a.a. 2017-2018

Quesiti (peso di ogni quesito: ~2)

Q1_01/02/2019

Qual è la definizione di P e la sua unità di misura ? Scegliere i valori dei coefficienti *l,m,n* nella relazione $M^l L^m T^n$ per ottenere l'espressione dimensionale della P.

A e C: P=densità volumetrica di energia **M^1 L^{-1} T^{-2}** **B e D:** P=tensione superficiale **M^1 L^0 T^{-2}**

Q2_01/02/2019

Qual è la definizione di P e la sua unità di misura ? Scegliere i valori dei coefficienti *l,m,n* nella relazione $M^l L^m T^n$ per ottenere l'espressione dimensionale della P.

A e D: P=impulso = F ΔT => **M^1 L^1 T^{-1}** **B e C:** P=calore specifico **M^0 L^2 T^{-2} K^{-1}**

Q3_01/02/2019

Qual è la forza (modulo, direzione e verso) che agisce su una sfera di piccole dimensioni su cui è contenuta la carica q_0=1nC in moto con velocità $\vec{v}$ in presenza di un campo magnetico $\vec{B}$?

A: $\vec{v} = 10^3\ km/h\ \hat{y}$ e $\vec{B} = 2\ mT\ \hat{x}$ $\vec{F} = -0.55 \cdot 10^{-9}\ N\ \hat{z}$ **B:** $\vec{v} = 10^5\ m/h\ \hat{y}$ e $\vec{B} = -0.2\ T\ \hat{x}$ $\vec{F} = 0.55 \cdot 10^{-8}\ N\ \hat{z}$

C: $\vec{v} = -10^3\ m/s\ \hat{y}$ e $\vec{B} = 5\ \mu T\ \hat{x}$ $\vec{F} = 5 \cdot 10^{-12}\ N\ \hat{z}$ **D:** $\vec{v} = 10^5\ km/h\ \hat{x}$ e $\vec{B} = -10^{-3}\ T\ \hat{z}$ $\vec{F} = 0.278 \cdot 10^{-7}\ N\ \hat{y}$

Q4_01/02/2019

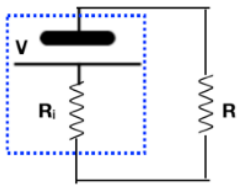
Qual è la forza (modulo, direzione e verso) che agisce su una sfera di piccole dimensioni su cui è contenuta la carica q_0=-1pC in moto con velocità $\vec{v}$ in presenza di un campo elettrico $\vec{E}$?

A: $\vec{v} = 10^3\ km/h\ \hat{y}$ e $\vec{E} = 5\ mV/m\ \hat{x}$ $\vec{F} = -5 \cdot 10^{-15}\ N\ \hat{x}$ **B:** $\vec{v} = 10^5\ m/h\ \hat{y}$ e $\vec{E} = 15\ MV/m\ \hat{x}$ $\vec{F} = -1.5 \cdot 10^{-5}\ N\ \hat{x}$

C: $\vec{v} = 3 \times 10^3\ m/s\ \hat{y}$ e $\vec{E} = 5 \times 10^{-3}\ V/m\ \hat{y}$ $\vec{F} = -5 \cdot 10^{-15}\ N\ \hat{y}$ **D:** $\vec{v} = 10^5\ km/h\ \hat{x}$ e $\vec{E} = -10^3\ V/m\ \hat{x}$ $\vec{F} = 10^{-9}\ N\ \hat{x}$

Q5_01/02/2019

Si consideri un generatore di f.e.m. V e di resistenza interna R_i, collegato in serie a un resistore ohmico di resistenza R (in figura il circuito equivalente). Stimare in funzione delle grandezze coinvolte:



A, C: Il rapporto *f* tra la potenza dissipata sul resistore e quella erogata;

B, D: l'energia complessivamente dissipata sul resistore se il generatore si esaurisce dopo un tempo T;

i = V/(R+r), P_e = VI = V^2/(R+r), P_J=V^2R/(R+r)^2, **E_J = TV^2R/(R+r)^2 , f = R/(R+r)**

Q6_01/02/2019

Un fluido ideale scorre in un condotto orizzontale a sezione circolare il cui raggio, nel tratto che va da A a B si riduce con regolarità di 100μm per ogni metro. Se la distanza tra A e B è L, chiamate vA e vB le velocità del fluido in corrispondenza delle sezioni A e B, si calcoli:

A: vA, noto che vB=10m/s, L=1km, rA= 20cm. **B:** vB, noto che vA=20m/s, L=200m, rA=40cm.

