Fisica per Scienze Naturali (Giulio D'Agostini)
— Quaderno individuale (AA 2017-2018)—

1 giugno 2018

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.
- I problemi proposti vanno svolti regolarmente, ovvero prima della lezione successiva.
- Sul quaderno le soluzioni vanno identificate con la lezione nella quale i problemi sono stati assegnate e con il nr di problema della lezione (ad es 1.2, etc.).
- È sconsigliato trascrivere le tracce, mentre si raccomanda di appuntarsi bene, seppur in modo schematico il procedimento e le ipotesi (leggi fisiche, etc.) usate per svolgerlo in quanto saranno molto utili per la preparazione all'esame (vedi punto successivo).
- 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.
    (Durante l'orale sarà possibile consultare il *formulario del corso* – si veda sul sito per la versione del 2017.)

  Queste agevolazioni sono valide nella sessione estiva.
- Le cose 'da sapere' sono costanti fisiche, formule e altro che

Problemi e valutazioni numeriche

1 (Mar 6 marzo)

1. Determinare la densità della candela dalle misure effettuate in aula (gli assenti si facciano dare i valori misurati dai presenti).
2. Esprimere $g = 9.8\,(\mathrm{m/s})/\mathrm{s}$ in "(km/h)s".

3. Data la *famosa* formula (che un giorno deriveremo) che dà lo spazio percorso in un moto uniformemente accelerato, $s = a\,t^2/2$, si calcoli, *nell'ipotesi di sola forza di gravità* (ovvero <u>in assenza di resistenza dell'aria</u>):
   (a) il tempo impiegato da una goccia di pioggia per cadere da 2000 m di altezza;
   (b) la velocità (in m/s e in km/h) con cui la goccia cade a terra.
4. Calcolare la forza di attrazione gravitazionale fra due sfere di piombo di diametro 10 cm a contatto fra di loro.
5. Calcolare la forza media (alla distanza media) con cui si attraggono Terra e Luna (per i valori delle masse si veda su Wikipedia).
6. Calcolare l'accelerazione della Luna verso la Terra (considerando il solo sistema Terra-Luna) ed esprimerla sia in $\mathrm{m/s^2}$ che in (mm/s)/s.
7. Una bilancetta elettronica (tipo quella usata a lezione) è tenuta in posizione verticale e, stringendola (non troppo energicamente) fra due dita il display indica 1257.2 g. Calcolare la forza esercitata dalle dita sulla bilancia.

2 (Gio 8 marzo)

1. Misure di densità
   (a) Blocco di legno ('parallelepipedo'):

$$\begin{aligned} m &= 229.35\,\mathrm{g} \\ h &= 17.4\,\mathrm{cm} \\ a &= 7.5\,\mathrm{cm} \\ b &= 4.72\,\mathrm{cm} \end{aligned}$$

   (b) Piramide (a base quadrata) di plexiglass (o vetro?):

$$\begin{aligned} m &= 77.95\,\mathrm{g} \\ h &= 4.50\,\mathrm{cm} \\ l &= 4.67\,\mathrm{cm} \end{aligned}$$

   (c) Blocco di polistirolo ('parallelepipedo' a base quadrata):

$$\begin{aligned} m &= 22.94\,\mathrm{g} \\ h &= 19.7\,\mathrm{cm} \\ l &= 9.07\,\mathrm{cm} \end{aligned}$$

   Informazioni aggiuntive (vedi dopo): temperatura ambiente circa 20 gradi, $P =$ 1011.5 mb (da servizio meteo), umidità 'normale' (70%?).

   (d) Uovo sodo (con a e b i due assi):

$$\begin{aligned} m &= 72.79\,\mathrm{g} \\ a &= 5.9\,\mathrm{cm} \\ b &= 4.7\,\mathrm{cm} \end{aligned}$$

   Variazione livello di acqua (diametro interno del bicchiere cilindrico 6.25 cm): 6.1 cm $\rightarrow$ 8.1 cm.

(e) Uovo crudo:

$$\begin{aligned} m &= 69.19\,\mathrm{g} \\ a &= 6.02\,\mathrm{cm} \\ b &= 4.55\,\mathrm{cm} \end{aligned}$$

Variazione livello di acqua: $6.1\,\mathrm{cm} \to 7.9\,\mathrm{cm}$.

(f) Sasso bianco:

$$m = 127.44\,\mathrm{g}$$

Variazione livello di acqua: $6.0\,\mathrm{cm} \to 7.35\,\mathrm{cm}$.

