

Fisica per SMIA (G. D'Agostini)

— Quaderno individuale (AA 2023-2024) —

4 giugno 2024

Informazioni varie

- Il quaderno deve avere le pagine numerate, in modo da poter effettuare eventuali rimandi (ad esempio se ci si accorge, anche dopo settimane, che un problema era errato basta sbarrarne la soluzione e fare un rimando), e creare un indice a fine corso.
- Nello svolgimento dei problemi si raccomanda di seguire quanto suggerito a lezione:
 1. arrivare alla formula risoltrice;
 2. controllo dimensionale;
 3. inserire, se il quesito richiede soluzioni numeriche, i valori delle grandezze di 'input', comprensive di unità di misura;
 4. effettuare i conti operando algebricamente su valori numerici e unità di misura;
 5. trasformazione dell'unità di misura risultate in quella più congrua al risultato ottenuto.
- Ovviamente, per eseguire i conti si possono usare i programmi al computer preferiti, senza però perdere la manualità all'uso della calcolatrice tascabile, che sarà il solo strumento di calcolo consentito all'esame.
- I problemi proposti vanno svolti regolarmente, ovvero *possibilmente* entro le lezioni immediatamente successive.¹
- Sul quaderno le soluzioni vanno identificate con la lezione nella quale i problemi sono stati assegnati e con il nr di problema della lezione (ad es 1.2, etc.).
- È inutile trascrivere le tracce. Si raccomanda invece di appuntarsi, in modo schematico, il procedimento usato e disegnare anche figure schematiche illustrative. È altresì inutile riportare i dettagli dei conti, a meno che non ci sia qualche passaggio non 'ovvio'.
- Chi, alla fine del corso ha il quaderno in regola beneficia di due vantaggi:
 - esonero dalla prova scritta;
 - orale consistente nel discutere tre problemi scelti a caso poco prima (20-30 min) dell'orale.

Queste agevolazioni sono valide nella sola sessione estiva.

¹Ovviamente questo non può essere vero la prima volta che questo file comparirà online la prima volta e non può valere dal lunedì al martedì.

1. Gio 29 febbraio

1. Si riportino le risposte ai seguenti quesiti del test di autovalutazione:

- (a) nr. 3;
- (b) nr. 4;
- (c) nr. 5;
- (d) nr. 7;
- (e) nr. 9;
- (f) nr. 11;
- (g) nr. 14.

2. Lun 4 marzo

1. Quesito nr. 19 del test di autovalutazione.
2. Variante nel quesito precedente, con n intervalli temporali Δt_i ciascuno percorso con velocità v_i (solo 'formula risoltrice').
Come si interpreta la formula che si ottiene?
3. Un corpo si muove lungo l'asse x con una velocità dipendente dal tempo

$$v_x(t) = v_{x0} \cdot e^{-t/\tau},$$

con $v_{x0} \equiv v_x(t=0) = 100 \text{ km/h}$ e $\tau = 1'$ (60 s).

- (a) Calcolare i valori della velocità per $t = 0$, $t = \tau$, $t = 2\tau$, $t = 5\tau$ e $t = 10\tau$.
 - (b) Valutare l'espressione dell'accelerazione in funzione del tempo, ovvero $a_x(t)$.
 - (c) Calcolare i valori dell'accelerazione per $t = 0$, $t = \tau$, $t = 2\tau$, $t = 5\tau$ e $t = 10\tau$.
 - (d) Calcolare l'espressione dello spazio percorso da $t = 0$ al generico t , ovvero $x(t)$, avendo posto $x(t=0) = 0$.
 - (e) Calcolare i valori di $x(t)$ per $t = \tau$, $t = 2\tau$, $t = 5\tau$ e $t \rightarrow \infty$.
4. Plottare con il programma di grafica preferito $v_x(t)$, $a_x(t)$ e $x(t)$ da $t = 0$ a $t = 5\tau$.

