20$ V. Calcolare a) la potenza erogata dalla batteria e la potenza dissipata da R_1 ; b) dire se e come si potrebbero rilevare effetti magnetici in vicinanza dei fili metallici che collegano la batteria al resto del circuito.
- 6) a) Dare le espressioni di due onde elettromagnetiche piane, di lunghezza d'onda $\lambda = 500$ nm e ampiezza $E_0 = 0.5$ V/m polarizzate lungo l'asse y , che si propagano nel vuoto lungo l'asse x , l'una nel verso positivo e l'altra in quello negativo. b) Dire, motivando la risposta, a che tipo di onda danno origine nella regione di spazio dove si sovrappongono.

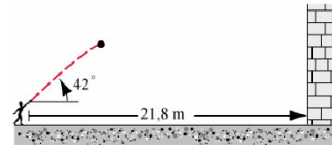
- 1) Al tempo $t = 0$ il centro di massa di un oggetto di massa $m = 600$ g si trova nell'origine delle coordinate, ha una velocità $\mathbf{v} = 5\mathbf{i} - 2\mathbf{j}$ e un'accelerazione $\mathbf{a} = -2\mathbf{i}$. Calcolare *a)* il vettore forza che agisce sull'oggetto, la sua posizione e la velocità che possiede al tempo $t = 2$ s; *b)* la traiettoria seguita dal centro di massa dell'oggetto.
- 2) Un ragazzino trascina una slitta di massa $m = 5$ kg su un piano orizzontale applicando una forza parallela. Sapendo che i coefficienti di attrito statico e dinamico tra slitta e suolo sono rispettivamente $\eta_s = 0.8$ e $\eta_k = 0.5$, calcolare *a)* il modulo della forza minima che il ragazzo deve applicare per far muovere la slitta nel caso che tale forza sia parallela al piano; *b)* il lavoro compiuto dal ragazzo per trascinare la slitta per 50 m applicando una forza di modulo pari al doppio di quella calcolata in *a)*; *c)* come *a)* ma nel caso che la forza formi un angolo di 60° con il piano orizzontale.
- 3) Per togliere il tappo che chiude l'apertura di area 5 cm^2 di un recipiente in cui è stato fatto un vuoto parziale si deve esercitare una forza di 50 kN. Se l'esperimento è compiuto al livello del mare, calcolare *a)* la pressione esistente nel recipiente prima dell'apertura. *b)* Dire, motivando la risposta, se si dovrebbe esercitare la stessa forza se l'esperimento fosse fatto in alta montagna.
[1 atm = $1.01 \cdot 10^5$ Pa]
- 4) Una macchina termica, basata su un ciclo costituito da due trasformazioni isoterme e da due adiabatiche come il ciclo di Carnot, usa due termostati le cui temperature sono $T_H = 627^\circ\text{C}$ e $T_L = 27^\circ\text{C}$. *a)* Sapendo che il rendimento della macchina è $\eta = 0.3$ dire se si tratta di una macchina reversibile o irreversibile. *b)* Calcolare la potenza fornita dalla macchina se ad essa vengono fatti compiere 1000 giri/s in ognuno dei quali assorbe 60 cal.
- 5) Un generatore di f.e.m. $\varepsilon = 110$ V e resistenza interna $R_i = 5$ k Ω alimenta un carico costituito da un resistore $R_e = 50$ k Ω a cui è posto in parallelo un condensatore $C = 30$ μF . Calcolare *a)* la carica sul condensatore e l'energia da esso immagazzinata, e *b)* l'energia dissipata internamente al generatore dopo un'ora di funzionamento.
- 6) Un raggio di luce monocromatica di lunghezza d'onda $\lambda = 450$ nm si propaga in un mezzo di indice di rifrazione $n = 1.5$. Calcolare *a)* il valore della velocità della luce in tale mezzo e la frequenza del raggio; *b)* il valore del quanto di energia dei fotoni di questa radiazione.
[costante di Planck $h = 6.6 \cdot 10^{-34}$ J·s; velocità della luce nel vuoto $c = 3 \cdot 10^8$ m/s]

- 1) Un martello di massa $m = 500$ g ha una velocità $v = 18$ km/h quando colpisce, fermandosi, la testa di un chiodo. a) Se l'intervallo di tempo in cui il martello interagisce con il chiodo è di 20 ms, calcolare la forza che il martello esercita sul chiodo. b) Se l'area della punta del chiodo è di 1 mm^2 calcolare la pressione (espressa anche in atmosfere) che il chiodo esercita sulla parete con cui è in contatto.
[1 atm = $1.01 \cdot 10^5$ Pa]
- 2) Un atleta salta con l'asta quando la velocità del suo centro di massa è $v = 11$ m/s. a) Calcolare la massima differenza di quota che il suo centro di massa può raggiungere. b) Se la massa dell'atleta è $M = 60$ kg e dopo il salto egli cade su una parte di tappeto di massa $m = 5$ kg e calore specifico $c = 1000$ cal/(kg·°C) calcolare l'aumento di temperatura di quel pezzo di tappeto.
[1 cal = 4.186 J]
- 3) Soffiando opportunamente sul bordo di una bottiglia si può mettere in risonanza l'aria in essa contenuta. Calcolare a) la lunghezza d'onda del modo fondamentale di tale vibrazione nel caso che l'altezza della bottiglia sia $h = 30$ cm; b) la frequenza di tale onda sapendo che la velocità di propagazione del suono è $v = 340$ m/s.
- 4) Una pallina di massa $m = 50$ g e carica $q = 2$ C può compiere un moto armonico lungo l'asse x orizzontale, essendo connessa ad una molla di costante elastica $k = 10$ N/m e lunghezza a riposo $l_0 = 10$ cm. a) Calcolare la frequenza propria del sistema massa-molla. b) Dire se e come la presenza di un campo elettrico uniforme $E = 0.3i$ V/m influenza il moto armonico della pallina carica.
- 5) Nel vuoto un elettrone, partendo da fermo, percorre 10 cm sotto l'azione di un campo elettrico $E = 100$ V/m. Calcolare a) l'energia cinetica dell'elettrone alla fine del percorso, e b) la lunghezza d'onda quantistica ad esso associabile in tali condizioni.
[costante di Planck $h = 6.6 \cdot 10^{-34}$ J·s; massa dell'elettrone $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31}$ kg; carica dell'elettrone $q_e = 1.6 \cdot 10^{-19}$ C]

- 1) Un corpo rigido di massa $m = 200$ g cade lungo la verticale del luogo partendo da fermo da un'altezza di 30 m. Trascurando l'effetto frenante dell'aria, calcolare a) il modulo della velocità con cui il corpo raggiunge il suolo, e b) la forza che esso esercita sul suolo nelle ipotesi che l'urto sia elastico e che il contatto tra corpo e suolo abbia una durata di 20 ms.
- 2) Due masse $m_1 = 100$ g e $m_2 = 50$ g sono connesse tramite un filo inestensibile di massa trascurabile e si possono muovere su un piano orizzontale senza attrito. Se a m_1 è applicata una forza orizzontale $F = 450i$ N calcolare a) la forza che agisce su m_2 ; b) la velocità del centro di massa dopo 10 s dall'applicazione di F supponendo che le masse siano inizialmente ferme.
- 3) Ad una distanza di 100 m da una sorgente di dimensioni trascurabili si misura un livello sonoro di 20 dB. a) Dire di che tipo di fronte d'onda si tratta, e b) calcolare la potenza emessa dalla sorgente sonora.
[intensità sonora di riferimento $I_0 = 10^{-12}$ W/m²]
- 4) Una gocciolina di olio di massa $m = 2$ mg e carica positivamente rimane in equilibrio in aria sotto l'azione di un campo elettrico uniforme E . a) Dire quali devono essere direzione e verso del vettore E . b) Calcolare la carica in unità di carica elettronica sapendo che $E = 300$ V/m.
[valore assoluto della carica elettronica $q_e = 1.6 \cdot 10^{-19}$ C]
- 6) Un laser emette luce di lunghezza d'onda $\lambda = 650$ nm e potenza di 2 mW. a) Calcolare il numero di fotoni emessi ogni secondo dal laser, e b) la quantità di moto trasportata da ogni fotone.
[costante di Planck $h = 6.6 \cdot 10^{-34}$ J·s]