C: vA, noto che vB=20m/s, L=500m, rB= 20cm. **D:** vB, noto che vA=40m/s, L=1km, rB=10cm.

rB = rA - 100μm/m x L(m) = 0.2 - 0.1 = 0.1 m; **vA =** 10 x (0.1/0.2)^2 = **1.25 m/s (A)**, 0.4 - 0.02 = 0.38 m; **vB =** 20 x (0.4/0.38)^2 **= 22.2 m/s (B)**, rA=0.2 + 0.05 = 0.25 m; **vA =** 20 x (0.2/0.25)^2 **= 12.8 m/s** (C), rA = 0.1 + 0.1 = 0.2 m; **vB =** 40 x (0.2/0.1)^2 **= 160 m/s (D)**

Q7_01/02/2019

In un contenitore una quantità di gas perfetto biatomico, corrispondente alla massa M e al numero di moli n, assorbe la quantità di calore Q=500 J in un processo che corrisponde a una trasformazione termodinamica H; determinare la variazione di temperatura del gas, sapendo che:

A: H è isobara, n=2, ΔT=500/(2x(7R)/2)=**8.6°C**, **B:** H è isocora, n=10 ΔT=500/(10x(5R)/2)=**2.4°C**,

C: H è isobara, n=10, ΔT=500/(10x(7R)/2)=**1.7°C** **D:** H è isocora, n=2 ΔT=500/(2x(5R)/2)=**12.0°C.**

Infatti, ΔT=Q/(nc_V) per isocore, ΔT=Q/(nc_p) per isobare, c_V=5/2R, c_p=7/2R

Q8_01/02/2019

Calcolare la distanza percorsa in un tempo T da una particella relativistica caratterizzata da v=βc:

A: T=10ns, β=0.8; **B:** T=1s, β=10^{-3}; **C:** T=0.1μs, β=0.99; **D:** T=3ns, β=0.1.

3x10^8xβxT= **2.4m (A), 300000 m (B), 2.97 km (C), 9 cm (D)**

Domande (peso di ogni domanda: 4)

D1_01/02/2019

A, D) Si enunci il primo principio della termodinamica, si definiscano le grandezze che intervengono e le convenzioni sul loro segno.

B, C) Si enunci e si illustri con uno schema la legge di Biot-Savart.

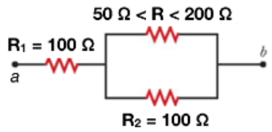
D2_01/02/2019

A, C) Discutere i fenomeni (e le leggi che li descrivono) della riflessione e della rifrazione all'interfaccia piana tra due materiali di natura differente per due fasci di luce monocromatica ma di colore diverso. Definire le grandezze rilevanti e illustrare con uno schema le varie situazioni fisiche che si possono verificare.

B, D) Si discuta l'equazione dei punti coniugati di una lente sottile convergente, definendo tutte le grandezze che intervengono e le convenzioni sui loro segni. Quale fenomeno fisico fondamentale è alla base del comportamento della lente ?

D3_01/02/2019

A, D) Considerato un circuito composto da un generatore di tensione continua collegato in serie al sistema di resistenze in figura, si scelga il valore della resistenza R tra i limiti indicati che minimizzi la potenza dissipata sulla resistenza R_1.