(g) Sasso nero:

$$m = 69.21\,\mathrm{g}$$

Variazione livello di acqua: $7.35\,\mathrm{cm} \to 8.2\,\mathrm{cm}$.

2. Spinta di Archimede (importante soprattutto per il blocco di polistirolo):
   (a) facendo uso dell'equazione di stato dei gas perfetti, si calcoli il numero di moli di aria 'spostato' dal polistirolo;
   (b) facendo regionevoli assunzioni sulla composizione dell'aria, si calcoli la massa di aria 'spostata'.

3. Densità del polistirolo corretta della spinta di Archimede:
   (a) si determini la massa 'vera' del polistirolo;
   (b) si determini il valore 'vero' della sua densità.

3 (Lun 12 marzo)

Note:

- Per la comprensione dei problemi (e per riguardarseli in preparazione dell'orale) è importante corredarli di **figure esplicative** e appuntarsi (seppur in modo schematico) anche la formula generale e/o il principio fisico usato.
- Si ricorda che le **dimensioni fisiche** vanno riportate in tutti i passaggi. Ad esempio, un passaggio del tipo
  $$v = \frac{20}{5} = 4\,\mathrm{m/s}$$
  contiene **due** (o tre) errori: prima perché '20' e '5', senza unità di misura, non sono grandezze fisiche; e poi perché nel passaggio successivo l'unità di misura (m/s) è stata inventata!
- Per ora riportare i risultati con molte **cifre**. Vedremo nel seguito qual'è il numero 'giusto' (o se non altro ragionevole).

Problemi

1. Densità di oggetto fatto da un cono e un cilindro sovrapposti (misure non effettuate in aula):
   a) diametro del cilindro (e della base del cono): $3.70\,\mathrm{cm}$;
   b) altezza del cilindro: $1.00\,\mathrm{cm}$;
   c) altezza totale (cono + cilindro): $9.00\,\mathrm{cm}$;
   d) massa totale: $114.93\,\mathrm{g}$.

2. Sul problema della densità delle uova (2.1.d-e): cosa si ottiene se il volume viene calcolato usando la formula valida per un ellissoide?

3. Sul problema delle sfere di piombo (1.4), con la variante di considerarle separate inizialmente si un millimetro (tanto per avere uno spazio minimo, ma senza la necessità di ricalcolare le forze). Si calcolino

   (a) l'accelerazione con la quale (in assenza di altre forze) ciascuna sfera va verso l'altra;

   (b) di quanto esse si avvicinano nel primo secondo da quando sono lasciate libere di muoversi.

4. Due oggetti, uno di piombo e l'altro di polistirolo vengono pesati su una bilancia di precisione posta in aria. In entrambi i casi si ottiene una lettura di 1000.00 g. Valutare la massa dei due corpi, tenendo conto della spinta di Archimede.
   (Si usino, <u>solo</u> per questo problema, $\rho_{aria} = 1.225\,\text{kg/m}^3$ e $\rho_{polistirolo} = 20.00\,\mathbf{kg}/\text{m}^3$)

5. Sul problema del *dito nell'acqua*. Si immagini di immergere un *cilindro di alluminio* in acqua fino a 3.00 cm. Sapendo che la lettura sulla bilancia passa da 123.12 g a 128.25 g, si determini il diametro del cilindro.

6. Continuazione del problema precedente: si immagini di ripetere l'esperimento con un **cilindro di piombo** dello stesso diametro di quello di alluminio, immergendolo anche questa volta di 3.00 cm. Dire, giustificando la risposta, se la variazione della lettura sulla bilancia è uguale, maggiore o minore del caso precedente.

4 (Mar 13 marzo)

1. Un oggetto di 100.00 g (certificati!) è posto su una bilancia perfettamente calibrata. Sulla bilancia viene letto un valore di 90.00 g, in quanto l'oggetto è leggermente tirato verso l'alto con un filo. Valutare il valore della forza esercitata dal filo sul corpo.

2. Effettuare i conti della misura della circonferenza terrestre da parte di Eratostene ipotizzando 7.2 gradi su 840 km. (Si ipotizza che le due città siano circa sullo stesso meridiano.)

3. Dalla distanza (media) Terra-Luna e dalla durata del suo periodo di rivoluzione intorno alla Terra, si calcoli la velocità della Luna intorno alla Terra.