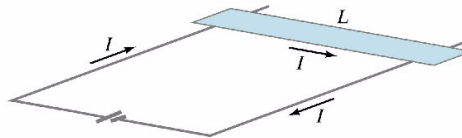
- 1) Un corpo di massa $m = 200$ g, che viene lanciato dal suolo verso l'alto con un angolo di 30° rispetto al piano orizzontale, raggiunge un'altezza di 3 m rispetto alla quota di partenza. Trascurando l'effetto frenante dell'aria, calcolare a) dopo quanto tempo e a quale distanza dal punto di lancio raggiunge al suolo, e b) la forza media che agisce sul corpo sapendo che all'arrivo penetra nel suolo per 5 cm.
- 2) Una massa di 2.5 kg, che si muove inizialmente con una velocità di 10 m/s nel piano orizzontale senza attrito, urta in modo completamente anelastico con una massa di 5 kg, inizialmente in ferma, rimanendovi attaccata. Calcolare a) la velocità finale del sistema composto dalle due masse, e b) l'energia cinetica persa durante l'urto indicando sotto quale forma essa può essere ritrovata.
- 3) Un'asta rigida, di lunghezza $l = 1$ m e di massa trascurabile ai cui estremi sono attaccate due masse di valore $m_1 = 4$ Kg e $m_2 = 3$ kg, ruota intorno ad un asse verticale che passa per il suo centro. Calcolare: a) la posizione del centro di massa rispetto al centro dell'asta, e b) il valore del momento d'inerzia del sistema e del suo momento angolare rispetto all'asse di rotazione sapendo che la velocità angolare è $\omega = 5$ rad/s.
- 4) Un recipiente, di volume 0.1 m³, contiene gas elio ad una pressione di 10 atm ed una temperatura di 27°C . Supponendo valida l'approssimazione di gas ideale, calcolare a) il numero di moli di elio contenute nella bombola; b) il valore della velocità quadratica media traslazionale delle molecole di elio.
[$R = 8.31$ J/(mol·K); $N_A = 6.02 \cdot 10^{23}$; 1 atm = $1.01 \cdot 10^5$ Pa; massa elio $m = 6.7 \cdot 10^{-27}$ kg]
- 5) Un solenoide, fatto di materiale superconduttore, è costruito per generare un campo magnetico $B = 10$ T. Sapendo che l'avvolgimento del solenoide è costituito da 2000 spire/m, calcolare a) il valore della corrente che percorre il solenoide, e b) la forza per unità di lunghezza che è esercitata dal campo magnetico sulle spire del solenoide.
- 6) Un fascio di luce non polarizzata, di intensità $I = 100$ W/m² e lunghezza d'onda $\lambda = 600$ nm, attraversa perpendicolarmente due lamine polarizzatrici parallele. Sapendo che il piano di polarizzazione della seconda lamina forma un angolo di 60° con quello della prima, calcolare a) l'intensità della luce che esce dal primo polarizzatore e quella che esce dal secondo polarizzatore; b) quanti fotoni al secondo escono per unità di area dal secondo polarizzatore.
[costante di Planck $h = 6.6 \cdot 10^{-34}$ J·s]

- 1) Una palla di massa $m = 20$ g viene lanciata contro un muro con una velocità iniziale $v = 25$ m/s che forma un angolo di 42° rispetto all'orizzonte, come indicato in figura. Trascurando l'effetto frenante dell'aria, determinare a) il tempo di volo; b) a che altezza colpisce il muro rispetto alla quota di lancio; c) le componenti verticale e orizzontale della velocità nel punto di arrivo. d) Considerando che l'urto elastico tra palla e parete dura 5 ms, determinare la forza che il muro esercita sulla palla.



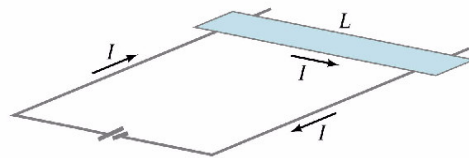
- 2) Un'esplosione rompe un oggetto inizialmente fermo in due frammenti. Conoscendo che uno dei due frammenti acquista un'energia cinetica doppia di quella dell'altro, a) calcolare il rapporto delle relative masse. b) Che tipo di comportamento avrà il centro di massa dell'oggetto?
- 3) Un'asta rigida, di lunghezza $L = 1$ m e di massa trascurabile ai cui estremi sono attaccate due masse di valore $m_1 = 4$ Kg e $m_2 = 2$ kg, ruota intorno ad un asse verticale che passa per il suo centro. Calcolare: a) la posizione del centro di massa rispetto al centro dell'asta, e b) il valore del momento d'inerzia del sistema, quello del suo momento angolare rispetto all'asse di rotazione, e il valore della sua energia cinetica rotazionale, sapendo che la velocità angolare è $\omega = 10$ rad/s.
- 4) Una lampadina da 100 W genera 95 W sotto forma di calore. Esso viene dissipato attraverso il bulbo di vetro che ha un raggio di 3 cm e uno spessore di 1 mm. Calcolare la differenza di temperatura fra la superficie interna e quella esterna del bulbo. [conducibilità termica del vetro $k = 0.84$ J/(s·m·°C)]

- 5) Nel circuito di figura $L = 20$ cm è la lunghezza di una sottile barra di massa $m = 1.5$ g che può scorrere praticamente senza attrito sulla rotaia fissa percorsa da corrente in un campo magnetico $B = 1.7$ T perpendicolare al piano del circuito. Determinare valore di corrente costante I e verso di B per fare acquisire alla barra una velocità $v = 30$ m/s percorrendo un tratto $s = 1$ m di rotaia.



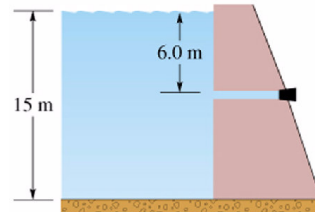
- 6) Determinare la lunghezza d'onda di De Broglie di una palla di massa $m = 200$ g che si muove con una velocità $v = 54$ km/h.

- 1) Un corpo di massa $m = 20 \text{ kg}$ scende, partendo da fermo, lungo un piano inclinato alto 4 m che forma un angolo di 30° con il piano orizzontale. Sapendo che il corpo raggiunge il piano orizzontale con una velocità $v = 2.5 \text{ m/s}$, calcolare a) l'energia termica generata in questo processo; b) il coefficiente di attrito dinamico tra la superficie del corpo e quella del piano inclinato.
- 2) Una massa m , delicatamente appesa all'estremità di una molla che pende liberamente, scende di 30 cm prima di fermarsi e cominciare la risalita. Calcolare a) l'ampiezza del moto armonico compiuto dalla massa; b) il periodo di tale moto.
- 3) In un secchio d'acqua è immerso un blocco di materiale di massa 540 g e densità 2.7 g/cm^3 . Calcolare la spinta d'Archimede esercitata dall'acqua sul blocco a) quando il secchio è fermo, e b) quando il secchio si muove verso l'alto con un'accelerazione $a = 3.5g$, dove g rappresenta l'accelerazione di gravità al livello del mare.
[densità dell'acqua $\rho = 1 \text{ g/cm}^3 = 10^3 \text{ kg/m}^3$]
- 4) La pressione di $n = 0.5$ moli di gas perfetto monoatomico, mantenuto in un contenitore a pareti rigide di volume $V = 0.1 \text{ m}^3$, viene diminuita molto lentamente fino a raggiungere la metà del suo valore iniziale, $P_i = 4 \cdot 10^3 \text{ Pa}$. Calcolare a) la variazione di temperatura del gas, e b) la variazione della sua energia interna.
[costante universale dei gas $R = 8.315 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$]
- 5) Un condensatore da 3 nF , con aria tra le armature, viene caricato connettendolo ad una batteria da 9 V . Calcolare a) il lavoro compiuto dalla batteria e l'energia immagazzinata nel condensatore; b) gli effetti causati dalla sostituzione dell'aria con un foglio di mica nei casi in cui il condensatore rimanga connesso o non connesso con la batteria durante tale sostituzione.
[costante dielettrica relativa della mica $\epsilon_r = 7$]
- 6) Nel circuito di figura, $L = 20 \text{ cm}$ è la lunghezza di una sottile barra, di massa $m = 6 \text{ g}$, che può scorrere con attrito trascurabile sulla rotaia fissa percorsa da una corrente $I = 300 \text{ mA}$ in un campo magnetico $B = 0.15 \text{ T}$ perpendicolare al piano del circuito. a) Determinare il verso di B che causa un allontanamento della barra dalla batteria e calcolare il modulo della forza che agisce sulla barra. b) Calcolare la differenza dei valori del flusso magnetico concatenato con il circuito all'inizio e dopo 200 ms dalla partenza da ferma della sbarra.