La potenza dissipata su R_1 sarà (R_1I^2) minima quando è minima la corrente che la attraversa. Questa corrente è determinata dal generatore e dalla resistenza equivalente tra a e b, cioè $I=V/R_{eq}$ quindi è minima quando R_{eq} è massima. La resistenza eq. è $R_{eq}= R_1+RR_2/(R+R_2)$, che è massima quando R_2 è massima, ossia uguale a **200 Ω.**

B, C) Un contenitore ermetico del volume di 0.3 m^3 contiene 2 moli di elio (gas monoatomico che spossiamo approssimare con un gas perfetto) alla temperatura di 20 ^{0}C. Si calcoli l'energia cinetica traslazione totale delle molecole di gas. Qual è l'energia cinetica media di una molecola ?

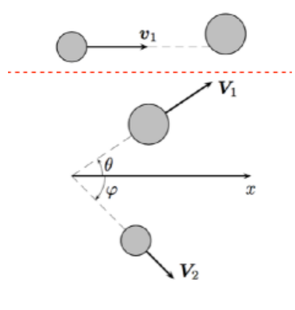
D4_01/02/2019

A, C) Si enunci la legge di Ohm e se ne discuta quantitativamente l'applicazione con un esempio.

B, D) Si definisca la lunghezza d'onda λ_0 di un campo elettromagnetico che descrive della radiazione che si propaga nel vuoto. Se la stessa radiazione si propagasse in un mezzo a indice di rifrazione n, la sua velocità sarebbe v=c/n, si stimi la lunghezza d'onda λ della radiazione nel mezzo.

Problemi (peso di ogni problema: ~5)

P1_01/02/2019 (5)



Si consideri l'urto di due biglie (denominate 1 e 2), una delle quali inizialmente ferma. In figura sono rappresentate, in alto, le biglie prima dell'urto, e in basso dopo l'urto. Il versore x è parallelo alla direzione della velocità iniziale della biglia 1. Denominate $\overrightarrow{v_1}$, $\overrightarrow{V_1}$ e $\overrightarrow{V_2}$ le velocità (iniziale della biglia 1 e finali delle biglie 1 e 2) si determini:

A, C: il modulo delle velocità finali $\overrightarrow{V_1}$ e $\overrightarrow{V_2}$ e l'angolo θ sapendo che il modulo di $|\overrightarrow{v_1}|$ =2m/s, ϕ=-30^0 e le masse della biglie sono $m_1 = m_2 = 0.1$ Kg.

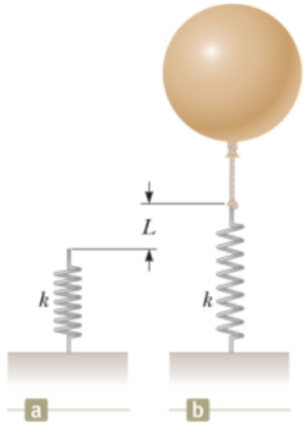
B, D: il modulo delle velocità finali $\overrightarrow{V_1}$ e $\overrightarrow{V_2}$ e l'angolo ϕ sapendo che il modulo di $|\overrightarrow{v_1}|$ =5m/s, θ=45^0 e le masse della biglie sono $m_1 = m_2 = 0.2$ Kg.

$$\boxed{\begin{cases} m_1 v_1 = m_1 V_1 \cos\theta + m_2 V_2 \cos\varphi \\ 0 = m_1 V_1 \operatorname{sen}\theta + m_2 V_2 \operatorname{sen}\varphi \\ \frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} m_1 V_1^2 + \frac{1}{2} m_2 V_2^2 \,. \end{cases}}$$

Dalla conservazione della quantità di moto e dell'energia cinetica si ha il sistema di 3 equazioni e 4 incognite (nel caso che siano note solo le condizioni prima dell'urto: m_1, m_2 e v_1). Tuttavia nel problema è fornito in ognuno dei casi almeno uno degli angoli dopo l'urto, quindi le altre 3 variabili sono calcolabili risolvendo il sistema.

