

a.a. 2017-2018

Quesiti (peso di ogni quesito: 2)

Q1_26/06/2018

Una molla che obbedisce alla legge di Hooke viene allungata da una forza esterna. Il lavoro compiuto nell'allungare la molla di 10 cm è 4J. Quanto lavoro è necessario per produrre un ulteriore allungamento di 10 cm ?

4J = 1/2 k x² con x=10 cm; Quando la molla e' allungata di 20 cm la sua energia potenziale sara' 16J = 1/2 k x'² con x' = 20 cm; Quindi il lavoro che e' necessario per allungare la molla da 10 a 20 cm e' E_{p_finale} - E_{p_iniziale} = 12 J.

Q2_26/06/2018

Si discuta la validità di questa affermazione: se su una particella agisce una sola forza essa necessariamente produrrà una variazione dell'energia cinetica.

Le forze centripete, per esempio, modificano lo stato di moto di un corpo, ma non il modulo della velocità, quindi non e' vero che una forza non nulla agente su un corpo ne determini sempre una variazione di energia cinetica.

Q3_26/06/2018

La forza $\vec{F} = (6\hat{x} - 2\hat{y})N$ agisce su una particella che subisce uno spostamento pari a $\Delta\vec{r} = (3\hat{x} + \hat{y})m$. Trovare il lavoro compiuto dalla forza e l'angolo tra la forza e lo spostamento.

$W = \vec{F} \cdot \Delta\vec{r} = 6 \times 3 - 2 \times 1 = 16 J$; l'angolo e' $\arccos[W/(|F| |\Delta r|)] = 36.9^\circ$; oppure si puo' osservare che entrambi i vettori formano con l'asse x un angolo la cui tangente e' 1/3 (positivo o negativo) => $2 \arctan(1/3) = 36.9^\circ$

Q4_26/06/2018

In un fluido ideale al tempo t=0 la pressione nel punto P di coordinate (x,y,z) è pari a 2 atm e nel punto P' di coordinate (x',y',z') è pari a 2.5 atm. Al tempo t=10s, Sotto l'azione di forze esterne la pressione in P diventa 3atm. Quanto varrà la pressione nel punto P' al tempo t=10s ? Per il principio di Pascal, la pressione in P' sara' 3.5 = 2.5 + incremento di pressione osservato in P.

Se il punto P(P') si trova a una distanza d(d') dalla superficie libera del fluido in che relazione sono d e d' (e perché) ?

(a) d > d' (b) d < d' perche' la pressione cresce con la profondita' (Stevino) (c) d=d' (d) d=(2/2.5)d' (e) d=(2.5/2)d' (f) non si può stimare d/d' perche' occorrerebbe conoscere la pressione esterna P₀: d/d' = (P_P - P₀) / (P_{P'} - P₀)

Q5_26/06/2018

Una palla è completamente sommersa; cosa succede alla forza di galleggiamento esercitata su di essa quando la palla è portata a una profondità doppia ? (a) aumenta (b) diminuisce (c) raddoppia (d) dimezza (e) rimane uguale (f) non si può stabilire. La forza di galleggiamento, o forza di Archimede e' uguale a densita' del fluido x volume della palla x g indipendentemente dalla profondità

Q6_26/06/2018

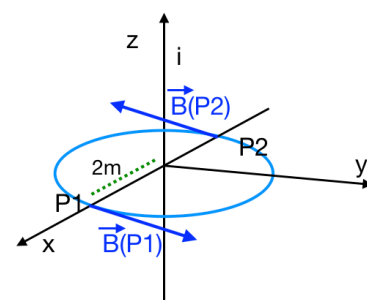
Descrivere qualitativamente il moto di un anti-protone che entra in una regione dello spazio in cui esiste un campo elettrico uniforme $\vec{E} = E_0\hat{x}$ con E₀>0 e con velocità iniziale $\vec{v} = v_0\hat{y}$ con v₀>0 a partire dal punto P0 di coordinate (0,0,0). Che tipo di traiettoria ? E' contenuta in un piano ?