- 1) a) $PE_i = KE_f + W_{fr}$; $mgh = mv^2/2 + F_{fr}d = mv^2/2 + F_{fr}h/\sin(30)$
b) $F_{fr} = \mu_k F_N = \mu_k mg \cos(30)$
- 2) a) $A = 0.30/2$
b) $kA = mg$; $\omega^2 = 2\pi/T = k/m = g/A$
- 3) a) $V = m/\rho = 540/2.7 = 200 \text{ cm}^3$; $F_B = \rho_w g V = 10^3 \cdot 9.8 \cdot 2 \cdot 10^{-4}$
b) $F_B' = \rho_w (1+3.5)gV$
- 4) a) $V\Delta P = nR\Delta T$; $\Delta T = V(P_i - 0.5P_i)/nR$
b) $\Delta U = n3R\Delta T/2$
- 5) a) $W_b = Q\varepsilon$; $Q = C\varepsilon$; $U_C = CV^2/2$
b) $C' = \varepsilon_r \cdot C$; se connesso alla batteria: $Q' = Q^* \varepsilon_r$ $V_C = \varepsilon$; se sconnesso (ma carico):
 $V_C' = V_C/\varepsilon_r$ e $Q' = Q$
- 6) a) B dentro il foglio ; $F = ILB$
b) $a = F/m$; $\Delta x = a \cdot t^2/2$; $\Delta\Phi_B = BL\Delta x$

- 1) Un corpo di massa $m = 200$ g cade verticalmente partendo da fermo da un'altezza $h = 1.5$ m rispetto ad una tavola di legno orizzontale e urtando alla fine un chiodo che è ad essa appoggiato. Sapendo che dopo l'urto il corpo risale verticalmente raggiungendo un'altezza massima di 0.5 m, calcolare a) l'energia ceduta al chiodo da parte del corpo trascurando ogni forma di attrito con l'aria. b) Assumendo che il corpo interagisca con il chiodo per un tempo di 50 ms e che la punta del chiodo abbia una superficie di 2.5 mm², determinare la pressione esercitata dal chiodo sulla tavola.
- 2) Una pallina di massa $m = 50$ g, attaccata ad una molla il cui secondo estremo è fissato, percorre una traiettoria circolare di raggio $R = 80$ cm su un piano orizzontale senza attrito compiendo 5 giri ogni 2 secondi. a) Supponendo che la massa della molla sia trascurabile e che la sua lunghezza a riposo sia $l_0 = 50$ cm, determinare il valore della sua costante elastica. b) Calcolare il momento angolare della pallina e dire se esso cambia (e se sì, come cambia) nel caso che il valore della costante elastica della molla aumenti per esempio per effetto di un abbassamento della sua temperatura.
- 3) Per il grosso contenitore di acqua dolce rappresentato in figura, calcolare a) l'intensità della forza di attrito sufficiente a trattenere il tappo che blocca il condotto di diametro $d = 4$ cm, e b) il volume di acqua che fluisce in un intervallo di tempo di 5 min attraverso il condotto se si toglie il tappo. [densità dell'acqua $\rho = 1$ g/cm³ = 10^3 kg/m³]



- 4) Una macchina termica di Carnot fornisce una potenza di 500 W, lavorando tra due termostati a 107°C e a 57°C rispettivamente. Calcolare a) il rendimento della macchina, e b) le quantità di calore assorbito alla temperatura più alta e ceduto alla temperatura più bassa.
- 5) Una batteria con f.e.m. $\varepsilon = 12$ V viene connessa ad un resistore R e ad un condensatore $C = 200$ nF posti in serie. Sapendo che la d.d.p. ai capi del condensatore è $V_C = 5$ V dopo un tempo $t = 1.5$ μs dalla chiusura del circuito, a) calcolare il valore dell'energia elettrostatica immagazzinata nel condensatore a tale tempo, e b) determinare la costante di tempo del circuito e il valore di R .
- 6) Una spira circolare, costituita da filo di rame di diametro $d = 1$ mm e lunghezza $l = 50$ cm, è mantenuta in un piano perpendicolare ad un campo magnetico uniforme che aumenta in modo costante di 10 mT/s. Calcolare a) la f.e.m. indotta nella spira, e b) la potenza dissipata dal filo di rame.
[resistività elettrica del rame $\rho = 1.69 \cdot 10^{-8}$ $\Omega \cdot \text{m}$]

Appelli

Soluzioni:

- 1) a) energia ceduta al chiodo = $PE_2 - PE_1 = mg(1.5 - 0.5)$
b) $v_p^2 = 2 \cdot g \cdot 1.5$; $v_d^2 = 2 \cdot g \cdot 0.5$; $\Delta p = mv_d - (-mv_p) = m(v_d + v_p)$;
 $F = \Delta p / \Delta t = \Delta p / 50 \cdot 10^{-3}$; $P = F / 2.5 \cdot 10^{-6}$
- 2) a) $\omega = 5 \cdot 2\pi / 2$; $m\omega^2 R = k(R - l_0)$
b) momento angolare = $L = mR^2\omega$; L si conserva perché il momento torcente delle forze è nullo.
- 3) a) $P = \rho g \cdot 6 = 10^3 \cdot 9.8 \cdot 6$; $S = \pi(d/2)^2$; $F = P \cdot S$
b) $P_0 + \rho v_2^2 / 2 + \rho g h_2 = P_0 + \rho v_1^2 / 2 + \rho g h_1$; ponendo alla superficie libera del contenitore, molto più grande della sezione del tubo, $v_1 = 0$ si ha $v_2^2 = 2g(h_1 - h_2) = 2g \cdot 6$;
portata volumica $Q = Sv_2$; $V = Q \cdot 5 \cdot 60$
- 4) a) rendimento $\eta = 1 - T_L / T_H$;
b) $W = Q_H - Q_L = Q_H \cdot (1 - Q_L / Q_H) = Q_H \cdot (1 - T_L / T_H) = Q_H \cdot \eta$; $Q_H = W / \eta$
- 5) a) energia immagazzinata = $CV^2 / 2$
b) $V_C = \varepsilon (1 - \exp(-t/\tau))$; $V_C / \varepsilon = 1 - \exp(-t/\tau)$; $\exp(-t/\tau) = 1 - V_C / \varepsilon$; $-t/\tau = \ln(1 - V_C / \varepsilon)$
 $\tau = 1.5 \cdot 10^{-6} / \ln(1 - 5/12)$; $\tau = RC$
- 6) a) $2\pi R = l = 50 \cdot 10^{-6}$; f.e.m. indotta $\varepsilon = \Delta\Phi / \Delta t = \pi R^2 \Delta B / \Delta t = \pi R^2 10 \cdot 10^{-3}$
b) potenza dissipata $VI = \varepsilon (\varepsilon / R) = \varepsilon^2 / R$; $R = \rho \cdot l / S = \rho \cdot 50 \cdot 10^{-2} / (\pi \cdot 0.5 \cdot 10^{-3})$