3. Mar 5 marzo

Problemi nr. 1-6 riportati sul sito del corso:

→ https://www.roma1.infn.it/~dagos/FisAI/Lezioni_FisAI_23-24.html#5mar

4. Gio 7 marzo

Problemi nr. 1-4 riportati sul sito del corso:

→ https://www.roma1.infn.it/~dagos/FisAI/Lezioni_FisAI_23-24.html#7mar

5. Lun 11 marzo

Problemi nr. 1-6 riportati sul sito del corso:

→ https://www.roma1.infn.it/~dagos/FisAI/Lezioni_FisAI_23-24.html#11mar

6. Mar 12 marzo

Problemi nr. 1-6 riportati sul sito del corso:

→ https://www.roma1.infn.it/~dagos/FisAI/Lezioni_FisAI_23-24.html#12mar

7. Gio 14 marzo

Problemi nr. 1-5 riportati sul sito del corso:

→ https://www.roma1.infn.it/~dagos/FisAI/Lezioni_FisAI_23-24.html#14mar

8. Lun 18 marzo

Problemi nr. 1-5 riportati sul sito del corso:

→ https://www.roma1.infn.it/~dagos/FisAI/Lezioni_FisAI_23-24.html#18mar

9. Mar 19 marzo

Problemi nr. 1-5 riportati sul sito del corso:

→ https://www.roma1.infn.it/~dagos/FisAI/Lezioni_FisAI_23-24.html#19mar

10. Gio 21 marzo

Problemi nr. 1-4 riportati sul sito del corso:

→ https://www.roma1.infn.it/~dagos/FisAI/Lezioni_FisAI_23-24.html#21mar

11. Lun 25 marzo

Problemi nr. 1-5 riportati sul sito del corso:

→ https://www.roma1.infn.it/~dagos/FisAI/Lezioni_FisAI_23-24.html#25mar

12. Mar 26 marzo

1. Si immagini un curioso ipotetico tacchino, il quale

- mangia in continuazione;
- tanto mangia tanto ingrassa, ovvero

$$\frac{dm}{dt} = \frac{dc}{dt},$$

ove m sta per la sua massa e c per il *cibo*;

- la sua *voracità*, definita come $v = \frac{dc}{dt}$, è proporzionale alla sua massa, ovvero

$$v(t) \propto m(t),$$

e quindi entrambe aumentano con il tempo (più cresce più è vorace;
più è vorace più rapidamente cresce).

Sapendo che per $t = 0$ la sua massa vale 1 kg e la sua voracità è pari a 10 g/h,

- (a) trovare la legge che dà $m(t)$, ovvero sua massa in funzione del tempo;
- (b) trovare il tempo che impiega a raddoppiare la sua massa;
- (c) trovare quanto tempo impiega per pesare 100 kg (è un animale ipotetico della ... *mitologia matematica*).

2.-6. Problemi nr. 2-6 riportati sul sito del corso:

→ https://www.roma1.infn.it/~dagos/FisAI/Lezioni_FisAI_23-24.html#26mar

13. Gio 4 aprile

Problemi nr. 1-5 riportati sul sito del corso:

→ https://www.roma1.infn.it/~dagos/FisAI/Lezioni_FisAI_23-24.html#4apr

14. Lun 8 aprile

Problemi nr. 1-4 riportati sul sito del corso:

→ https://www.roma1.infn.it/~dagos/FisAI/Lezioni_FisAI_23-24.html#8apr

15. Mar 9 aprile

Problemi nr. 1-5 riportati sul sito del corso:

→ https://www.roma1.infn.it/~dagosa/FisAI/Lezioni_FisAI_23-24.html#9apr

16. Gio 11 aprile

Problemi nr. 1-8 riportati sul sito del corso:

→ https://www.roma1.infn.it/~dagosa/FisAI/Lezioni_FisAI_23-24.html#11apr

17. Lun 15 aprile

Problemi nr. 1-7 riportati sul sito del corso:

→ https://www.roma1.infn.it/~dagosa/FisAI/Lezioni_FisAI_23-24.html#15apr

18. Mar 16 aprile

Problemi nr. 1-5 riportati sul sito del corso:

→ https://www.roma1.infn.it/~dagosa/FisAI/Lezioni_FisAI_23-24.html#16apr

19. Gio 18 aprile

1. Problema nr. 1 riportato sul sito del corso:

→ https://www.roma1.infn.it/~dagosa/FisAI/Lezioni_FisAI_23-24.html#18apr

2. Problema nr. 2 riportato sul sito del corso.

3. Abbiamo visto come l'energia potenziale del pendolo in funzione della coordinata curvilinea s sia data da

$$E_p(s) = mgl \cdot \left(1 - \cos\left(\frac{s}{l}\right) \right).$$

- (a) Si calcoli la derivata seconda di E_p rispetto a s per $s = 0$, ovvero

$$\left. \frac{\partial^2 E_p}{\partial s^2} \right|_{s=0}.$$

- (b) Si confronti il risultato con quanto ottenuto a lezione per l'espressione di E_p approssimata per piccoli angoli (e quindi piccoli valori di s).
- (c) Si pensi a come generalizzare l'idea per generiche espressioni di $E_p(x)$ (purché abbiano un *minimo locale* per un certo x_m .)