Quale piano ? La forza agente sulla particella e' $\vec{F} = -|e|\vec{E} = -|e|E_0\hat{x}$ costante, quindi determina un moto uniformemente accelerato nella sua direzione (-x) a partire dalla velocità iniziale, in direzione x, che e' 0; la velocità iniziale in direzione y non e' alterata dalla forza; La traiettoria e' una parabola (composizione di moto rettilineo uniformemente accelerato in direzione -x e moto rettilineo uniforme in direzione y); La traiettoria e' contenuta nel piano z=0. Se al tempo t=1s la particella si trova nel punto P1 di coordinate (x,y,z) quali di queste affermazioni sono vere: [si trascuri la forza peso] Si faccia uno schema

- | | | |
|---------|---------|---------|
| a1) x=0 | b1) x>0 | c1) x<0 |
| a2) y=0 | b2) y>0 | c2) y<0 |
| a3) z=0 | b3) z>0 | c3) z<0 |

Q7_26/06/2018

Un filo conduttore infinito è percorso dalla corrente i=1A. Chiamato z l'asse cartesiano che coincide con il filo orientato con verso concorde rispetto alla corrente, si dica quanto vale il campo magnetico (modulo direzione e verso, oppure



componenti x,y,z) nel punto P1 di coordinate cartesiane (2.,0.,0.) e nel punto P2 di coordinate cartesiane (-2.,0,0). Si intendano le coordinate espresse in metri. Si faccia uno schema.

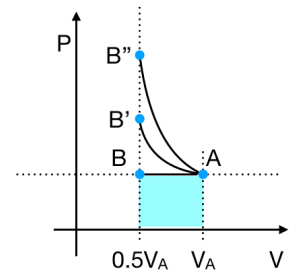
Il campo magnetico in P1 e in P2 ha lo stesso modulo (da Biot-Savard = $\mu_0 i / (2 \pi r)$) ed è diretto in entrambi i casi secondo $\hat{\phi}$; quindi $\vec{B}(P_1) = 10^{-7}T\hat{y}$ e $\vec{B}(P_2) = -10^{-7}T\hat{y}$

Q8_26/06/2018

Un gas ideale può essere compresso a metà del suo volume iniziale mediante diversi processi possibili. Si stabilisca in quale dei seguenti si spende la quantità minima di lavoro:

- (a) trasformazione isoterma
- (b) trasformazione adiabatica
- (c) **trasformazione isobara**
- (d) il lavoro compiuto nel processo è sempre lo stesso.

Dalla figura si vede che partendo dal punto A e dimezzando il volume, se seguiamo una isobara arriviamo nel punto B e il lavoro è l'area sotto la curva della trasformazione, quindi l'area azzurra; con una trasformazione isoterma arriveremo nel punto B' e con una adiabatica nel punto B'' a cui corrisponde il massimo lavoro.



Q9_26/06/2018

Qual è la quantità di calore Q (in calorie) che occorre fornire a una mole di Ar contenuto in un contenitore rigido per aumentare la sua temperatura di 10 gradi? Come cambia l'energia interna del gas? È ragionevole approssimare l'Argon con un gas ideale?

L'argon è un gas inerte monatomico ben approssimativo con un gas perfetto se il contenitore in cui è contenuto è grande rispetto al volume occupato dagli atomi che lo compongono. Il calore molare a volume costante è quindi $3R/2$; Pertanto $Q = 1 \text{ mole} \times (3R/2) \times 10K / 4.18 = 30 \text{ cal}$

Problemi (peso di ogni problema: 5)