- 1) Un'automobile di massa $m_1 = 1000$ kg tira un carrello di massa $m_2 = 500$ kg mentre accelera esercitando sul terreno una forza orizzontale $F = 3.0 \cdot 10^3$ N. Calcolare a) il valore dell'accelerazione che subiscono automobile e carrello; b) la forza che il carrello esercita sull'automobile e il minimo valore di attrito statico che consente alle ruote dell'automobile di non strisciare sul terreno.
- 2) Due pattinatori su ghiaccio, ognuno di massa $m = 60$ kg e approssimativamente della stessa altezza, si tengono per le mani mentre ruotano, compiendo un giro ogni 2 s, intorno all'asse verticale che passa per il punto medio del segmento che unisce i loro centri di massa. a) Sapendo che in queste condizioni la distanza tra i centri di massa è $d_1 = 1.6$ m, calcolare la forza che l'uno esercita sull'altro. b) Assumendo che ripiegando le braccia i due pattinatori riducono tale distanza a $d_2 = 1$ m, calcolare il valore della nuova velocità angolare. (*Suggerimento*: considerare in prima approssimazione che tutta la massa dei pattinatori sia concentrata nei rispettivi centri di massa)
- 3) Calcolare a) la pressione esercitata sul terreno da una modella di massa $m = 50$ kg che sta momentaneamente in equilibrio su un solo tacco avente un'area $A = 0.2$ cm²; b) la massa di un oggetto che essa riuscirebbe a sollevare applicando tale pressione ad un martinetto idraulico avente un pistone di uscita con diametro $d = 20$ cm.
- 4) Una macchina termica che utilizza una sorgente di calore a 527 °C ha un rendimento ideale (di Carnot) del 30%. Calcolare a) il valore della temperatura della sorgente a bassa temperatura; b) la quantità di calore che ogni secondo la macchina assorbe dal termostato a temperatura più alta e quella che cede al termostato a temperatura più bassa, assumendo che essa fornisca una potenza di 15 kW.
- 5) Calcolare a) il valore della d.d.p. tra i morsetti di un generatore c.c. avente una f.e.m. $\varepsilon = 9$ V ed una resistenza interna $r = 2$ Ω , sapendo che esso è connesso ad un carico esterno la cui resistenza è $R = 88$ Ω ; b) la potenza erogata dal generatore e quelle dissipate dalla resistenza interna e dal carico.
- 6) Una lampada da tavolo da 40 W deve essere alimentata a 12 V. Calcolare a) il rapporto tra il numero di spire del primario e il numero di spire del secondario di un trasformatore che la connette alla rete a 220 V; b) il valore della corrente che circola nel primario del trasformatore quando la lampada è accesa.

Appelli

Soluzioni:

1] a) $a = F/(m_1+m_2) = 2 \text{ m/s}^2$

b) $F_{12} = -F_{21} = -m_2 a = -500 \cdot 2 \text{ N}$; $\mu_s \cdot m_1 g = F = 3 \cdot 10^3$

2] a) $\omega_1 = 2\pi/2 = \pi \text{ rad/s}$; $F = m \cdot \omega_1 \cdot R^2$

b) $\tau = dL/dt$; poichè $\tau = 0$ $L_1 = L_2$, cioè $I_1 \cdot \omega_1 = I_2 \cdot \omega_2$; quindi $2 \cdot 60 \cdot 0.8^2 \cdot \omega_1 = 2 \cdot 60 \cdot 0.5^2 \cdot \omega_2$

3] a) $P = mg/S = 50 \cdot 9.8 / (0.2 \cdot 10^{-4}) \text{ Pa}$

b) $Mg = P \cdot \pi \cdot (d/2)^2 = mg \cdot \pi \cdot (d/2)^2 / S$; $M = m \cdot \pi \cdot (d/2)^2 / S = 50 \cdot \pi \cdot (10 \cdot 10^{-2})^2 / (0.2 \cdot 10^{-4})$

4] a) $T_H = 527 + 273.15 \approx 800 \text{ K}$; $W_T/Q_H = \eta = 1 - T_L/T_H$ quindi $T_L = (1-\eta)T_H = 0.7 \cdot 800 \text{ K}$

b) per ogni secondo e ciclo: per il primo principio vale $0 = Q_T - W_T$, cioè $W_T = Q_H - Q_L$

$Q_H = W_T/\eta = 15 \cdot 10^3 / 0.3 \text{ J} = (15 \cdot 10^3 / 0.3) / 4.186 \text{ cal}$; $Q_L = Q_H - W_T$

5] a) $I = \mathcal{E}/(R+r) = 9/(88+2) = 0.1 \text{ A}$; $V = \mathcal{E} - I \cdot r = 9 - 0.1 \cdot 2 \text{ V}$

b) $P_{\mathcal{E}} = \mathcal{E} \cdot I$; $P_r = r \cdot I^2$; $P_R = R \cdot I^2$

6] a) $n_p/n_s = 220/12$

b) $I_s = 40 \text{ W} / 12 \text{ V} = 3.3 \text{ A}$; poichè $P_p \approx P_s$, cioè $V_p I_p \approx V_s I_s$, $I_p = I_s (V_s/V_p) = I_s (n_s/n_p)$

- 1) Un carro merci di massa $m = 9500 \text{ kg}$ avente una velocità $v_1 = 15 \text{ m/s}$ colpisce, agganciandosi, un secondo vagone inizialmente fermo. Sapendo che dopo l'urto la velocità dei due vagoni è $v_2 = 5 \text{ m/s}$, calcolare a) la massa del secondo vagone; b) l'energia meccanica persa nell'urto e la forza media che il primo vagone esercita sul secondo durante l'urto, assumendo che la durata dell'urto sia $\Delta t = 20 \text{ ms}$:
- 2) Un blocco di massa $m = 400 \text{ g}$, attaccato ad una molla, oscilla secondo l'equazione $x(t) = 0.35 \cdot \sin(10\pi t + \pi)$, dove x è espresso in metri e t in secondi. Determinare a) l'ampiezza, il periodo e la costante di fase di questo moto armonico; b) il valore della costante elastica della molla e la massima energia cinetica della massa.
- 3) Un pezzo di legno di massa $m = 2.5 \text{ kg}$ e densità $\rho = 0.5$ galleggia parzialmente immerso in acqua. Calcolare a) il volume della parte di legno immersa; b) il raggio di una sferetta di piombo che attaccata al legno ne provocherebbe l'affondamento.
(densità del piombo $\rho_{\text{Pb}} = 11350 \text{ Kg/m}^3$)
- 4) La temperatura di $n = 0.6$ moli di gas perfetto monoatomico viene aumentata da 120°C a 360°C mantenendo costante il suo volume $V = 2 \text{ m}^3$. Calcolare a) la variazione di pressione; b) il numero delle particelle e la variazione della loro velocità quadratica media.
(Numero di Avogadro $N_A = 6.02 \cdot 10^{23}$)
- 5) Calcolare a) la quantità di energia che può essere erogata da una batteria d'automobile da 12 V e $90 \text{ A}\cdot\text{h}$ passando da carica piena a metà carica; b) la potenza dissipata internamente alla batteria se essa durante la scarica ha una d.d.p. di 11 V essendo collegata ad un carico di 1.1Ω .
- 6) Un solenoide lungo 95 cm è costituito da 950 spire di raggio $r = 2 \text{ cm}$. Calcolare a) il valore del campo magnetico B dentro il solenoide sapendo che le sue spire sono percorse da una corrente $I = 3.6 \text{ A}$; b) descrivere nel modo più quantitativo possibile che cosa succede se la corrente che percorre le spire è data da $I = 3 \cdot \sin(2\pi t) \text{ A}$.
($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}$)

AppelliSoluzioni:

- 1) a) urto anelastico: si conserva la quantità di moto del sistema ma non l'energia cinetica: $m_1 v_p = (m_1 + m_2) v_d$ dove m_2 è la massa del secondo vagone, inizialmente fermo. Cioè: $9500 \cdot 15 = (9500 + m_2) \cdot 5$
 b) $\Delta E = KE_1 - KE_2 = m_1 \cdot v_p^2 / 2 - (m_1 + m_2) \cdot v_d^2 / 2$; la forza media che il primo vagone esercita sul secondo sarà data da $\langle F \rangle = \Delta p_2 / \Delta t = (m_2 \cdot v_d - m_2 \cdot 0) / \Delta t = m_2 \cdot 5 / (20 \cdot 10^{-3})$

- 2) a) per il moto armonico $x(t) = A \cdot \sin(\omega t + \phi)$. Quindi: ampiezza $A = 0.35$; costante di fase $\phi = \pi$ e $\omega = 10\pi$. Poiché $\omega = 2\pi/\tau$ il periodo $\tau = 0.2$ s.
 b) per il sistema massa-molla è $\omega^2 = k/m$, da cui, noti ω e la massa, si deduce la costante elastica della molla. L'energia totale meccanica del sistema è data da $E = kA^2/2 = mv_m^2/2$, da cui è possibile dedurre la velocità massima v_m essendo noti A e k .

