Fisica Applicata per CdL in PTALL (Prof. Giulio D'Agostini)
— Problemi delle ultime lezioni —

14 gennaio 2021

Nota: alcuni problemi simili o identici possono essere stati proposti durante le lezioni.

1. Gio 7 gennaio

1. Dalla costante solare fuori dall'atmosfera, approssimata a $1.4\,\mathrm{kW/m^2}$, valutare
   (a) la potenza totale che incide sulla Terra (fuori dell'atmosfera);
   (b) la potenza totale emessa dal Sole.
2. Dalla potenza totale emessa dal Sole (calcolata[1] punto precedente)
   (a) calcolare l'energia emessa dal Sole in un secondo e in un giorno;
   (b) facendo uso della famosa $E = m\,c^2$, ove c è la velocità della luce, calcolare la quantità di massa trasformata in energia all'interno del Sole in un secondo e in un giorno.
3. Si calcoli la costante solare su Venere e su Giove (e a piacere sugli altri pianeti).
4. Trovare le relazioni che leganotempo di raddoppio ($t_{\times 2}$) e *tempo di dimezzamento* ($t_{1/2}$) alla costante di tempo τ.
5. La velocità di un oggetto che viaggia in modo rettilineo varia secondo la legge oraria

   $$v(t) = v_0 e^{-t/\tau}\,,$$

   con $v_0 = 30\,\mathrm{m/s}$ e $\tau = 100\,\mathrm{s}$,
   (a) Si calcoli il tempo impiegato dall'oggetto affinché la sua velocità si dimezzi.
   (b) Si calcoli il tempo impiegato dall'oggetto affinché la sua velocità diventi un decimo di quella iniziale.
   (c) Si calcoli l'espressione dell'accelerazione in funzione del tempo e si calcolino i valori di accelerazione
      i. all'istante iniziale;
      ii. quando la velocità si è dimezzata rispetto a quella iniziale;
      iii. quando la velocità è diventata un decimo di quella iniziale.

[1] Ovviamente non c'è niente di male a controllarne il valore su Wikipedia, ma andava fatto il conto a partire dalla costante solare e dalla distanza Terra-Sole, usando valori medi approssimati ragionevolmente.

6. Una popolazione di batteri segue una crescita esponenziale, ovvero

$$N(t) = N_0 \, e^{t/\tau} \, .$$

sapendo che all'istante iniziale ($t = 0$) la popolazione era costituita da un milione di individui e che dopo 10 ore essa ne conta 10 milioni,

   (a) si valuti τ;

   (b) si valuti il *tempo di raddoppio*, ovvero il tempo impiegato per passare da un milione a due milioni, da due milioni a quattro milioni, etc..

7. Un **curioso ipotetico tacchino** ('esponenziale')

   - 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 e 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 le costanti α e τ della crescita esponenziale;

   (b) trovare il tempo che impiega a raddoppiare la sua massa;

   (c) trovare quanto tempo impiega per pesare 100 kg.

8. Dalla conoscenza della latitudine del Circolo Polare Artico calcolare l'angolo solido che forma la calotta polare della Terra vista dal suo centro (ovvero quello del cono con vertice il centro della Terra e con base pari al cerchio definito da Circolo Polare Artico).

9. (Continuazione del problema precedente)
   Si calcoli *quindi* (ovvero dall'angolo solido e dalla superficie totale della Terra) la superficie di tale calotta.

10. Una lampada sospesa emette la luce su tutto l'*angolo solido*. Sapendo che il flusso luminoso emesso dalla lampada è pari a 1000 lm, si calcolino

    (a) l'intensità luminosa della sorgente (cd);

    (b) l'illuminamento prodotto (lx) a 2 m di distanza dalla luce diretta.
    (Nota: si troverà un valore molto 'basso' rispetto a quello che ci si attende, se si è a provato a fare qualche misura di illuminamento in una stanza e si ha l'ordine di grandezza dei lumen di una lampada per uso domestico: il motivo è che in questo problemino non si tiene conto della luce riflessa da soffitto e pareti, come invece si sa dall'esperienza quoditiana.)

11. (Variante del problema precedente)
    Si risponda alle stesse domande immaginando che si tratti, invece, di una torcia che emette la luce entro un angolo di semiapertura di 15 gradi.

12. Verificare le approssimazioni per '$\epsilon \ll 1$ riportate a pagina 35 dei 'dettagli delle lezioni' (banali manipolazioni algebriche).
    Darutare quindi il valore approssimativo (da calcolare a mente!) di

    (a) $1/0.996$;
    (b) $1/1.05$;
    (c) $(1.03)^2$;
    (d) $\sqrt{1.016}$;
    (e) $\sqrt{0.96}$;
    (f) $(1.0013)^2$;
    (g) $1/\sqrt{1.008}$.

    (Ovviamente controllare dopo con la calcolatrice...)