P1_26/06/2018

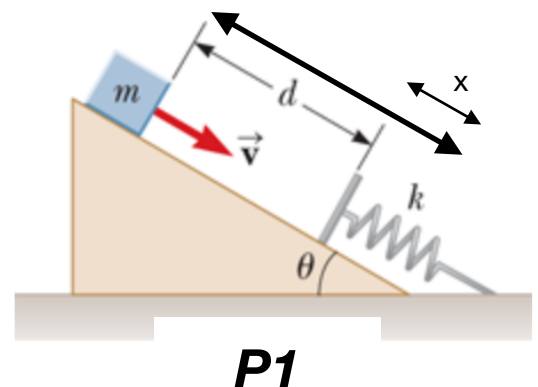
61. Un piano inclinato di un angolo $\theta = 20.0^\circ$ ha una molla di costante elastica 500 N/m saldamente assicurata al fondo, in modo che la molla sia parallela alla superficie, come mostrato in Figura P1. Un blocco di massa $m = 2.50 \text{ kg}$ viene posto sul piano ad una distanza $d = 0.300 \text{ m}$ dalla molla. Da questa posizione il blocco viene lasciato cadere verso il basso verso la molla con velocità $v = 0.750 \text{ m/s}$. Di quanto viene compressa la molla quando il blocco si arresta momentaneamente?

Nella posizione iniziale l'energia meccanica del sistema è composta da energia cinetica del blocchetto ed energia potenziale gravitazionale. La molla è inizialmente nella sua posizione di equilibrio e non concorre all'energia potenziale. Nell'istante finale, cioè quello in cui il blocchetto comprime al massimo la molla arrestandosi (prima di essere spinto indietro) l'energia meccanica è tutta e sola quella potenziale elastica della molla che è compressa di una quantità x . Se scegliamo la quota y di questo punto come zero dell'energia potenziale gravitazionale, non c'è nessun altro contributo all'energia meccanica finale del sistema (si noti che il blocchetto ha $v=0$ in questo punto, quindi $K=0$);

$$E_i = K + U = (1/2) mv^2 + mg (d+x) \sin\theta;$$

$$E_f = (1/2) k x^2$$

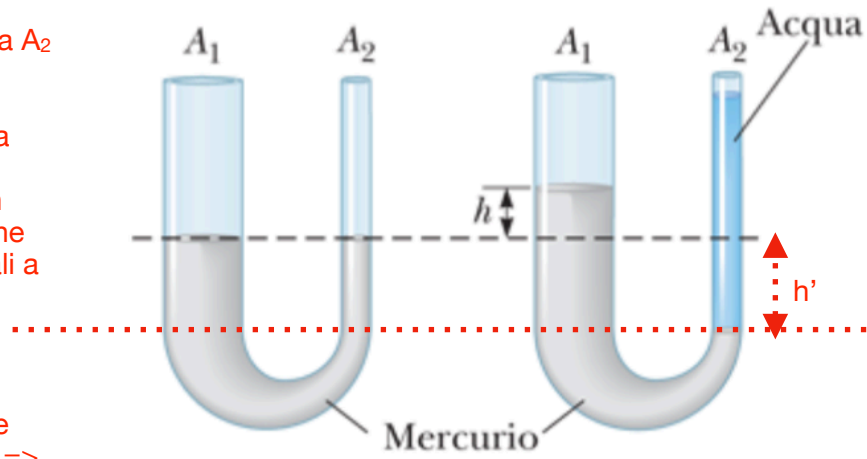
Eguagliando e risolvendo per x (eq. di secondo grado) si trova $x=10.4 \text{ cm}$



P2_26/06/2018

17. Del mercurio viene versato in un tubo a forma di U, come in Figura **P2 - a**. Il braccio sinistro del tubo ha una sezione di area $A_1 = 10.0 \text{ cm}^2$, e il braccio di destra ha una sezione di area $A_2 = 5.00 \text{ cm}^2$. Cento grammi di acqua vengono versati nel braccio destro, come in Figura **P2 - b**. (a) Determinare la lunghezza della colonna d'acqua nel braccio destro del tubo ad U. (b) Dato che la densità del mercurio è 13.6 g/cm^3 , di quale altezza, h , salirà il mercurio nel braccio sinistro?