- 3) a) la spinta di Archimede $S = \rho_w V_i g$, dove ρ_w è la densità dell'acqua = 1 g/cm^3 e V_i il volume immerso del pezzo di legno. In condizioni di equilibrio sarà $S = m_i g$, cioè spinta di Archimede = peso del corpo. Quindi $\rho_w V_i g = \rho_l V_l g$, dove ρ_l e V_l rappresentano la densità ($= 0.5 \text{ g/cm}^3$) e il volume totale del pezzo di legno.
 b) appena prima dell'affondamento deve essere $m_p g + m_i g = S = \rho_w V_l g$ dove m_p rappresenta la massa della sferetta di piombo. Nota la quale, si può calcolare il raggio dalla relazione $V_p = m_p / \rho_p = 4\pi r^3 / 3$

- 4) a) la legge dei gas perfetti $PV = nRT$ per una trasformazione isocora si può scrivere $P = nRT/V$. Da cui: $\Delta P = (nR/V) \Delta T$
 b) numero di particelle $N = n \cdot N_A = 0.6 \cdot 6.02 \cdot 10^{23}$. Per la teoria cinetica si ha che l'energia cinetica media di una particella è legata alla temperatura assoluta dalla relazione $mv^2/2 = (f/2)kT$, dove la costante di Boltzmann $k = R/N_A$ ($R = 8.31$ è la costante universale dei gas) e il numero dei gradi di libertà $f = 3$ nel caso di un gas monoatomico.

- 5) a) La carica fornita dalla batteria passando da carica completa a metà carica è $Q = 45 \text{ A} \cdot h = 45 \text{ A} \cdot 60 \cdot 60 \text{ s} = 45 \cdot 60 \cdot 60 \text{ coulomb}$. L'energia relativa è data da $E = \varepsilon \cdot Q$, dove $\varepsilon = 12 \text{ V}$ è la f.e.m. della batteria.
 b) la d.d.p. ai morsetti della batteria $V = 11 \text{ Volt} = \varepsilon - I \cdot r$, dove I rappresenta la corrente fornita dalla batteria e r la sua resistenza interna. Vale anche $V = I \cdot R$, dove R è la resistenza del carico. Quindi: $11 \text{ V} = I \cdot 1.1$, da cui si può determinare I , che messa nella relazione precedente fornisce il valore di r . La potenza dissipata internamente alla batteria sarà quindi $P = \varepsilon \cdot I = r \cdot I^2$.

- 6) a) Dentro il solenoide è $B = \mu_0 \cdot n \cdot I$, dove n è il numero totale delle spire fratto la lunghezza del solenoide: $n = N/l = 950/0.95$.
 b) nel caso della corrente variabile si avrà una f.e.m. indotta $\varepsilon = -Nd\Phi_B/dt$, dove Φ_B rappresenta il flusso del campo magnetico B concatenato con una spira: $\Phi_B = A \cdot B$ con $A = \pi r^2$, area della spira. Quindi $\varepsilon = -N \cdot A \cdot 3 \cdot 2\pi \cdot \cos(2\pi t)$.

- 1) Uno sciatore scivola, partendo da fermo, lungo una pista lunga 500 m e con pendenza del 20 %. Assumendo che il coefficiente di attrito dinamico tra sci e neve sia 0.09, calcolare a) la velocità dello sciatore quando arriva alla base del pendio; b) la distanza che percorre in piano prima di arrestarsi se dopo la discesa prosegue lungo un tratto orizzontale dove l'attrito ha lo stesso valore.
- 2) Una persona di massa $m = 60$ kg si lascia andare giù da un ponte, legata con un cavo elastico lungo 14 m, e cade per 30 m. Calcolare a) la velocità acquisita dalla persona quando il cavo comincia a tendersi; b) la costante elastica della fune.
- 3) Un condotto d'aria ha un raggio di 16 cm ed è usato per rinnovare ogni 10 minuti l'aria di una stanza di dimensioni 10 m x 5 m x 4 m. Calcolare a) la velocità dell'aria nel condotto, e b) quale dev'essere la differenza di pressione agli estremi del condotto, che è in posizione orizzontale. (*Suggerimento:* supporre che la velocità dell'aria nella stanza sia trascurabile rispetto a quella che ha nel tubo e nella regione vicina alla sua uscita.)
(densità dell'aria $\rho_{\text{aria}} = 1.29$ kg/m³)
- 4) Un proiettile di piombo di massa $m = 15$ g, la cui temperatura è di 20 °C, ha una velocità $v_1 = 220$ m/s prima di perforare una sottile lastra di ferro da cui emerge con una velocità $v_2 = 160$ m/s. Sapendo che il proiettile assorbe sotto forma di calore il 50 % della perdita della sua energia cinetica, calcolare a) il valore della sua temperatura finale, e b) di quanto varia il suo volume.
(calore specifico $c = 128$ J/(kg·K); coefficiente di espansione lineare $\alpha = 2.9 \cdot 10^{-5}$ C⁻¹; densità $\rho = 11300$ kg/m³)
- 5) Un conduttore di lunghezza $L = 10$ m è costituito da due fili, uno di rame e l'altro di alluminio, di uguale lunghezza e di diametro $d = 1$ mm, connessi in serie. Se il conduttore viene connesso ad una batteria di f.e.m. $\mathcal{E} = 1.5$ V, calcolare a) la potenza erogata dalla batteria e quella dissipata dal filo di rame; b) il modulo del campo magnetico B a 5 cm dal conduttore.
($\rho_{\text{Cu}} = 1.7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$; $\rho_{\text{Al}} = 2.8 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ T·m/A)
- 6) Un elettrone viene accelerato da fermo da una d.d.p. di 350 V. Esso entra quindi in un campo magnetico $B = 200$ mT perpendicolare alla velocità dell'elettrone. Calcolare a) il modulo della velocità dell'elettrone; b) il raggio della sua orbita nel campo magnetico.
($q_e = -1.6 \cdot 10^{-19}$ C; $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31}$ kg)

- 1) a) bilancio energetico: $mgh = mv_0^2/2 + W_a$, cioè l'energia potenziale iniziale è uguale all'energia cinetica dello sciatore alla base pendio + il lavoro della forza di attrito dinamico, $W_a = F_a \cdot L = \mu_k \cdot mg \cdot \cos(\theta) \cdot L$. $\sin(\theta) = h/L = 0.2$
b) la distanza d percorsa in piano è data da $F_a \cdot d = mv_0^2/2$, dove $F_a = \mu_k \cdot mg$
- 2) a) $mg \cdot 14 = mv_0^2/2$
b) conviene riferire l'energia potenziale gravitazionale al punto più basso e scrivere che si conserva l'energia relativamente al passaggio dal punto a 14 m dal ponte e a quello a 30 m, cioè: $mg \cdot (30-14) + mv_0^2/2 = k(30-14)^2/2$
- 3) a) la portata volumica $Q = A \cdot v \cdot t$, cioè: $V/(t \cdot A) = v$, dove V è il volume della stanza, A la sezione del tubo e v la velocità di efflusso
b) poiché la velocità dell'aria nella stanza può essere trascurata e il tubo è orizzontale, l'equazione di Bernouilli diventa: $P_1 = P_2 + \rho v^2/2$, dove P_1 rappresenta la pressione dentro la stanza e P_2 e v la pressione e la velocità dell'aria vicino allo sbocco del tubo.
- 4) a) la quantità di calore assorbita dal proiettile è $Q = 0.5 \cdot \Delta KE = 0.5 \cdot m \cdot (v_f^2 - v_i^2)/2$ e l'aumento di temperatura è legato a Q dalla relazione $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$, dove c è il calore specifico del proiettile
b) $\Delta V/V_0 = \beta \cdot \Delta T \approx 3\alpha \cdot \Delta T$ mentre $V_0 = m/\rho$, dove m è la massa del proiettile e ρ la sua densità.
- 5) a) La resistenza di ognuno dei due fili è data da $R = \rho \cdot l/S$, dove ρ rappresenta la resistività, l la lunghezza del filo e S la sua sezione. $R_{eq} = R_{Cu} + R_{Al}$ poiché sono in serie. $I = \mathcal{E}/R_{eq}$, $P_{batt} = \mathcal{E} \cdot I$ e $P_{Cu} = V_{Cu} \cdot I = (R_{Cu} \cdot I) \cdot I$
b) $B = \mu_0 I / (2\pi r)$
- 6) a) $mv^2/2 = q_e V$
b) $q_e V = m_e v^2/2$ e, poiché B è perpendicolare a v , $q_e v B = F = m_e v^2/R$, dove R è il raggio della traiettoria circolare che l'elettrone percorre a velocità costante v .