4. (Continuazione del problema precedente). Calcolare quanto impiega la Luna a percorrere un tratto di orbita di lunghezza pari a un diametro terrestre. (Vedremo a lezione l'importanza storica di questo 'esercizio'.)

5. Si calcoli anche la velocità angolare della Luna intorno alla Terra, esprimendola in gradi/giorno.

6. Ripetere l'esercizio per il caso della rivoluzione della Terra intorno al Sole (in approssimazione di orbita circolare):

   (a) velocità espressa in U.A./anno, in km/h e in km/s ('U.A.' sta per Unità Astronomica);

   (b) velocità angolare, espressa in gradi/giorno.

5 (Gio 15 marzo)

Attenzione: Nel problema 3.4 la densità del polistirolo doveva essere $20\,\text{kg/m}^3$: → **correggere** la soluzione.
Nota: il numero di problemi sembra elevato, ma alcuni li abbiamo già fatti a lezione e bisogna metterci solo i valori numerici. Comunque non c'è nessuna fretta di farlu tutti entro la prossima lezione: è più importante di leggerli tutti e capire almeno le difficoltà concettuali che presentano.

1. Velocità media
   (a) Un auto percorre 50 km a 50 km/h e i successivi 50 km a 100 km/h: calcolare la velocità media.
   (b) Un auto viaggia per 30 minuti a 50 km/h e per i successivi 30 minuti a 100 km/h: calcolare la velocità media.
2. Un auto passa da 0 a 100 km/h in 12 secondi. Calcolare l'accelerazione media.
3. Un auto parte da ferma (ovvero $v_0 = 0$) ed è soggetta a una accelerazione costante di 10 (km/h)/s.
   (a) Si grafichi sul quaderno la velocità in funzione del tempo nei primi 10 secondi del moto.
   (b) Si calcoli la velocità raggiunta a $t = 10\,\text{s}$.
   (c) Si calcoli la velocità media (v_m) nei primi 10 secondi del moto.
   (d) Facendo uso della velocità media si calcoli la distanza percorsa in 10 secondi.
4. Sul problema precedente: indicando con a la generica accelerazione e con t il generico istante (e mantenendo $v_0 = 0$) si ottengano le relazioni generali per
   (a) $v(t)$;
   (b) $v_m(t)$;
   (c) $s(t)$.
5. Valutare la variazione di pressione in funzione dell'altezza, espressa in mb/m per
   (a) acqua;
   (b) aria (a temperatura e pressione 'normali').
6. Pressione prodotta sulla mano da un pezzettino di carta da stampanti (vedi lezione), sapendo che essa ha una densità[1] di $80\,\text{g/m}^2$.
7. Pressione prodotta sulla mano dalle monete da un centesimo e da un euro (masse 2.35 g e 7.46 g; diametri 1.63 cm e 2.33 cm).
8. Si ipotizzi che la differenza di pressione fra l'interno e l'esterno di un 'pallone' che copre una piscina sia di 50 mb (pressione interna maggiore di quella esterna, per ovvi motivi). Si calcoli la forza su un metro quadrato di telo del pallone.

[1] Si tratta di 'densità superficiale', tipicamente indicata con il simbolo σ, ovvero massa per unità di superficie.

9. Un ‘canottino’, contenente una ‘incudine’, è a galla sull’acqua di una ‘piscina’ (lessico mutuato dai cartoni animati). Successivamente l’incudine viene tolta dal canottino e fatta affondare. Si dica, giustificando la risposta, se il livello dell’acqua rimane invariato, aumenta o diminuisce (ovviamente stiamo assumendo che nelle operazioni non ci siano schizzi o altro che possa modificare la massa di acqua nella ‘piscina’).
(Si provi a fare l’esperimento usando una brocca per la ‘piscina’, una scatolina di plastica per il ‘canottino’ e qualche oggetto metallico, abbastanza largo per evitare ribaltamenti, per l’‘incudine’. Le migliori foto saranno messe sul sito del corso.)

6 (Lun 19 marzo)

1. In una giornata piovosa senza vento, le tracce della pioggia sul finestrino laterale di un auto sono inclinate rispetto alla verticale. Sapendo che l’auto va 60 km/h e che le tracce di pioggia sul finestrino formano un angolo di 60° rispetto alla verticale, si valuti la velocità della pioggia.[2]

2. Una vasca d’acqua dalla superficie a forma rettangolare (superficie $35\,\mathrm{m}^2$) e fondo orizzontale contiene 900 tonnellate di acqua. Un recipiente a forma cilindrica dalla sezione di $1\,\mathrm{m}^2$ ne contiene invece solo 10 tonnellate. Dire in quale dei due casi la pressione che l’acqua esercita sul fondo è maggiore.