Chiamata h_T l'altezza totale dell'acqua si ha $A_2 \times h_T = V_{\text{acqua}} = \text{massa} / \text{densità} = 10^{-4} \text{ m}^3$
 Quindi $h_T = 20 \text{ cm}$. Inoltre, al livello dell'interfaccia acqua-Hg [linea tratteggiata rossa] si può considerare il bilancio delle pressioni nei bracci a destra e a sinistra (in tutto il volume sottostante dal momento che c'è un solo mezzo, Hg, a profondità uguali a destra e sinistra si avranno pressioni uguali). Quindi per Stevino abbiamo $P_0 + \rho_{\text{Hg}} g(h+h') = P_0 + \rho_{\text{acqua}} g h_T \Rightarrow h+h' = h_T \rho_{\text{acqua}} / \rho_{\text{Hg}}$
 Inoltre il volume di acqua di altezza h' deve essere uguale al volume di Hg di altezza $h \Rightarrow h' = h S_1 / S_2$. Risolvendo il sistema di equazioni si trova $h = 0.49 \text{ cm}$



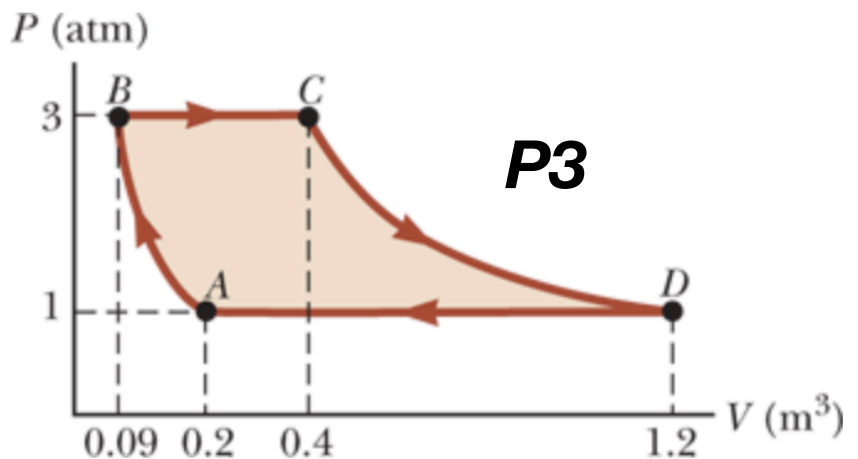
P2 - a

P2 - b

P3_26/06/2018

Una mole di gas perfetto compie il ciclo di trasformazioni in fig. **P3** che lo riporta nel punto di partenza A passando attraverso i punti B, C e D. Si descriva la natura di ciascuna delle tre trasformazioni che compongono il ciclo, si determini la temperatura del gas nei punti A, B, C e D. Si calcoli il lavoro compiuto dal gas nel ciclo, il calore assorbito nel ciclo e la variazione di energia interna tra i punti B e C ($U^{\text{int}_C} - U^{\text{int}_B}$).

B->C e D->A sono chiaramente trasformazioni isobare, a cui corrisponde un lavoro in **Joule** calcolabile come $P(\text{in Pa}) \times [V_{\text{finale}} - V_{\text{iniziale}}]$ e un calore scambiato $Q = c_p(T_{\text{finale}} - T_{\text{iniziale}})$; se assumiamo il gas monoatomico, $c_p = (5/2)R$. **Nota:** nell'applicare PV/nR per il calcolo della T, P deve essere espresso in $\text{Pa} = 10^5 \text{ atm}$. Le temperature in A, B, C, D sono 2400 K, 3250 K, 14400K, 14400K => C->D e' chiaramente una isoterma, A-> B assomiglia a una adiabatica, tuttavia PV^{C_p/C_v} non e' esattamente verificato ne' per un gas monoatomico ($C_p/C_v = 5/3$) ne' per un gas biatomico ($C_p/C_v = 7/5$). Il lavoro compiuto dal gas nel ciclo e' l'area marrone nella figura; il calore assorbito (>0) nel ciclo e' la somma di quello relativo ai tratti AB e BC (negli altri due tratti il calore e' ceduto). Infatti il calore scambiato nel tratto CD, dal momento che U rimane invariata e' $= -W_{CD} < 0$. $U^{\text{int}_C} - U^{\text{int}_B} = C_v \Delta T$.