- 1) Calcolare a) la tensione in una fune (di massa trascurabile) con cui un elicottero di massa $m_1 = 6500$ kg mantiene ferma e sollevata da terra un'automobile di massa $m_2 = 1200$ kg; b) la forza (in modulo, direzione e verso) che i rotori dell'elicottero esercitano sull'aria quando esso si muove verso l'alto insieme all'automobile con un'accelerazione verticale $a = 0.6 \text{ m/s}^2$.
- 2) Una palla, di massa $m = 1.5$ kg, è attaccata ad un estremo di un bastoncino di massa trascurabile che le fa percorrere nel piano orizzontale una circonferenza di raggio $r = 80$ cm ad una velocità $v = 2$ m/s, intorno ad un asse verticale che passa per l'altro estremo del bastoncino. Calcolare a) la forza centripeta esercitata sulla palla dal bastoncino e il momento di inerzia della palla; b) il momento torcente che permette alla palla di mantenere una velocità costante benché la resistenza dell'aria eserciti su di essa una forza $F = 0.09$ N, e la potenza necessaria per mantenere questa situazione.
- 3) Calcolare a) il valore minimo di pressione relativa presente in una tubatura alla base di un edificio affinché l'acqua possa uscire da un rubinetto posto all'ultimo piano a 40 m dal suolo; b) la potenza necessaria per far uscire a tale altezza da un rubinetto di diametro $d = 0.8$ cm 10 litri di acqua in 5 minuti.
- 4) Una macchina termica che scarica calore ad una temperatura di 300°C , ha un rendimento di Carnot del 40%. Calcolare a) la temperatura della sorgente di calore; b) la quantità di calore che la macchina preleva da tale sorgente per ogni ciclo sapendo che essa fornisce una potenza di 20 kW e che ogni suo ciclo dura 0.1 s.
- 5) Calcolare a) la resistenza interna di una batteria d'automobile che ha una f.e.m di 12 V sapendo che quando il motorino di avviamento assorbe 60 A la d.d.p. ai suoi morsetti cade a 9 V; b) la resistenza del motorino, la potenza erogata dalla batteria e la potenza dissipata all'interno di essa.
- 6) Una bobina, di diametro $d_1 = 30$ cm e formata da 20 avvolgimenti di filo di rame di diametro $d_2 = 2.5$ mm, è immersa in un campo magnetico, perpendicolare al piano della bobina, che varia di $8 \cdot 10^{-3} \text{ T/s}$. Calcolare a) la f.e.m. indotta nella bobina; b) la potenza dissipata nella bobina quando i suoi estremi vengono collegati tra loro.
(resistività del rame $\rho_{\text{Cu}} = 1.7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$)

Appelli

Soluzioni:

- 1) a) $m_2 a = T - m_2 g$
b) $F = (m_1 + m_2) \cdot (a + g)$, in direzione verticale verso il basso
- 2) a) $F = m \cdot (v^2/r)$ e il momento di inerzia $I = m \cdot r^2$
b) il momento torcente che applica il bastoncino sarà l'opposto di quello che esercita l'aria sulla palla, cioè $\tau = 0.09 \cdot r$; la potenza impiegata sarà data da $P = 0.09 \cdot v = \tau \cdot \omega$, dove la velocità angolare $\omega = v/r$
- 3) a) la pressione relativa sarà data da $P = \rho \cdot g \cdot h = 10^3 \cdot 9.8 \cdot 40$
b) la portata è $Q = 10 \text{ litri} \cdot 10^{-3} \text{ (m}^3/\text{litro)} / (5 \text{ min} \cdot 60 \text{ s/min}) \text{ s} = A \cdot v = \pi \cdot (d/2) \cdot v$ dove d è il diametro del rubinetto e v la velocità di efflusso dell'acqua. Ogni secondo è alzata di $h = 40 \text{ m}$ una massa d'acqua $Q \cdot \rho$, dove $\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$ è la densità dell'acqua con un incremento di energia potenziale $PE = Q \cdot \rho \cdot g \cdot h$. Tale massa ha anche un'energia cinetica $KE = Q \cdot \rho \cdot v^2/2$. Quindi la potenza impiegata è pari al valore di $PE + KE$.
- 4) a) $T_L = (300 + 273.15) \text{ K}$. Il rendimento di Carnot $\eta = 1 - T_L/T_H$, da cui si calcola T_H .
b) Il lavoro sviluppato per ciclo è data da $W = \text{potenza} \cdot (\text{tempo/ciclo})$; inoltre $\eta = W/Q_H$, da cui si calcola Q_H .
- 5) a) $\varepsilon = I \cdot (r + R)$, dove ε è la f.e.m., r la resistenza interna e R quella del motorino. $\varepsilon - I \cdot r$ è la d.d.p. ai morsetti della batteria = 9 V , da cui si può calcolare r .
b) $R = 9 \text{ V} / 60 \text{ A}$. La potenza erogata dalla batteria $P_B = \varepsilon \cdot I$, e la potenza dissipata internamente alla batteria $P_r = r \cdot I^2$.
- 6) a) $\varepsilon = -N \cdot A \cdot \cos(\theta) \cdot (\Delta B / \Delta t)$, dove N è il numero di spire, A l'area di una spira, θ l'angolo che la normale alla spira forma con il campo magnetico (in questo caso vale 0) e $\Delta B / \Delta t$ è la velocità con cui B cambia nel tempo.
b) la resistenza del filo è data da $R = \rho_{Cu} \cdot l / S$, dove $l = N \cdot 2\pi(d_1/2) / \pi(d_2/2)^2$ e la potenza dissipata dalla bobina sarà data da $P = \varepsilon \cdot (\varepsilon / R)$

- 1) Un'automobile, di massa $m = 1500$ kg, percorre per 3 km in salita una strada che ha una pendenza del 5% mantenendo una velocità di 72 km/h. Assumendo che la forza di attrito complessiva sia $F_r = 500$ N, calcolare a) il valore della forza esercitata dalle ruote sul terreno; b) la potenza totale fornita dal motore e la parte di essa che incrementa l'energia potenziale gravitazionale.
- 2) Un proiettile, di massa $m_1 = 2$ g, attraversa un blocco, di massa $m_2 = 1.5$ kg e spessore $d = 2$ cm, inizialmente fermo e posto su un piano orizzontale. Dopo l'urto il blocco acquisisce una velocità di 0.5 m/s. a) Trascurando la perdita di massa del blocco dovuto al passaggio del proiettile, che perde il 10% della sua velocità, calcolare la velocità del proiettile prima dell'urto. b) Determinare il valore della forza media esercitata dal blocco sul proiettile.
- 3) Calcolare a) il valore di pressione relativa esercitata dall'acqua sulla base di un grosso recipiente cilindrico di sezione $A = 10$ m² e altezza $h = 5$ m; b) la velocità di efflusso dell'acqua da un foro di diametro $d = 2$ mm praticato ad una profondità di 4 m dal pelo dell'acqua.
- 4) Ad una quantità di $2 \cdot 10^{-3}$ moli di gas viene fornita una quantità di calore $Q = 20.9$ J mentre il suo volume cambia da 500 cm³ a 1000 cm³ e la pressione rimane costante a 10^4 Pa. a) Calcolare di quanto cambia l'energia interna del gas. b) Assumendo che sia valida l'equazione di stato del gas perfetto determinare il valore del calore specifico molare a pressione costante.
- 5) Il campo elettrico fra le armature di un condensatore a facce piane e parallele separate di $d = 2$ mm di strato di carta ($\epsilon_r = 3$) è $E = 9 \cdot 10^4$ V/m e la carica $Q = 50$ μ C. Determinare a) il valore della capacità del condensatore; b) l'area delle armature e la densità di energia elettrostatica presente tra le armature.
($\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}$ unità SI)
- 6) Un induttore cilindrico di lunghezza $l = 30$ cm è costituito da 3000 spire di diametro $d = 2.5$ cm. Calcolare a) la sua induttanza supponendo che il suo nucleo sia di ferro ($\mu_r = 100$); b) il valore dell'energia magnetica immagazzinata dall'induttore supponendo che le spire siano percorse da una corrente $I = 2$ A.
($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ unità SI)