3. Esperimento in aula dei lanci orizzontale di una moneta. Essendo l’altezza del tavolo pari a 79.0 cm ed essendo la distanza orizzontale raggiunta nei due lanci pari rispettivamente a 102 cm e 152 cm, determinare, nei due casi:

   (a) il *tempo di volo* della moneta, ovvero il tempo trascorso da quando si stacca dal tavolo a quando atterra;
   (b) la velocità finale della moneta, sia orizzontale (v_x) che verticale (v_y);
   (c) il modulo della velocità finale.

7 (Mar 20 marzo)

1. Ancora sul problema 3 della volta scorsa. Si calcoli, nei due casi, l’angolo che il vettore velocità forma con il piano del pavimento al momento dell’impatto.

2. Si immagini di avere un pezzo di ghiaccio che galleggia sull’acqua. Si dica se dopo che il ghiaccio si è sciolto il livello dell’acqua nel recipiente aumenta, diminuisce o resta invariato.
(Possibilmente fare esperimento a casa, avendo la precauzione di usare un recipiente stretto al fine di massimizzare la *sensibilità* dell’esperimento) e di comprirlo mentre il ghiaccio si scioglie per evitare perdite di acqua per evaporazione.

3. Si calcoli la velocità di *ipotetica* orbita circolare radente intorno alla Terra a partire dall’accelerazione di caduta libera (g) e dal raggio della Terra.

4. Dalla velocità di rivoluzione della Terra attorno al Sole (vedi problema 4.6.a) e dalla distanza media Terra-Sole (approssimazione di orbita circolare) si calcolino:

   (a) l’accelerazione centripeta della Terra verso il Sole;

[2] Per la velocità delle gocce di pioggia (**dopo** aver risolto il problema) si veda ad esempio `http://wxguys.ssec.wisc.edu/2013/09/10/how-fast-do-raindrops-fall/`.

(b) lo spazio ‘di caduta’ della Terra verso il Sole nel primo secondo (in unità appropriata facilmente memorizzabile);

(c) la massa del Sole.

5. Un punto materiale è lanciato con una velocità di 10 m/s e un angolo di 30 gradi rispetto al piano orizzontale. Si calcolino:(*)

   (a) componente orizzontale e verticale della velocità;

   (b) tempo impiegato a raggiungere il punto più alto;

   (c) velocità nel punto più alto;

   (d) altezza massima raggiunta;

   (e) *gittata*, ovvero la distanza dal punto in cui è stato lanciato e quello in cui ricade (i due punti sono sullo stesso piano orizzontale);

   (f) il *tempo di volo* totale.

   (*) **Si raccomanda di risolvere il problema usando delle formule risolutrici**, in cui inserire in secondo tempo i valori numerici, così da poter risolvere, all’occorrenza, problemi analoghi con diversi valori iniziali.

8 (Lun 26 marzo)

1. Sulla relazione che lega velocità alla distanza dal Sole: immaginando un ipotetico pianeta che dista dal Sole il doppio della Terra.

   (a) Si calcoli il rapporto fra la velocità del pianeta e quella della Terra.

   (b) Si calcoli il rapporto fra la velocità angolare del pianeta e quella della Terra.

   (c) Si calcoli il rapporto fra il periodo di rivoluzione del pianeta e quello della Terra.

   (Ovviamente sotto l’ipotesi di orbite circolari.)

2. Sulla stazione orbitale (ISS), assumendo orbita circolare 400 km sopra la superficie terrestre,

   (a) si calcoli di quanto ’cade’ verso Terra la ISS, con tutti gli astronauti, nel primo secondo;

   (b) si calcoli la velocità di rivoluzione intorno alla Terra;

   (c) si calcoli il periodo di rivoluzione intorno alla Terra.

   Nota: invece di ricominciare da capo, si riscalino, quando è possibile, i valori ottenuti per l’ipotetica orbita radente.

3. Sul satellite in orbita geostazionaria:

   (a) si calcoli la distanza del satellite dalla superficie terrestre;

   (b) si calcoli la velocità orbitale;

   (c) si calcoli di quanto cade nel primo secondo.

   Nota: invece di ricominciare da capo, si riscalino, quando è possibile, i valori ottenuti per l’ipotetica orbita radente.