dalla 2) (A,C) V2= - V1 sinθ / sinϕ = 2 V1 sinθ, oppure

dalla 2) (B,D) V2= sqrt(2) V1 sinθ
dalla 3) v1^2 = V1^2 +V2^2 => θ - ϕ = π/2 => **θ = ϕ + π/2 = 60⁰ (A, C), 45⁰ (B, D),** e sostituendo nella precedente V2= sqrt(3) V1 (A,C) oppure V2= sqrt(2) V1 (B,D)
A,C) sostituendo nella 1 si ha v1= V1 /2 + 3 V1 / 2, il che consente di calcolare **V1=v1 /2 = 1 m/s, V2 = 1.41 m/s;**
B,D) sostituendo nella 1 si ha v1= V1 sqrt(2)/2 + V1 sqrt(2)/2, il che consente di calcolare **V1= V2 = v1/sqrt(2) = 3.54 m/s**



P2_01/02/2019 (5)

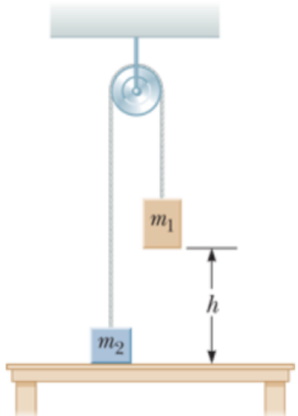
Una molla leggera di costante elastica *k* è fissata verticalmente ad un piano come illustrato in figura. Un palloncino di 2 g è riempito di elio (densità ρ(He)=0.18 kg/m³) per un volume *V* ed è collegato alla molla che all'equilibrio risulta allungata, rispetto alla sua lunghezza a riposo, della quantità *L.*

A, D: Determinare *L* sapendo che $k\ = 90\ N/m, V = 5\ m^3$

B, C: Determinare *V* sapendo che $k\ = 110\ N/m, L = 45\ cm$

Il palloncino e' sofferto alla forza peso dell'elio, alla forza peso della gomma, alla forza di galleggiamento e alla forza elastica. Tutte dirette verticalmente, orientato l'asse y verso l'alto si ha:

$F_{risultante} = 0 = -kL - (\rho_{He}V + m_{gomma})g + \rho_{Aria}Vg \simeq -kL + (\rho_{Aria} - \rho_{He})Vg$, da cui si deduce che **L = (1.29 - 0.18)x5x9.8/90 = 60.4 cm (A,D), V = 4.55 m³ (B,C)**



P3_01/02/2019 (5)

Due masse m_1 e m_2 (con $m_1>m_2$) sono collegate da una fune leggera che scorre senza attrito su una carrucola di massa trascurabile come indicato in figura. La massa m_1 è lasciata libera di cadere da ferma da un'altezza *h* rispetto al piano. Calcolare la velocità del blocchetto 2 nell'istante in cui il blocchetto 1 tocca il piano e la sua energia meccanica.

A, C: Calcolare inoltre quale è la massima altezza rispetto al piano raggiunta dal blocchetto 2, sapendo che $m_1 = 15$ *kg,* $m_2 = 5$ *kg,* *h=1 m.*

B, D: Calcolare inoltre quanto tempo impiega il blocchetto 1 a raggiungere il piano, sapendo che $m_1 = 5$ *kg,* $m_2 = 3$ *kg,* *h=4 m.*

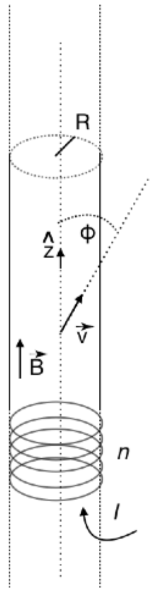
Dal momento che $m_1>m_2$ il sistema delle due masse si muove, scivolando verso destra (m1 scivola verso il piano). Dal momento che la fune non è elastica, le due masse su muovono istante per istante alla stessa velocità e accelerazione.