- 1) a) $F = mg \cdot \sin(\theta) + F_r$, dove $\sin(\theta) = h/L = 0.05$
b) $P = (mg \cdot \sin(\theta) + F_r) \cdot v$, il cui primo termine riguarda l'incremento di energia potenziale gravitazionale.
- 2) a) L'urto è anelastico; si conserva quindi solo la quantità di moto del sistema:
 $m_1 v_1 = m_1(1-0.1)v_1 + m_2 v_2$, dove m_2 e v_2 si riferiscono al blocco
b) la velocità media del proiettile mentre attraversa il blocco è $v_{1m} = (v_1 + 0.9v_1)/2$ e il tempo per attraversarlo quindi $\Delta t = d/v_{1m}$; la forza media che il blocco esercita sul proiettile è quindi dato da $F_m = \Delta p / \Delta t = (p_f - p_i) / \Delta t = (m_1 v_1 0.9 - m_1 v_1) / \Delta t = -m_1 v_1 0.1 / \Delta t$.
- 3) a) la pressione relativa sarà data da $P = \rho \cdot g \cdot h = 10^3 \cdot 9.8 \cdot 5$
b) l'equazione di Bernouilli $P_1 + \rho v_1^2 / 2 + \rho g h_1 = P_2 + \rho v_2^2 / 2 + \rho g h_2$, dove 1 si riferisce alla superficie libera dell'acqua e 2 all'acqua che esce dal foro, si semplifica in $\rho g h_1 = \rho v_2^2 / 2 + \rho g h_2$ poichè P_1 e P_2 sono uguali alla pressione atmosferica e che v_1 è trascurabile rispetto a v_2 essendo A molto più grande della sezione del foro.
- 4) a) $\Delta U = Q - W$, dove $W = P \cdot \Delta V$.
b) $Q = n C_p \Delta T$, dove n è il numero di moli, C_p il calore specifico molare a pressione costante e $\Delta T = P \cdot \Delta V / nR$ per la legge di stato del gas perfetto.
- 5) a) la d.d.p. ai capi del condensatore sarà $V = E \cdot d$, dove E è il campo elettrico. Quindi $C = Q/V$.
b) $C = \epsilon_0 \epsilon_r A / d$; e la densità di energia immagazzinata: $u_{es} = \epsilon_0 \epsilon_r E^2 / 2$
- 6) a) $L = \Phi B / I = N \cdot \pi (d/2)^2 \cdot B / I$, dove N è il numero delle spire e $B = \mu_0 \mu_r (N/I) I$.
b) $U_m = LI^2 / 2$.

Cinematica

CAPITOLO 2 ($t_0 = 0 \Rightarrow \Delta t = t$)

Moto uniforme

$$\begin{aligned} v & \text{ cost} \\ \Delta v & = 0 \\ v_0 & = v \\ a & = 0 \\ v & = \frac{\Delta x}{t} \\ \langle v \rangle & = \frac{\Delta x_{tot}}{t_{tot}} \end{aligned}$$

Moto uniformemente accelerato

$$\begin{aligned} a & \text{ cost} \\ a & = \frac{\Delta v}{t} = \frac{v - v_0}{t} \\ \Delta x & = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \\ v^2 & = v_0^2 + 2a\Delta x \end{aligned}$$

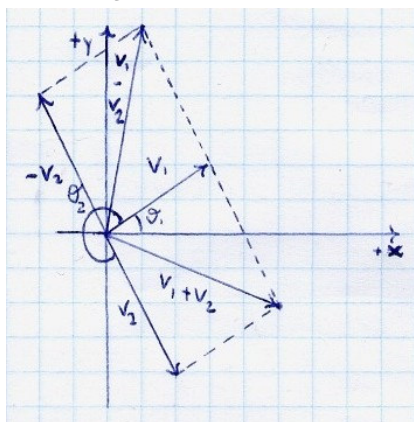
Moto uniformemente accelerato verso il centro di gravità terrestre

$$\begin{aligned} a & \text{ cost} = g = 9,8 \text{ m/s}^2 \\ a & = g = \frac{\Delta v}{t} = \frac{v - v_0}{t} \\ \Delta x & = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2 \\ v^2 & = v_0^2 + 2g\Delta x \end{aligned}$$

Nozioni da sapere per risolvere gli esercizi di questo capitolo:

- $\langle a \rangle = \frac{\Delta v_{tot}}{t}$ (in un moto non uniformemente accelerato)
- $1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h}$ $1 \text{ km/h} = \frac{1}{3,6} \text{ m/s}$
- Differenza tra distanza (d) e spostamento (Δx):** es. se un corridore compie un giro ritornando nella posizione iniziale. $d = 1$ giro, $\Delta x = 0$ poiché ritorna nella posizione iniziale.

CAPITOLO 3



Scomposizione di vettori nelle loro componenti:

$$\begin{aligned} v_1 & = v_{x1}i + v_{y1}j & v_2 & = v_{x2}i + v_{y2}j \\ v_{x1} & = v_1 \cos \vartheta_1 & v_{x2} & = v_2 \cos \vartheta_2 \\ v_{y1} & = v_1 \sin \vartheta_1 & v_{y2} & = v_2 \sin \vartheta_2 \\ -v_2 & = -v_{x2}i - v_{y2}j \end{aligned}$$

Somma/differenza di vettori:

$$v_{(1\pm 2)} = v_1 \pm v_2 = (v_{x1} \pm v_{x2})i + (v_{y1} \pm v_{y2})j \quad |v_{(1\pm 2)}| = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$$

Moltiplicazione di scalare (c) per vettore (\vec{v}):

$$c\vec{v} = cv_x i + cv_y j \quad |c\vec{v}| = |c| \cdot |\vec{v}|$$

Moto di un proiettile ($t_0 = 0 \Rightarrow \Delta t = t$)

Componente orizzontale di v (v_x)

$$\begin{aligned} v_x & \text{ cost} \\ \Delta v_x & = 0 \\ v_{0x} & = v_x \\ a_x & = 0 \\ v_x & = \frac{\Delta x}{t} \end{aligned}$$

Componente verticale di v (v_y)

$$\begin{aligned} a_y & \text{ cost} \\ a_y & = \frac{\Delta v_y}{t} = \frac{v_y - v_{0y}}{t} \\ \Delta y & = v_{0y} t + \frac{1}{2} a_y t^2 \\ v_y^2 & = v_{0y}^2 + 2a\Delta y \end{aligned}$$

Traiettoria di un proiettile ($t_0 = 0 \Rightarrow \Delta t = t$)

Componente orizzontale di v_0

$$\begin{aligned} (v_{0x} & = v_0 \cos \vartheta_0) \\ v_{0x} & \text{ cost} \\ \Delta v_x & = 0 \\ v_{0x} & = v_x \\ a_x & = 0 \\ v_{0x} & = \frac{\Delta x}{t} \end{aligned}$$

Componente verticale di v_0 ($v_{0y} = v_0 \sin \vartheta_0$; y + verso l'alto, quindi a sarà $= -g$ visto che g agisce verso il basso)

$$\begin{aligned} a_y & \text{ cost} = -g \\ a_y & = -g = \frac{\Delta v_y}{t} = \frac{v_y - v_{0y}}{t} \\ \Delta y & = 0 = v_{0y} t - \frac{1}{2} g t^2 \\ v_y^2 & = v_{0y}^2 - 2g\Delta y = v_{0y}^2 \end{aligned}$$

Gittata:

$$\Delta x = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\vartheta_{0/1}}{g}$$

Gittata max:

$$\Delta x_{\max} = \frac{v_0^2}{g}$$

Formula inversa (fi) Abbiamo gittata max per ottenere gli angoli ϑ_0 e ϑ_1 : quando $\sin 2\vartheta_0$ assume il suo valore max ossia 1.

$$\vartheta_0 = \frac{1}{2} \arcsen\left(\frac{g\Delta x}{v_0^2}\right)$$

$$\vartheta_1 = 90 - \vartheta_0$$

Dinamica

CAPITOLO 4

1ª legge: se $\sum \vec{F}_i = 0$ allora il corpo rimane fermo o in moto rettilineo uniforme.

2ª legge: $\sum \vec{F}_i = \vec{R} = m\vec{a}$ [1 N = 1 kg · 1 m/s²]

3ª legge (azione e reazione): $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$ ogni qualvolta che un oggetto esercita un su un 2º oggetto il 2º esercita una forza uguale e contraria.

Forza di gravità: $\vec{F}_g = m\vec{g}$

Forza normale (\vec{F}_N): forza normale (\perp) alla superficie di contatto che bilancia \vec{g} .