4. Si immagini un punto materiale di massa $m = 1 \text{ kg}$ per il quale l'energia potenziale ha la seguente espressione (che si raccomanda di graficare!)

$$E_p(x) = -\frac{a}{x} + \frac{b}{x^2},$$

con $a = 10 \text{ J}\cdot\text{m}$ e $b = 1 \text{ J}\cdot\text{m}^2$.

- (a) Trovare l'espressione del valore di x (lo si indichi con x_m) per il quale la forza su di esso si annulla.
 - (b) Calcolare anche il valore numerico di x_m , con i dati del problema, e spiegare perché si tratta di un punto di *equilibrio stabile* (un plot può aiutare a capire il concetto).
 - (c) Si valuti inoltre la derivata seconda di $E_p(x)$ in x_m .
→ Dire che significato le possiamo attribuire alla luce del problema precedente e di quanto visto nella lezione odierna.
5. Si vuole riempire fino al livello h un serbatoio cilindrico di sezione A pompando acqua dall'esterno con un tubo collegato al fondo del recipiente. Per semplicità si assuma che l'acqua venga 'pescata' da un grande stagno il cui livello corrisponda esattamente al fondo del recipiente – in pratica questa modellizzazione implica che possiamo trascurare il lavoro per portare l'acqua dallo stagno al fondo del serbatoio, concentrandoci solo sul lavoro necessario per farla salire in alto.
- Si immagini che a un certo istante il serbatoio sia riempito fino al livello x ($< h$).
- Il lavoro (infinitesimo) necessario per aumentare il livello di dx è pari a quello necessario per innalzare una massa d'acqua infinitesima dm affinché vada ad occupare un dischetto infinitesimo di sezione A , spessore dx e situato a un'altezza x .
- Facendo uso di questo ragionamento,
- (a) si scriva l'espressione del lavoro infinitesimo dL ;
 - (b) si calcoli quindi, *sommando gli infiniti lavori infinitesimi*, il lavoro (totale) per riempire il serbatoio fino al livello h ;
 - (c) si esprima infine il risultato ottenuto in funzione di h e della massa d'acqua contenuta nel serbatoio.

20. Lun 22 aprile

1. Continuazione del 'curioso' problema nr. 1 della scorsa lezione, nel quale il terzo quesito consisteva nel provare che $f(x, t) = A \cdot \cos(\omega t - \beta x)$ soddisfa la seguente proprietà

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = \frac{1}{(\omega/\beta)^2} \frac{\partial^2 f}{\partial t^2}.$$

- (a) Mostrare che tale relazione è soddisfatta da una qualsiasi funzione che dipenda direttamente da ' $\omega t - \beta x$ ', ovvero sia della forma

$$f(x, t) = A \cdot g(\omega t - \beta x),$$

con ' $g()$ ' funzione arbitraria (purché, detto alla buona, 'tranquilla', ovvero continua, derivabile, etc.).

- (b) Si trovi la relazione fra x e t affinché il valore di $f(x, t)$ si mantenga costante.
(Il risultato è legato al quarto quesito del problema nr. 1 della lezione scorsa.)
- (c) Inoltre, la funzione $f(x, t) = A \cdot \cos(\omega t - \beta x)$ può esser vista come
- una funzione della sola t per una x fissata (che indichiamo come x_0), ovvero

$$f(t) = A \cdot \cos(\omega t - \beta x_0);$$

- una funzione della sola x per un t fissato (che indichiamo come t_0), ovvero

$$f(x) = A \cdot \cos(\omega t_0 - \beta x) = A \cdot \cos(\beta x - \omega t_0).$$

$\Rightarrow$ In analogia al periodo di una funzione sinusoidale funzione del tempo, che abbiamo già trattato in altri problemi, si trovi l'espressione della *periodicità spaziale*, ovvero quanto deve variare x affinché $f(x)$ si ripeta esattamente.

