

Fisica per SMIA (G. D'Agostini)  
— Quaderno individuale (AA 2023-2024) —

30 aprile 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.<sup>1</sup>
- 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.

---

<sup>1</sup>Ovviamente 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  $\Delta t_i$  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

$$v_x(t) = v_{x_0} \cdot e^{-t/\tau},$$

con  $v_{x_0} \equiv v_x(t = 0) = 100 \text{ km/h}$  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  $v_x(t), x(t)$  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](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](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](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](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](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](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](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](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](https://www.roma1.infn.it/~dagos/FisAI/Lezioni_FisAI_23-24.html#25mar)

## 12. Mar 26 marzo

1. Si immagina 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,

- trovare la legge che dà  $m(t)$ , ovvero sua massa in funzione del tempo;
- trovare il tempo che impiega a raddoppiare la sua massa;
- 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](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](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](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/~dagos/FisAI/Lezioni\\_FisAI\\_23-24.html#9apr](https://www.roma1.infn.it/~dagos/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/~dagos/FisAI/Lezioni\\_FisAI\\_23-24.html#11apr](https://www.roma1.infn.it/~dagos/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/~dagos/FisAI/Lezioni\\_FisAI\\_23-24.html#15apr](https://www.roma1.infn.it/~dagos/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/~dagos/FisAI/Lezioni\\_FisAI\\_23-24.html#16apr](https://www.roma1.infn.it/~dagos/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/~dagos/FisAI/Lezioni\\_FisAI\\_23-24.html#18apr](https://www.roma1.infn.it/~dagos/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 ' $g(\cdot)$ ' 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

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

⇒ 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  $\rho$ ,  $A$ ,  $g$  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.  
⇒ 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 serbatoio.
- (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,  $A_1 = 5$  m<sup>2</sup> e  $A_2 = 2.5$  m<sup>2</sup>.]  
⇒ Si ragioni sul risultato.

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

→ [https://www.roma1.infn.it/~dagos/FisAI/Lezioni\\_FisAI\\_23-24.html#22apr](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:

→ [https://www.roma1.infn.it/~dagos/FisAI/Lezioni\\_FisAI\\_23-24.html#23apr](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](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](https://www.roma1.infn.it/~dagos/FisAI/Lezioni_FisAI_23-24.html#30apr)

---

**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  $\text{kg/m}^3$ , in  $\text{g/dm}^3$  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  $(\text{m/s})/\text{s}$  e in  $(\text{km/h})/\text{s}$   
(ricordando che, visto come *campo gravitazionale*, le sue dimensioni naturali sono N/kg!)
11. Accelerazione della Luna verso la Terra in  $(\text{mm/s})/\text{s}$ .
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  $\text{cal} \leftrightarrow \text{J}$  (e quindi  $\text{kcal} \leftrightarrow \text{kJ}$ ).
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.