13. Pannelli solari con angolo arbitrario fra piano dei pannelli e direzione solari ($\alpha = \pi/2$ significa raggi normali alla superficie dei pannelli):

    (a) Trovare la formula del fattore correttivo dovuto all'angolo di incidenza.
    (b) Dare la potenza elettrica fornita nei seguenti casi (ove η sta per l'*efficienza di conversione*, ovvero il rapporto fra potenza elettrica e potenza solare, espressa in percentuale)
        i. $A = 1\,\mathrm{m}^2$, $\alpha = 90°$, $\eta = 100\,\%$;
        ii. $A = 15\,\mathrm{m}^2$, $\alpha = 90°$, $\eta = 15\,\%$;
        iii. $A = 1\,\mathrm{m}^2$, $\alpha = 60°$, $\eta = 15\,\%$;
        iv. $A = 1\,\mathrm{m}^2$, $\alpha = 30°$, $\eta = 15\,\%$.

2. Lun 11 gennaio

1. Una molla ha una costante elastica di $1000\,\mathrm{N/m}$. Dire quanto vale la forza necessaria per allungarla di $10\,\mathrm{cm}$.

2. Quando un piccolo recipiente è sospeso a un gancio mediante un elastico, l'elastico è in tensione. Successivamente viene messo nel recipiente un oggetto di $200\,\mathrm{g}$ e l'elastico si allunga di $2\,\mathrm{cm}$. Calcolare la costante elastica della molla.

3. Si sa che l'energia potenziale di un oggetto di $2\,\mathrm{kg}$ sospeso a una molla, allungata di $10\,\mathrm{cm}$ dal suo punto di equilibrio vale $50\,\mathrm{J}$. Si calcolino:

    (a) la costante della molla;
    (b) la velocità dell'oggetto quando, dopo che la molla è stata rilasciata, esso transita per il punto di equilibrio.

4. A una molla di costante elastica $k = 100\,\mathrm{N/m}$, disposta verticalmente e inizialmente 'a riposo' (si trascuri la massa della molla stessa) viene appeso un oggetto di massa $500\,\mathrm{g}$.

(a) Si calcoli di quanto essa si allunga (dopo che si sono spente le oscillazioni iniziali) per raggiungere la nuova posizione di equibrio.

(b) Successivamente l'oggetto viene tirato verso il basso e quindi viene rilasciato con velocità iniziale nulla. Si calcolino il periodo di oscilazione e la velocità massima$^{(*)}$ durante le oscillazioni nei casi in cui l'oggetto era stato spostato dalla posizione di equilibrio

i. di 1 cm;

ii. di 2 cm;

iii. di 3 cm.

$^{(*)}$ Si usi la conservazione dell'energia (cinetica più potenziale) durante le oscillazioni.

5. Una molla, di costante elastica di 100 N/m, è posta verticalmente.

(a) Calcolare la massa che bisogna appenderci affinché si allunghi di 10 cm rispetto alla sua lunghezza senza carico.

(b) Dopo che la molla con il corpo sospeso si è stabilizzata, il corpo viene tirato verso il basso di 2 cm e quindi rilasciato.
$\rightarrow$ Si calcoli il periodo delle oscillazioni.

6. Dare il valore approssimativo (da calcolare a mente mediante le approssimazioni viste nella lezione precedente) di

(a) $\tan 0.02$, ovviamenti con l'angolo dato in radianti;

(b) $\cos 0.02$, ovviamenti con l'angolo dato in radianti.

(Ovviamente controllare dopo con la calcolatrice. . .)

7. Dati i seguenti angoli, in gradi, se ne calcoli il valore in radiante, quindi il seno, la tangente e il coseno sia esattamente (con le apposite funzioni della calcolatrice, o con R) che approssimativamente:

(a) $10°$;

(b) $5°$;

(c) $1°$;

(d) 30';

(e) 1'.

8. Il sole ha un diametro angolare di circa 32 primi di arco
(vedi `https://it.wikipedia.org/wiki/Diametro_angolare`).

(a) Si esprima il diametro angolare in radianti.

(b) Si immagini che si voglia fare una foto a effetto nella quale il sole sia quasi esattamante intorno alla chioma di un pino. Supponendo la larghezza della chioma del pino di 10 metri si dica a quale distanza bisogna mettersi per scattare tale foto. (Ovviamente stiamo assumendo che si possegga una fotocamera con obiettivo adeguato.)

3. Gio 14 gennaio

1. Risolvere il problema proposto sulla *Raccolta di immagini* sulla distanza da cui è stata scattata la foto verso il Cupolone.

2. Una persona tende il braccio verso un oggetto distante, tendendo il pollice orizzontalmente e trasverso alla direzione del braccio (come in aula, con il docente che rivolgeva il braccio verso l'estintore). Sapendo che a) il rapporto tra la distanza occhio-pollice e la larghezza del pollice vale 25; l'oggetto è alto 60 cm,
   $\rightarrow$ si valuti la distanza dell'oggetto dall'osservatore.
   (Si valuti anche l'angolo sotteso dalla larghezza del pollice.)