2. Continuazione del problema nr. 5 della scorsa lezione.

- (a) Chiaramente il lavoro effettuato per sollevare l'acqua 'finisce' in energia potenziale della stessa.
- Se ne scriva l'espressione sia in funzione di m , g e h che in funzione di ρ , A , g e h (quest'ultima è particolarmente interessante alla luce di una importante analogia che vedremo).
- (b) Si immagini un secondo serbatoio cilindrico di sezione A_2 , affiancato al primo e con la base allo stesso livello (per comodità si indichi nel seguito A_1 la sezione del primo serbatoio e con h_1 il livello dell'acqua in esso dopo che è stato riempito). Dopo che il primo serbatoio è stato riempito completamente essi vengono messi in comunicazione mediante un tubo posto in prossimità delle basi.
 $\Rightarrow$ Si calcoli il livello di acqua (h_E) nei due serbatoi quando essi saranno all'equilibrio.
- (c) Si calcoli, utilizzato quanto appreso nel punto (a), l'espressione dell'energia potenziale dell'acqua nel sistema comunicante dei due serbatoi.
- (d) Si calcoli l'espressione della variazione di energia potenziale fra quando l'acqua era nel solo serbatoio 1 a quando è in entrambi.
[Per capire cosa sta succedendo può essere utile trovare la soluzione numerica dei quesiti, assumendo $h_1 = 10$ m, $A_1 = 5$ m² e $A_2 = 2.5$ m².]
 $\Rightarrow$ Si ragioni sul risultato.

3-6. Problemi nr. 3-6 riportati sul sito del corso:

$\rightarrow$ https://www.roma1.infn.it/~dagos/FisAI/Lezioni_FisAI_23-24.html#22apr

21. Mar 23 aprile

Problemi nr. 1-4 riportati sul sito del corso:

$\rightarrow$ https://www.roma1.infn.it/~dagos/FisAI/Lezioni_FisAI_23-24.html#23apr

22. Lun 29 aprile

Problemi nr. 1-5 riportati sul sito del corso:

→ https://www.roma1.infn.it/~dagos/FisAI/Lezioni_FisAI_23-24.html#29apr

23. Mar 30 aprile

Problemi nr. 1-3 riportati sul sito del corso:

→ https://www.roma1.infn.it/~dagos/FisAI/Lezioni_FisAI_23-24.html#30apr

24. Ven 2 maggio

Problemi nr. 1-5 riportati sul sito del corso:

→ https://www.roma1.infn.it/~dagos/FisAI/Lezioni_FisAI_23-24.html#2mag

25. Lun 6 maggio

Problemi nr. 1-3 riportati sul sito del corso:

→ https://www.roma1.infn.it/~dagos/FisAI/Lezioni_FisAI_23-24.html#6mag

26. Mar 7 maggio

Problemi nr. 1-5 riportati sul sito del corso:

→ https://www.roma1.infn.it/~dagos/FisAI/Lezioni_FisAI_23-24.html#7mag

27. Gio 9 maggio

1. Problema nr. 1 riportato sul sito del corso:

→ https://www.roma1.infn.it/~dagos/FisAI/Lezioni_FisAI_23-24.html#9mag

2. Un obiettivo ha una *focale* di 50 mm. Schematizzando l'obiettivo come una semplice lente convergente avente $f = 50$ mm e indicando con h l'altezza dell'oggetto (ortogonale all'asse ottico) e con h' l'altezza dell'immagine, risolvere i seguenti problemi (a sinistra della freccia " $\Rightarrow$ ", ci sono eventuali altri dati, a destra sono indicate, con simboli autoesplicativi, le grandezze da calcolare)

(a) $p = 50$ m; $h = 10$ m $\Rightarrow q, M, h'$;

(b) $p = 3$ m; $h = 1$ m $\Rightarrow q, M, h'$;

(c) $p = 1$ m; $h = 10$ cm $\Rightarrow q, M, h'$;

(d) $p = 10$ cm; $h = 1$ cm $\Rightarrow q, M, h'$;

(e) $p = 7$ cm; $h = 0.5$ cm $\Rightarrow q, M, h'$;

(f) $p = 5.1$ cm; $h = 1$ cm $\Rightarrow q, M, h'$.

A quali situazioni fotografiche corrispondono i sei casi presi in considerazione?