P3

P4_26/06/2018

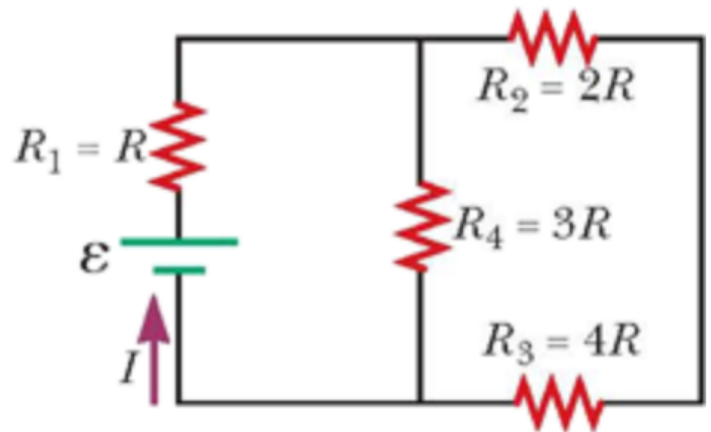
Nel circuito elettrico raffigurato in Fig. **P4** la corrente I che scorre nel ramo del generatore è pari a 0.2 A. Si stabilisca quanto vale la resistenza R se il generatore fornisce una differenza di potenziale di 10 V.

Quanta energia occorre per alimentare il circuito per un'ora ?

Quale delle quattro resistenze dissiperà la frazione più alta di questa energia ?

Nelle resistenze R_2 e R_3 scorre la stessa corrente I_{23} , mentre in R_4 scorre una corrente che chiamiamo I_4 e in R_1 scorre la corrente erogata dal generatore $I = I_4 + I_{23}$; Quindi R_2 e R_3 sono in serie, chiamiamo R_{23} la loro resistenza equivalente: $R_{23} = R_2 + R_3 = 6R$;

Inoltre ai capi di R_4 c'è la stessa ddp che c'è ai capi della serie di R_2 ed R_3 => R_4 è in parallelo con la serie di R_2 ed R_3 ; infine chiamata R_{234} la resistenza equivalente di R_2 , R_3 e R_4 (che vale $R_4 R_{23} / (R_4 + R_{23}) = 18R / 9 = 2R$), si osserva che R_1 è in serie con R_{234} ; Quindi la resistenza equivalente complessiva è $R_{eq} = R_1 + R_{234} = 3R$ => $\epsilon = R_{eq} \times I$ => $R = 16.67 \Omega$. Per alimentare il circuito per 1h occorre fornire un'energia pari a $T(1h) \times Potenza_erogata(\epsilon I) = T(3600s) \times 2W = 2Wh = 7200J$. NOTA che $I_4 \times R_4 = I_{23} \times R_{23}$, inoltre $I_4 + I_{23} = I$ => $I_4 = 2 \times I_{23} = (2/3)I$, mentre $I_{23} = I/3$; Quindi le potenze dissipate sulle resistenze 1, 2, 3, 4 sono RI^2 , $(2/9)RI^2$, $(4/9)RI^2$, $(4/3)RI^2 = 3R(4/9)I^2$. Quindi la resistenza che dissipa più energia è R_4 .