Considerazioni energetiche: l'energia iniziale del sistema è Ei = m_1 g h , l'energia finale (nell'istate in cui il blocchetto 1 tocca il piano) Ef = 0.5 m_1 v^2 +0.5 m_2 v^2 + m_2 g h. Per la conservazione dell'energia meccanica Ei = Ef => v = $\sqrt{\dfrac{2gh(m_1 - m_2)}{m_1 + m_2}}$ = **3.13 m/s (A,C), 4.43 m/s (B,D).**

A questo punto il blocchetto 2 ha la velocità v diretta verso l'alto e continuerà a salire per un ulteriore tratto Δh con accelerazione g diretta verso il basso, fino a che la sua velocità non avrà modulo nullo; quindi Δh=vT -0.5 gT² e T si ricava da v(alla massima altezza)=0=v-gT. => massima quota = **h+Δh=**h+0.5v²/g **= 1.5 m (A,C).**

Il tempo t necessario al blocchetto 1 per raggiungere il piano è quello necessario a percorrere la distanza h in un moto uniformemente accelerato con velocità iniziale nulla e accelerazione pari al valore $a = \dfrac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}g$, infatti scrivendo la seconda eq. della dinamica per il blocchetto 1 e per il blocchetto 2 si ha: $T - m_1g = -m_1a$ e $T - m_2g = m_2a$.

Quindi **t =** $\sqrt{\dfrac{2h(m_1 + m_2)}{g(m_2 - m_1)}}$ **=1.8 s (B,D)**



P4_01/02/2019 (5)

All'interno di un solenoide di lunghezza molto grande rispetto al suo raggio c'è un campo magnetico uniforme parallelo all'asse del solenoide $\vec{B}$. In un punto dell'asse è introdotto un protone di energia cinetica $E_k = 100\ keV$ la cui velocità forma un angolo ϕ con la direzione del campo magnetico. Si descriva quantitativamente il moto del protone, tenendo conto che:

A, D: $|\vec{B}| = 1\ T, \phi = 30°$

B, C: $|\vec{B}| = 0.1\ T, \phi = 45°$

Se si suppone che la corrente elettrica che scorre nel filamento del solenoide sia di intensità $I = 10\ A$, qual è il numero di spire per unità di lunghezza (*n*) che produrrebbe il campo magnetico considerato ?

$E_k = 100\ keV$ << mc^2 ~ 1 GeV, quindi è valida l'espressione non relativistica dell'energia cinetica $E_K=0.5\ mv^2$

quindi la velocità del protone è v =

$$\sqrt{2E_k/m_p} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^5 eV \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} J/eV}{1.67 \cdot 10^{-27} kg}} \simeq \sqrt{20 \cdot 10^{12}} = 4.5 \cdot 10^6\ m/s,\ \ \beta = v/c = 1.5 \cdot 10^{-2} << 1$$

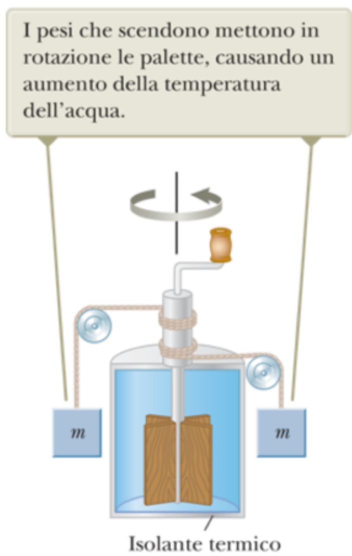
Sul protone agirà la forza di Lorentz, a cui contribuisce solo la componente della velocità perpendicolare al campo magnetico-> $|\vec{F}_L| = |q_p \vec{v} \times \vec{B}| = |e|\, v \sin\phi\ B$

La forza di Lorentz è sempre perpendicolare a B e alla velocità quindi determina un moto circolare uniforme nel piano perpendicolare a z con velocità uniforme v_T=4.5x sin ϕ x10^6 m/s e accelerazione centripeta $v_T^2/R = |F_L|/m_p$ pertanto **R =** $m_p v_T^2/|F_L| = mv_T/qB$ = **2.35 cm (A, D), 33.2 cm (B, C).** Nella direzione z il moto del protone sarà rettilineo uniforme con velocità v_L= v cos ϕ. La traiettoria sarà quindi elicoidale con passo **p =** $v_L T = v_L (2\pi R)/v_T = 2\pi R/\text{tg}\,\phi$ = **25 cm (A, D), 2.08 m (B, C).**

P5_01/02/2019 (5)

A, C: In un recipiente isolato si aggiungono 250 g di ghiaccio a 0 ⁰C a 600 g di acqua a 18 ⁰C. Determinare la temperatura finale del sistema e la massa di ghiaccio residua quando il sistema raggiunge l'equilibrio.