- 3.-4.: Problemi nr. 3-4 riportati sul sito del corso:

→ https://www.roma1.infn.it/~dagos/FisAI/Lezioni_FisAI_23-24.html#9mag

28. Lun 13 maggio

Problemi nr. 1-5 riportati sul sito del corso:

→ https://www.roma1.infn.it/~dagos/FisAI/Lezioni_FisAI_23-24.html#13mag

29. Mar 14 maggio

Problemi nr. 1-5 riportati sul sito del corso:

→ https://www.roma1.infn.it/~dagos/FisAI/Lezioni_FisAI_23-24.html#14mag

30. Gio 16 maggio

[Nota: per i problemi ‘ripetitivi’ si raccomanda di organizzarsi con un apposito ‘script’ nel linguaggio preferito.]

1. A proposito dell’energia espressa in multipli di *elettronvolt*, calcolare il valore in Joule di 1 keV, 1 MeV, 1 GeV e 1 TeV.
2. Assumendo valida ben nota formula ‘classica’, si valuti la velocità che dovrebbe avere un protone ($m = 1.67 \times 10^{-27}$ kg) avente tali valori di energia cinetica. C’è qualcosa che non va?
3. Calcoliamo ora la velocità di protone avente tali energie facendo uso delle formule della *relatività ristretta*, che andiamo illustrare (con c la velocità della luce):

- Un corpo di massa m ‘a riposo’ ha una energia ‘intrinseca’ data dalla famosa

$$E_0 = m c^2$$

ove il pedice ‘0’ è stato qui posto per ricordare che è l’energia quando $v = 0$.

- Se il corpo si muove con velocità v la sua energia (totale) vale

$$E = \frac{m c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} = \frac{m c^2}{\sqrt{1 - \beta^2}} = \gamma m c^2$$

ove $\beta = v/c$ e $\gamma = 1/\sqrt{1 - v^2/c^2}$ e quindi $\gamma = 1/\sqrt{1 - \beta^2}$ (le diverse riscritture possono tornare utili, anche se non sono essenziali, e le variabili β e γ sono quelle tipicamente utilizzate dagli ‘addetti ai lavori’).

- L’energia cinetica vale quindi

$$E_c = E - E_0 = (\gamma - 1) \cdot m c^2,$$

che ovviamente possiamo riscrivere in vari modi, in funzione di β e di v .

- (a) Come esercizio preliminare, mostrare, facendo uso delle usuali approssimazioni, che la formula relativistica dell’energia cinetica si riduce alla ben nota formula classica per $\beta \ll 1$, ovvero $v \ll c$.
- (b) Calcolare quindi la velocità (e anche β e γ , che, come si vedrà, sono più ‘informative’) che ha un protone di energia cinetica pari a 1 keV, 1 MeV, 1 GeV e 1 TeV. (Si raccomanda di usare un numero di cifre appropriato, soprattutto per β , per le ragioni che saranno evidenti dai risultati.)

4.-5.: Problemi nr. 4-5 riportati sul sito del corso:

→ https://www.roma1.infn.it/~dagos/FisAI/Lezioni_FisAI_23-24.html#16mag

31. Lun 20 maggio

1. Problemi nr. 1 riportato sul sito del corso:
→ https://www.roma1.infn.it/~dagos/FisAI/Lezioni_FisAI_23-24.html#20mag
2. Problemi nr. 1 riportato sul sito del corso:
→ https://www.roma1.infn.it/~dagos/FisAI/Lezioni_FisAI_23-24.html#20mag
3. A una barretta rigida ma di massa trascurabile e di lunghezza $l = 60 \text{ cm}$ sono connessi tre corpi, approssimati come punti materiali: il primo, di massa $m_1 = 100 \text{ g}$, è posto a un estremo (che indichiamo con A) della barretta; il secondo, di massa $m_2 = 200 \text{ g}$, è posto al centro; il terzo, di massa $m_3 = 400 \text{ g}$, è posto all'altro estremo (B). Calcolare il momento di inerzia quando la barretta è messa in rotazione intorno a un asse ortogonale alla barretta stessa e che passi
 - (a) per il punto A ;
 - (b) per il centro della barretta;
 - (c) per il punto B .
4. Uno scooter ha una 'coppia' massima (ovvero massimo momento della forza) di $14 \text{ N}\cdot\text{m}$ a 7000 giri al minuto. Calcolare la potenza dello scooter a tale regime del motore.
5. Due 'oggetti' approssimati a 'punti materiali' di massa m sono posti agli estremi di una barretta rigida di lunghezza l e massa trascurabile. La barretta ruota, con velocità angolare ω_0 , orizzontalmente intorno a un asse verticale che passa per il suo centro. Improvvisamente, mediante un sistema meccanico azionato dall'interno della barretta (insomma non ci sono forze esterne ad agire!) i due oggetti vengono avvicinati fino a che la loro distanza diventi la metà di quella iniziale.
 - (a) Scrivere l'espressione della velocità angolare con cui la barretta ruota quando le due masse sono state avvicinate.
 - (b) Scrivere l'espressione della variazione di energia cinetica.