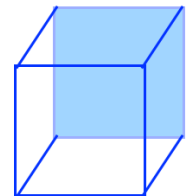


Domande (peso di ogni domanda: 4)

D1_26/06/2018

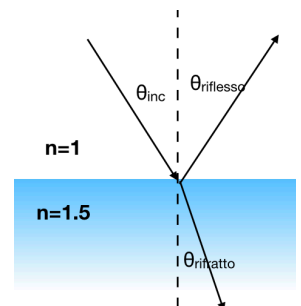
Il cubo in figura ha lato $a = 1\text{ cm}$ e al centro è collocata una carica elettrica puntiforme $q = 2\mu\text{C}$. Si calcoli il flusso del campo elettrico attraverso la faccia azzurra del cubo. (Si usi la legge di Gauss)

Il campo è a simmetria sferica => il flusso attraverso ogni faccia è uguale a un sesto del flusso totale e questo possiamo calcolarlo applicando la legge di Gauss. => $\Phi(E)_{1\text{faccia}} = 2.26 \times 10^5 \text{ Vm}$.



D2_26/06/2018

Un raggio di luce si propaga in aria ($n=1$) e incide con un angolo di 30° su una superficie piana di vetro ($n=1.5$). Chiamato $z=0$ il piano di interfaccia tra i due mezzi, supponendo che la luce provenga da $z>0$ e chiamato $x-z$ il piano che contiene la direzione del raggio incidente, si dica qual è la direzione (angolo rispetto agli assi x, y, z) del raggio riflesso e del raggio rifratto. Si faccia un disegno. Se d_1 , d_2 e d_3 sono distanze percorse rispettivamente dal raggio incidente, dal raggio rifratto e dal raggio riflesso in 1 s, se $d_2 = \beta d_1$ e $d_3 = \delta d_1$ dire quanto valgono β e δ .



L'angolo di riflessione è uguale all'angolo di incidenza ossia forma un angolo di 30° con l'asse z , di 60° con l'asse x (il raggio riflesso così come quello rifratto so trovano nello stesso piano in cui giacciono il raggio incidente e la normale alla superficie di interfaccia nel punto di incidenza). L'angoli di rifrazione si ricava dalla legge di Snell: $1 \sin \theta_{inc} = 1.5 \sin \theta_{rifratto}$ Quindi $\theta_{rifratto} = 19.47^\circ$. $d_1 = 1\text{ s} \times v_{aria} = 1\text{ s} \times c/n = 30\text{ cm}$ circa, d_3 è la distanza percorsa in 1 s dal raggio riflesso, che si propaga nello stesso mezzo del raggio incidente quindi

con la stessa velocità del raggio incidente => $d_3 = d_1 \rightarrow \delta = 1$; d_2 è la distanza percorsa in 1 s dal raggio rifrattp, che si propaga in vetro con velocità $c/n=2c/3$; => $d_2 = (2/3)d_1 \rightarrow \beta = 2/3$.

D3_26/06/2018

Qual è il rischio a cui va incontro un vaso sanguigno un cui si manifesti una stenosi ?

La stenosi è un restringimento del vaso => per l'eq. di continuità, assumendo fluido ideale, v è maggiore in corrispondenza della stenosi; ma per Bernoulli, pensando a un vaso orizzontale (per semplicità) ossia trascurando la diff. di pressione dovuta a diverse profondità, si ha che $p+(1/2)\rho v^2$ si conserva => in punti in cui la velocità è più alta la pressione deve essere più bassa, quindi il vaso rischia di restringersi ulteriormente fino all'occlusione.

D4_26/06/2018

Si enunci la legge di Faraday-Neumann e si discuta un'esempio.

Un esempio che mi sarebbe piaciuto: in una regione di caso magnetico uniforme diretto come l'asse y , una spira circolare di raggio $R=1m$ giace nel piano $y=0$; se l'intensità del campo magnetico cresce linearmente da 0 a 2T in 10s, in questo intervallo di tempo la variazione di flusso del campo magnetico concatenato con il circuito è $\pi R^2 dB/dt = 0.2T/s \times \pi R^2$ => nel circuito si manifesta una f.e.m.= 0.63V circa. Se la spira ha una resistenza di 1kΩ in quei 10 s vi scorrerà una corrente di intensità pari a 0.63mA.