4. Una moneta di massa m è poggiata su una tavoletta tenuta orizzontale. La tavoletta è inizialmente ferma. Poi, mediante un braccio meccanico viene accelerata, sia verso l'alto, facendola rimanere orizzontale (e ovviamente la moneta la segue, entro certi limiti). Si calcoli la forza che la tavoletta esercita sulla moneta nei seguenti casi:

   (a) Essa è ferma.

   (b) Essa scende con velocità costante verso il basso.

   (c) Essa scende con velocità costante verso l'alto.

   (d) Essa è accelerata verso l'alto con accelerazione pari a $g/2$ (in modulo).

   (e) Essa è accelerata verso il basso con accelerazione pari a $g/2$ (in modulo).

   (f) Essa è accelerata verso il basso con accelerazione pari a g (in modulo).

   [Lo scopo del problema è far capire l'esperimento in aula dei due cancellini uno sopra l'altro che venivano lasciati cadere – questa situazione corrisponde al caso (`f`), legato alla "caduta libera" degli astronauti all'interno della ISS.]

9 (Mar 27 marzo)

Note sul quaderno (in ordine sparso)

- Le figure vanno fatte prima e non dopo i conti in quanto è su di esse che si imbastisce il ragionamento.
- Usare simboli standard, ad esempio ρ per la densità e non D o d, o altro (e, a proposito, evitare il termine 'peso specifico').
- Si raccomanda di riportare le grandezze fisiche con le unità di misura, e possibilmente che abbiano un 'significato percepibile'.
- Meglio scrivere qualche passaggio in più, per ricordarsi cosa è stato fatto che riportare il risultato secco. (Come minimo vanno riportate le formule sulle quali ci si è basati.)
- Non lasciare pagine bianche per un (lontano, improbabile) futuro in cui i problemi andranno fatti o completati.
- Le grandezze vanno ricavate dalle tracce e da quanto fatto a lezione (ad esempio chi si è calcolato la massa del Sole a partire da dimensioni e densità trovate su internet non ha compreso l'intento dell'esercizio – in particolare, la densità del Sole rappresenta un punto di arrivo del percorso che stiamo seguendo).

Problemi

1. Riportare sul quaderno la soluzione grafica del quesito nr. 18 del Test di Autovalutazione.

2. Sapendo che Giove dista 5.2 U.A. da Sole, trovare, **tramite opportune proporzioni** rispetto ai parametri orbitali della Terra:

   (a) quanti anni (terrestri) impiega Giove a compiere una rivoluzione intorno al Sole;

   (b) la sua velocità di rivoluzione;

   (c) la sua velocità angolare (espressa in gradi/giorno e in gradi/mese).

(d) di quanto ‘cade’ verso il Sole nel primo secondo.

3. Un ipotetico pianeta dista dal suo sole quanto la Terra dista dal Sole, ma la sua velocità di rivoluzione è doppia rispetto a quella della Terra intorno al Sole. Si valuti il rapporto fra la masse di tale sole e la massa di quello nostro.
   (Anche in questo caso si faccia uso di **opportune proporzioni**.)

4. Valutare la massa di Giove dai seguenti dati orbitali del suo satellite Io:

   - circonferenza orbitale 2.65 milioni di chilometri;
   - periodo orbitale 1g 18h 27’.

5. Sulla terza legge di Keplero, scritta nella forma $R^3/T^2 = K$:

   (a) Calcolare $K_{\odot}$ sia in $\mathrm{AU}^3/\mathrm{y}^2$ che in $\mathrm{m}^3/\mathrm{s}^2$, ove AU sta per unità astronomica e y per anno.
   (b) Dai dati orbitali della Luna intorno alla Terra valutare $K_{\text{♁}}$ (in $\mathrm{m}^3/\mathrm{s}^2$).
   (c) Dai dati orbitali di Io intorno a Giove valutare $K_{\text{♃}}$ (in $\mathrm{m}^3/\mathrm{s}^2$).
   (d) Valutare infine $K_{\odot}/K_{\text{♃}}$, $K_{\text{♃}}/K_{\text{♁}}$ e $K_{\odot}/K_{\text{♁}}$.

6. Le misure orbitali di un ipotetico *esopianeta* che gira intorno al suo sole danno $K_{\mathtt{X}}/K_{\odot} = 4$. Cosa si può dire sulla massa di quel sole (‘X’) rispetto al nostro?

10 (Gio 5 aprile)

Emergenza trigonometria (oltre a quella già nota su derivate e integrali), che si riflette in alcuni dei problemi proposti.