Si diano anche le soluzioni numeriche per $m = 1 \text{ kg}$, $l = 1 \text{ m}$ e frequenza di rotazione di 1 giro/s .

32. Mar 21 maggio

1. Per delle sue buone ragioni, un fisico teorico è convinto che il numero di conteggi *rari* che risulteranno nell'esperimento in corso può essere dovuto a tre possibili valori del parametro λ di una distribuzione di Poisson:
 - $\lambda_1 = 1$;
 - $\lambda_2 = 3$;
 - $\lambda_3 = 5$,

valori che egli reputa ‘a priori’ (ovvero in base alla sua migliore conoscenza del fenomeno che sta investigando e di tutte le informazioni che possiede fino a quel momento) ugualmente probabili.

Calcolare le probabilità $P(\lambda_i | n)$ dei tre possibili valori di λ , alla luce del numero di conteggi osservato nell’esperimento, nel caso l’esperimento dia rispettivamente

- (a) $n = 0$;
- (b) $n = 1$;
- (c) $n = 2$.

2. (Continuazione del problema precedente) Un secondo fisico teorico si ritiene altresì certo che quelli siano i tre soli possibili valori di λ , ma, contrariamente al suo collega sperimentale, è convinto che la probabilità a priori di ciascun λ_i debba essere inversamente proporzionale al suo valore numerico.

Dire quali saranno le probabilità $P(\lambda_i | n)$ che il teorico assegnerà ai tre possibili valori di λ dopo l’aggiornamento effettuato alla luce del numero di conteggi ottenuto dal collega sperimentale.

3. Un bastone di forma cilindrica (si pensi a un manico di scopa) ha un diametro d , lunghezza l e densità ρ . Siamo interessati a valutarne il momento di inerzia rispetto a un asse di rotazione che passa per un estremo del bastone e ortogonale al bastone stesso.

- (a) Il bastone può essere schematizzato come infiniti dischi, ciascuno di spessore infinitesimo dx e posto alla distanza x dall’estremo. Ciascun disco contribuisce quindi con $dI = r^2 dm$ al momento di inerzia (in realtà stiamo considerando implicitamente un’approssimazione, molto piccola quando $d \ll l$, di cui parleremo a lezione).
 $\Rightarrow$ Valutare il momento di inerzia, esprimendo il risultato in funzione di m , massa del bastone, e di l .

- (b) Come varia il momento di inerzia quando l’asse di rotazione passa invece per il centro del bastone?

(Basta riutilizzare opportunamente il risultato ottenuto nel punto precedente.)

4. Un ‘grande’ serbatoio contenente acqua ha in alto un’apertura tale che la pressione sulla superficie dell’acqua sia uguale a quella atmosferica.

Si immagini di praticare un foro sulla parete laterale 5 metri sotto il pelo dell’acqua, dal quale foro l’acqua esce orizzontalmente.

- (a) Si calcoli la velocità iniziale dell’acqua che fuoriesce dal foro (ovviamente quando il livello dell’acqua si sarà ridotto anche la velocità diminuirà).
- (b) Assumendo inoltre che il diametro del foro sia di 1 cm si valuti anche il flusso iniziale dell’acqua.

5. Un protone inizialmente ‘a riposo’ (ovvero avente energia trascurabile rispetto a quella che acquisterà nel seguito) viene accelerato facendogli attraversare una differenza di potenziale $\Delta V = -1000 \text{ V}$. Successivamente entra in una regione di spazio ove è presente soltanto un campo magnetico di intensità $B = 1.0 \text{ T}$. In tale regione di spazio il protone viaggia su una traiettoria circolare e dopo aver percorso ‘mezzo cerchio’ riesce dalla regione (a forma di una ‘D’) in cui è presente il campo magnetico (si veda l’illustrazione del *ciclotrone* sul sito del corso).