D5_26/06/2018

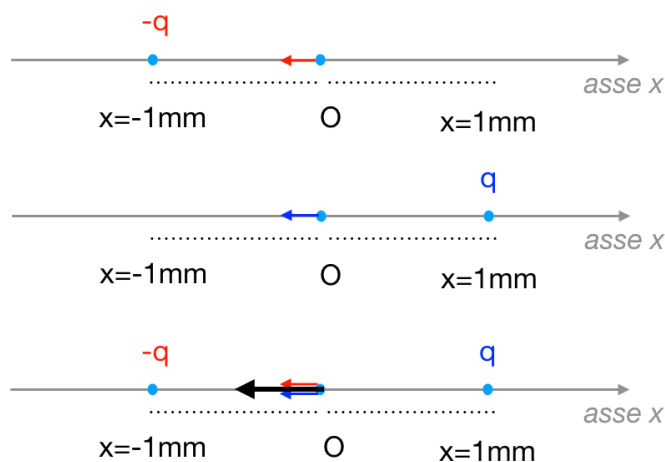
Consideriamo un dipolo elettrico costituito da cariche di $q+=1nC$ e $q=-1nC$ separate dalla distanza $d=2mm$. Chiamiamo asse x l'asse lungo il quale si trovano allineate le due cariche con origine nel mezzo. Si calcoli il campo elettrico a $x=0$, a $x=1m$ e $x=-1m$.

Nello schema in alto è illustrato il campo E prodotto nel punto O dalla carica negativa del dipolo (E è diretto verso la carica negativa); nello schema al centro la freccia blu rappresenta il campo E prodotto nel punto O dalla carica positiva del dipolo (E è diretto in direzione uscente da q => concordemente con il campo prodotto dalla carica negativa). I moduli sono uguali. In basso è illustrato il campo complessivo (freccia nera) prodotto dal dipolo nel punto O , somma dei campi prodotti dalle due cariche, che vale $\vec{E} = -1.8 \cdot 10^7(V/m)\hat{x}$.

In un punto dell'asse x molto distante dal dipolo ($x = 1m$ oppure $-1m$) il campo è quasi nullo, perché è la sovrapposizione di due campi diretti (questa volta) in direzione uguale e opposta e di moduli molto simili (perché $x \gg d/2=1mm$). Tuttavia si può calcolare il campo residuo, per esempio a $x=1m$,

$$\vec{E} = k \left[\frac{q}{(x - d/2)^2} + \frac{-q}{(x + d/2)^2} \right] \hat{x} = kq \frac{4xd/2}{(x^2 - (d/2)^2)^2} \hat{x} \simeq \frac{k2qd}{r^3} \hat{x} = 0.036(V/m)\hat{x}$$

A $x=-1m$ si trova esattamente lo stesso risultato, in modulo e verso.



RICORDA:

$$\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} C^2/Nm^2 = 8.85 \cdot 10^{-12} F/m; \quad \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} H/m$$

$$k = 1 / (4 \pi \epsilon_0) = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$$

$$|e| = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C.}$$

$$\text{Costante di gravitazione universale } G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$$

$$\text{Massa dell'elettrone } m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$$

$$\text{Massa del protone } m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$$

$$\text{Massa della terra } m_T = 5.97 \cdot 10^{24} \text{ Kg}$$

$$\text{Raggio medio della terra } R_T = 6.37 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$$1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\text{Densità volumetrica dell'acqua } 1000 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Numero di Avogadro } N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$\text{Costante di gravitazione universale } G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{Kg}^2$$

$$\text{Costante universale dei gas } R = 8.31 \text{ J}/(\text{mole K})$$

$$\text{Costante di Boltzmann } k_B = R/N_A$$

$$1 \text{ cal} = 4.18 \text{ J}$$

$$X \text{ } ^\circ\text{C} = (X+273.15) \text{ K}$$

$$\text{Calore latente di evaporazione dell'acqua } \lambda = 2272 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{Calore latente di fusione del ghiaccio } \lambda = 333 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{Calore specifico del Fe a pressione costante } 460 \text{ J}/(\text{kg K})$$

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