Forza di attrito dinamico: $\vec{F}_{fr} = u_k \cdot \vec{F}_N$

Forza di attrito statico: $\vec{F}_{fr} \leq u_s \cdot \vec{F}_N$

CAPITOLO 5

Moto circolare uniforme:

T [sec/ciclo]

$f = \frac{1}{T}$ [cicli/sec]

$\omega = 2\pi \frac{1}{T} = 2\pi f$ [radianti/sec]

$$a_r = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$$

$$F_c = ma_r = m \frac{v^2}{r} = m\omega^2 r \text{ (diretta verso il centro)}$$

Moto circolare non uniforme:

$$v = r\omega$$

$$a_{\tan} = r\alpha$$

Legge di gravitazione universale: $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ r è la distanza tra i due corpi

Nozioni da sapere per risolvere gli esercizi di questo capitolo:

- **Satellite geostazionario:**

$$F_g = m_s g = G \frac{m_s m_e}{r^2} \quad (\text{Forza di gravità}) \quad g = G \frac{m_e}{r^2} = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r \quad \omega = \frac{2\pi}{(24 \cdot 3600)} \quad v_s = \omega r$$

FISICA — anno accademico 2003/2004

Appunti e formule in prep. alla PRIMA PROVA IN ITINERE

CAPITOLO 6

Lavoro: $W = F \cos \vartheta \cdot \Delta x$ [1 J = 1 N · 1 m] ϑ è l'angolo tra F e Δx

Energia potenziale gravitazionale: $PE_{grav} = mgy$ $W_g = -mg\Delta y$

$$\Delta PE = -W_g = -(-mg\Delta y) \quad \uparrow g$$

Energia potenziale gravitazionale relativa alla legge di gravitazione universale:

$$\Delta PE = -G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Energia cinetica: $KE = \frac{1}{2}mv^2$

Forza elastica: $F_p = k\Delta x$ k è la costante elastica

Energia potenziale elastica: $PE_{elast} = \frac{1}{2}kx^2$

Energia: $E = KE + PE$ $\Delta E = E_f - E_i = (KE_f + PE_f) - (KE_i + PE_i) = 0$

$$KE_f + PE_f = KE_i + PE_i$$

Potenza: $P = F \cdot v$ [1 W = 1 J/1 s]

$$\langle P \rangle = F \cdot \langle v \rangle$$

Nozioni da sapere per risolvere gli esercizi di questo capitolo:

- 1 hp = 746 W

- Velocità di fuga di un corpo dalla sup. terrestre: $v_f = \sqrt{2G \frac{mm_e}{r_e^2} \cdot \frac{1}{m}} = \sqrt{2G \frac{m_e}{r_e^2}}$

- Energia persa sotto forma di en. termica in presenza di attrito: $F_{fr} d = \Delta E = E_i - E_f$

CAPITOLO 7

Quantità di moto: $\vec{p} = m\vec{v}$ [1 N · s = 1 kg · 1 m/s]

2ª legge della dinamica in termini di quantità di moto: $\sum \vec{F}_i = \vec{R} = m\vec{a} = m \frac{\vec{\Delta v}}{\Delta t} = \frac{\vec{\Delta p}}{\Delta t}$

Legge di conservazione della quantità di moto: la \vec{p}_{tot} di un sistema di corpi isolato (cioè quando la forza risultante esterna è $\sum \vec{F}_i = 0$) rimane costante. $\Delta p_{tot} = 0 \Rightarrow p_{f_{tot}} = p_{i_{tot}}$

Impulso: $\vec{F} \cdot \Delta t = \Delta p$ del corpo

Conservazione dell'energia cinetica negli urti elastici (se l'unico tipo di trasformazione energetica riguarda KE): $\Delta KE_{tot} = 0 \Rightarrow KE_{f_{tot}} = KE_{i_{tot}}$

Urto anelastico: urto dove $\Delta KE_{tot} \neq 0$

Urto completamente anelastico: urto in cui i corpi dopo l'urto restano uniti.

$$\Delta E_{mec \text{ persa nell'urto}} = KE_{i_{tot}} - KE_{f_{tot}} \Rightarrow \Delta KE_{tot} \neq 0 \Rightarrow m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v$$

Centro di massa o CM: $\left(\frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2}, \frac{m_1 y_1 + m_2 y_2}{m_1 + m_2} \right)$

Velocità del CM: $F_{fr} d = p_{tot} / m_{tot}$

Nozioni da sapere per risolvere gli esercizi di questo capitolo:

- $\vec{F} = F_{grd} - F_g$ F_{grd} è la forza che la terra esercita su corpo diretto verso il centro di gravità; F_g è la forza gravitazionale del corpo che cade.

CAPITOLO 8

\vec{v} di un punto di un corpo rigido rotante: $v = \frac{\Delta l}{\Delta t} = r \frac{\Delta \vartheta}{\Delta t} = r\omega$

\vec{a} di un corpo rigido rotante: $\vec{a} = \vec{a}_R + \vec{a}_{\tan}$ $\vec{a}_{\tan} = r\alpha$ $\vec{a}_R = \omega^2 r$

Moto rotatorio uniformemente accelerato

$\omega = \frac{\Delta \vartheta}{\Delta t} = 2\pi f = 2\pi \frac{1}{T}$ (velocità angolare)

$\alpha = \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$ (accelerazione angolare)

$\vartheta = \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2$

$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha \vartheta$

$\bar{\omega} = \frac{\omega - \omega_0}{2}$ (velocità angolare media)

Momento torcente: $\vec{\tau} = \vec{r} \cdot \vec{F} = r \cdot F \cdot \sin \vartheta$ ϑ è l'angolo tra r e F [1 m · 1 N]
 r è distanza dell'asse di rotazione dalla retta d'azione della forza o semplicemente braccio della forza

2ª legge della dinamica rotazionale: $\sum \tau = I\alpha$

Momento d'inerzia o inerzia rotazionale (che dipende non solo dalla massa ma anche da come la massa è distribuita attorno all'asse di rotazione): $I = mr^2$ [1 kg · 1 m²]

Energia cinetica rotazionale: $KE = \frac{1}{2} I \omega^2$

Energia cinetica di un corpo che ruota (intorno ad un asse che non varia la sua direzione)

e trasla contemporaneamente: $KE = \frac{1}{2} M v_{cm}^2 + \frac{1}{2} I_{cm} \omega^2$

Momento angolare (analogo rotazionale della quantità di moto): $L = I\omega$

2a legge della dinamica rotazionale in termini di momento angolare: $\sum \tau = \frac{\Delta L}{\Delta t}$

Legge di conservazione del momento angolare: $\sum \tau = 0 \Rightarrow \Delta L = 0 \Rightarrow L \text{ cost}$

CAPITOLO 9

Equilibrio statico: $\sum \vec{F}_i = m\vec{a} = 0 \quad \sum \tau = \frac{\Delta L}{\Delta t} = 0$

Equilibrio

- 1) **stabile:** se l'oggetto leggermente spostato ritorna nella sua posizione originale.
(Es: un corpo il cui CG (centro di gravità) si trovi al di sopra del centro di appoggio sarà stabile se una retta verticale condotta verso il basso dal Cg cade entro la base d'appoggio).
- 2) **instabile:** se si sposta ancora più lontano dalla sua posizione originale.
- 3) **indifferente:** se rimane nella sua nuova posizione.

Elasticità

Legge di Hooke: $F = k \cdot \Delta L$

Sforzo: $\text{sforzo} = \frac{F}{A}$ A è l'area

Deformazione: $\text{deformazione} = \frac{\Delta L}{L_o}$ L_o è la lunghezza originale

Modulo elastico o di Young: $\text{deformazione} \propto \text{sforzo} \Rightarrow \frac{\Delta L}{L_o} = \frac{1}{E} \frac{F}{A}$
 E è una costante nota come il modulo di Young

Modulo di taglio: $\frac{\Delta L}{L_o} = \frac{1}{G} \frac{F}{A}$ A è l'area della superficie parallela alla forza applicata
 L_o o spessore dell'oggetto è perpendicolare a ΔL

Modulo di compressione: $\frac{\Delta V}{V_o} = \frac{1}{B} \Delta p$ Δp è l'aumento di pressione
 ΔV è la variazione di volume
 V_o è il volume originario
 B è il modulo di compressione