- (a) Si valuti l'energia cinetica raggiunta nella fase di *accelerazione*;
- (b) si valuti anche la velocità raggiunta, esprimendola sia in m/s che come frazione della velocità della luce;
- (c) si valuti la velocità angolare nel moto 'semicircolare' e quindi il tempo impiegato per uscire dalla regione 'a forma di D' dove è presente il campo magnetico, notando come tali valori non dipendano dalla velocità del protone;
- (d) si valuti infine il raggio di curvatura della traiettoria 'semicircolare' e quindi la distanza fra il punto di ingresso e il punto di uscita nella regione 'a forma di D' ove è presente il campo magnetico.

Nota: ovviamente nella regione ove 'corre' il protone è stato fatto il 'vuoto' (anche se non assoluto) per minimizzare gli urti con le molecole dell'aria.

33. Gio 23 maggio

1. Una particella di carica q e massa m , in moto in una regione di spazio in cui è presente un campo magnetico B , esegue un moto circolare uniforme, in quanto la forza di Lorentz è la forza centripeta che la mantiene sulla traiettoria circolare.
 - (a) mostrare come la velocità angolare, e quindi la frequenza di rotazione, non dipendono dalla velocità;
 - (b) mostrare come il raggio di curvatura dipenda invece linearmente dalla velocità. (Come dipende invece da m , da q e da B ?)
2. Continuazione del problema 32.3 sul momento di inerzia del 'bastone', che nel seguito chiameremo 'barra', indicando con I_{cm} il momento di inerzia rispetto al centro (e quindi al centro di massa), valutato nel punto (b) di tale problema.
 - (a) Si valuti il momento di inerzia rispetto a un estremo se tutta la massa della barra fosse concentrata nel centro di massa.
 - (b) Si sommi quanto ottenuto con I_{cm} e si confronti il risultato con quanto ottenuto nel punto (a) del problema 32.3.

Cosa ricorda tale equaglianza? (Aiuta pensare al caso di massa unitaria.)

34. Lun 27 maggio

Problemi nr. 1-4 riportati sul sito del corso:

→ https://www.roma1.infn.it/~dagos/FisAI/Lezioni_FisAI_23-24.html#27mag

35. Gio 30 maggio

Problemi nr. 1-3 riportati sul sito del corso:

→ https://www.roma1.infn.it/~dagos/FisAI/Lezioni_FisAI_23-24.html#30mag

36. Lun 3 giugno

Problemi nr. 1-4 riportati sul sito del corso:

→ https://www.roma1.infn.it/~dagos/FisAI/Lezioni_FisAI_23-24.html#3giu

Nota: familiarizzarsi con le cose ‘**da sapere**’ ($\Rightarrow$ vedi in ultima pagina)

‘Da sapere’ (costanti, grandezze fisiche, formule)

(Si raccomanda di ripassarle di quanto in quanto)

1. Distanza media Terra-Sole.
2. Latitudine e longitudine di Roma.
3. Velocità di Roma intorno all’asse terrestre, espressa sia in km/h che in m/s.
4. Velocità della Terra intorno al Sole, espressa in km/s.
5. Velocità angolare (media) della Terra intorno al Sole, espressa in gradi/giorno.
6. Velocità angolare (media) della Luna intorno alla Terra, espressa in gradi/giorno.
7. Densità (a valori ‘nominali’) dell’aria, espressa in kg/m³, in g/dm³ e in g/litro.
8. Diametro angolare medio di Sole e Luna visti dalla Terra.
9. Periodo orbitale dell’ipotetico satellite in orbita radente intorno alla Terra e della stazione orbitale ISS.
10. Valore di g in (m/s)/s e in (km/h)/s
(ricordando che, visto come *campo gravitazionale*, le sue dimensioni naturali sono N/kg!)
11. Accelerazione della Luna verso la Terra in (mm/s)/s.
12. Distanza percorsa in caduta libera nel primo secondo verso il centro della Terra
 - di un oggetto in prossimità della superficie terrestre;
 - degli astronauti sulla ISS;
 - della Luna.
13. Fattore di conversione cal $\leftrightarrow$ J (e quindi kcal $\leftrightarrow$ kJ).
14. *Costante solare* fuori dall’atmosfera e al suolo.
15. Efficienza luminosa del sole (misurata sulla superficie terrestre in condizioni ottimali) e ordine di grandezza delle efficienze luminose di lampade a incandescenza e di led a luce bianca.
16. Indice di rifrazione di aria, acqua e ‘vetro’.
17. Velocità della luce, espressa in km/s e in cm/ns.