Il sistema acqua ghiaccio di porterà au una temperatura comune (compresa tra 0 e 18⁰C) scambiando calore. Se l'acqua assorbirà calore $Q=mC_p\Delta T$ fino a arrivare alla temperatura di 0⁰C, allora il calore complessivamente scambiato sarebbe (m=0.6 kg, C_p= calore specifico di H_2O a pressione costante =4186 J/(kg K), ΔT=18⁰C) pari a Q_1=45200 J. D'altra parte se il ghiaccio si sciogliesse interamente, il calore assorbito sarebbe Q=mλ (m=0.25 kg, λ=calore latente di fusione=333000 J/kg) Q_2=83250 J > Q_1 .Quindi, quando l'acqua raggiunge la temperatura di 0⁰C, cedendo Q=45200 J, non tutto il ghiaccio sarà sciolto, la quantità rimanente sarà **m=0.114 kg** = 0.25 kg - 452000/λ. La temperatura finale del sistema sarà **0⁰C.**



B, D: Considerato l'apparecchio di Joule in figura, si calcoli di quanto aumenta la temperatura dell'acqua per effetto di un abbassamento dei blocchetti per un'altezza di 3 m se il recipiente e' perfettamente isolato, la quantità di aqua è pari a 200 g, le masse sono ciascuna di 2 kg e le forze di attrito (tra funi, carrucole e asse rotante sono trascurabili). Si supponga che l'attrito delle pale del mulinello con l'acqua, che determina il trasferimento di energia all'acqua, determini una velocità di caduta delle masse costante. Perché questa ipotesi è plausibile ?

Le due masse M scendendo per una distanza h, perdendo energia cinetica, E=2Mgh; d'altra parte esse non acquistano energia cinetica (v costante), quindi tutta l'energia potenziale diventa energia rotazionale del mulinello ed è trasferita alla massa m di acqua per attrito aumentandone la temperatura di **T = 0.14 ⁰C** = E/(C_p m) dove C_p= calore specifico di H_2O a pressione costante =4186 J/(kg K).

RICORDA:

$\varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}\ C^2/Nm^2 = 8.85 \cdot 10^{-12}\ F/m$; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\ H/m$
$k = 1/(4\pi\varepsilon_0) = 9 \cdot 10^9\ Nm^2/C^2$
$|e| = 1.6 \cdot 10^{-19}\ C$.
$1eV = 1.6 \cdot 10^{-19}\ J$.
Costante di gravitazione universale $G = 6.67 \cdot 10^{-11}\ Nm^2/kg^2$
Massa dell'elettrone $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31}$ Kg
Massa del protone $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27}$ Kg
Massa della terra $m_T = 5.97 \cdot 10^{24}$ Kg
Raggio medio della terra $R_T = 6.37 \cdot 10^6$ m
1 atm = 1.013×10^5 Pa
Densità volumetrica dell'acqua 1000 Kg/m^3
Densità volumetrica dell'aria 1.29 Kg/m^3
Numero di Avogadro $N_A = 6.022 \times 10^{23}\ mol^{-1}$
Costante di gravitazione universale $G = 6.67 \times 10^{-11}\ Nm^2/Kg^2$
Costante universale dei gas R = 8.31 J/(mole K)
Costante di Boltzmann $k_B=R/N_A$
1 cal = 4.18 J
X ^{0}C = (X+273.15) K
Calore latente di evaporazione dell'acqua λ=2272 kJ/kg
Calore latente di fusione del ghiaccio λ = 333 kJ/kg
Calore specifico di H_2O a pressione costante 4186 J/(kg K)
Calore specifico del Fe a pressione costante 460 J/(kg K)
Calore specifico del Pb a pressione costante 128 J/(kg K)

$c = 3 \cdot 10^8$ m/s.