3. Dati i seguenti punti, le cui coordinate sono date (in R) da
   `x = 0:10`
   `y = c(-3, -1, 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17)`,

   (a) plottare i punti mediante la funzione `plot()`$^{(*)}$ con eventuale opzione per avere le scale logaritmiche;

   (b) dire se l'andamento è lineare, di potenza o esponenziale (vedi dettagli sulla lezione di oggi);

   (c) facendo uso dei punti estremi, ricavarsi i parametri dell'andamento.

   Ad esempio `plot(x, y, col='blue')`

4. Idem, nel caso di
   `x = c(0.00, 0.20, 0.40, 0.60, 0.80, 1.00, 1.20, 1.40, 1.60, 1.80, 2.00)`
   `y = c(10.00, 6.70, 4.49, 3.01, 2.02, 1.35, 0.91, 0.61, 0.41, 0.27, 0.18)`

5. Idem, nel caso di
   `x = c(0.00, 0.20, 0.40, 0.60, 0.80, 1.00, 1.20, 1.40, 1.60, 1.80, 2.00)`
   `y = c(5.0, 6.7, 9.1, 12.3, 16.6, 22.4, 30.2, 40.8, 55.1, 74.4, 100.4)`

6. Idem, nel caso di
   `x = c(1.00, 1.11, 1.22, 1.33, 1.44, 1.56, 1.67, 1.78, 1.89, 2.00)`
   `y = c(2.0, 2.7, 3.7, 4.7, 6.0, 7.5, 9.3, 11.2, 13.5, 16.0)`

7. Idem, nel caso di
   `x = c(1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0)`
   `y = c(5.00, 3.54, 2.89, 2.50, 2.24, 2.04, 1.89, 1.77, 1.67, 1.58)`

8. Un oggetto ruota su una circonferenza di un cerchio di raggio 2 m a velocità costante, compiendo ciascun giro in 1/2 secondo. Si valutino:

   (a) la velocità di rotazione (giri/s);

   (b) la velocità angolare ('ω', rad/s);

   (c) la velocità lungo la traiettoria circolare:

   (d) il modulo dell'accelerazione (centripeta).

9. Un'automobile viaggia a 80 km/h su una curva che può essere vista come un arco di un cerchio di raggio 400 m.

   (a) Si calcoli l'accelerazione centripeta sulla vettura.

(b) Sapendo inoltre che la vettura ha una massa di una tonnellata si calcoli la forza centripeta che agisce sulla vettura.
(c) Infine, 'chi' esercita tale forza sulla vettura?

10. Si immagini un *ipotetico* satellite in orbita circolare 'radente' intorno alla Terra, ovvero leggermente sopra la superficie terrestre. (Tale satellite è soltanto ipotetico per effetto dell'atmosfera, ma la sua analisi è molto istruttiva e tale 'esperimento concettuale' fu inventato dallo stesso Newton.)
Sapendo che l'accelerazione centripeta non può che essere l'accelerazione di gravità g, si calcoli la velocità orbitale di tale ipotetico satellite.

11. Un tubo di diametro 2 cm è posto orizzontalmente e in esso scorre dell'acqua, con un flusso di 30 litri/minuto. Il tubo è unito mediante un raccordo a un secondo tubo di diametro 1 cm e anch'esso posto orizzontalmente. Si calcolino:
    (a) il flusso espresso in m^3/s;
    (b) la velocità dell'acqua nel primo tubo;
    (c) la velocità dell'acqua nel secondo tubo, calcolata scalando opportunamente con i diametri;
    (d) la differenza di pressione nei due tubi, ovvero $P_2 - P_1$ (i dati non sono sufficienti per ottenere i valori assoluti di pressione).

12. Un grosso recipiente pieno è posto in posizione rialzata e nel punto più basso della parete laterale è praticato un foro (orizzontale) di diametro 1 cm. Il foro è inizialmente tappato. Il recipiente viene riempito di acqua, in modo tale che il livello dell'acqua si trovi a un metro dal fondo. Improvvisamente il tappo viene tolto e l'acqua comincia a schizzare orizzontalmente.
Calcolare (pensando ai primi secondi di fuoriuscita – poi le cose cambiano quando il livello dell'acqua si abbassa sensibilmente):
    (a) la velocità del getto d'acqua;
    (b) il flusso di acqua espresso in kg/s.

13. Una torcia emette luce molto collimata, tale che a 3 m di distanza essa formi un cerchio luminoso di diametro 30 cm. Assumendo che l'illuminamento su tale superficie sia circa omogeneo e che valga 10000 lx, calcolare
    (a) il flusso luminoso prodotto dalla torcia;
    (b) l'intensità luminosa della sorgente luminosa.

    (Riportare anche l'angolo solido entro cui è emessa la luce.)

14. Calcolare la costante solare (fuori l'atmosfera) nell'ipotesi che la temperatura del Sole aumenti o diminuisca
    (a) dell'1%;
    (b) del 5%;
    (c) del 10%.

15. Risolvere il problema proposto nelle slides sulla fotometria sulla misura della temperatura del Sole a partire dalla potenza irradiata per ogni m^2 di superficie.