1. Sapendo che la posizione di un punto materiale in funzione del tempo è data, in un certo intervallo, dalla equazione oraria $x(t) = x_0\, e^{\alpha t}$, si valuti l’espressione della velocità e dell’accelerazione in funzione del tempo.

2. Sapendo che la posizione di un punto materiale in funzione del tempo è dalla equazione oraria $x(t) = x_M \cos \omega t$, si valuti l’espressione della velocità e dell’accelerazione in funzione del tempo.

3. Dalla foto dell’eclisse (parziale) di Luna posta sul sito si valuti il rapporto fra diametro della Luna e diametro della Terra in *approssimazione di cilindro d’ombra*.

4. Si assuma che il Sole sia ‘infinitamente distante’ dalla Terra, ovvero che l’ombra della Terra illuminata dal sole definisca un cilindro (ovvero che il cerchio di ombra non dipenda dalla distanza). Usando la distanza Terra-Luna e il periodo di rivoluzione della Luna intorno alla Terra si calcoli il tempo che trascorre da quando la luna comincia ad entrare nel cilindro di ombra della Terra a quando comincia ad uscirne. (Si assuma che la Luna si muova lungo un diametro della sezione del suddetto cilindro, ovvero che l’eclissi risultante abbia durata massima)

5. Quando la Luna è al quarto perfetto, essa forma con Terra e Sole un triangolo rettangolo. Utilizzando i valori medi di distanza Terra-Luna e Terra-Sole, si valuti

   (a) l’angolo α nel vertice corrispondente al Sole;

(b) l'angolo che avrebbe misurato Aristarco di Samo su un apposito strumento che puntava da una parte verso la Luna e dall'altra verso il Sole.

6. Usando dimensioni e distanze (medie) di Sole e Luna, si calcolino:

   (a) i diametri angolari espressi in gradi e in radianti;

   (b) gli inversi dei diametri angolari espressi in radianti.

7. Facendo uso del diametro angolare del Sole e della foto del tramonto su San Pietro posta sul sito, si valuti da che distanza è stata scattata la foto.

8. Approssimazioni (saranno importanti nel seguito):

   (a) Trasformare 5 gradi in radianti; quindi calcolare (usando la calcolatrice) seno e tangente e confrontare i valori con l'angolo espresso in radianti.

   (b) Ripetere l'esercizio per 1 grado.

   (c) Calcolare in modo approssimativo (a mente!!) 1.02^2, 0.997^2, $\sqrt{1.04}$, $1/1.015$.

   (d) Dato $\alpha = 0.04$ radianti si calcolino in modo approssimativo (a mente!!) $\sin\alpha$ e $\cos\alpha$

   (Si usi la calcolatrice solo dopo aver risolto gli esercizi, per controllo.)

9. Si calcoli l'altezza del soffitto dell'aula Pasquini ipotizzando la seguente triangolazione:

   - altezza da terra dello schienale della sedia (posta sulla scrivania): 180 cm;
   - distanza dal vertice del triangolo alla base della sedia: 230 cm;
   - distanza dal vertice del triangolo alla parete: 10.3 m.

   (Nota: le misure sono alquanto sommarie, servono solo come spunto per una triangolazione).

10. Esercizio in aula (già svolto: da ricopiare in bella sul quaderno con tanto di disegno) per valutare la distanza dell'estintore:

    - larghezza del pollice: 2.5 cm;
    - distanza occhio-pollice: 60 cm
    - larghezza dell'estintore: 15 cm.

11. **Ciascuno misuri** la propria distanza occhio-pollice (d) e la larghezza del proprio polllice L, calcolando quindi

    - L/d (cosa rappresente, approssimativamente?);
    - d/L (è la grandezza da ricordare per fare valutazioni "a occhio" di distanze *ipotizzando* le dimensioni di un oggetto lontano).

11 (Lun 9 aprile)

1. Sulla falsariga di quanto fatto per il cono, si calcoli mediante opportuo integrale il volume di una piramide a base quadrata avente altezza h e lato L.
   Suggerimento: indichi con x la coordinata lungo l'asse della piramide a partire dal vertice; si indichi con $l(x)$ il lato del quadrato alla distanza x dal vertice, tale quindi che $l(0) = 0$ e $l(h) = L$.

2. Problema sull'ipotetico pozzo per il centro della Terra. Nell'ipotesi che quella che conta ai fini delle forza sull'oggetto è la sola massa della sfera di raggio $|r|$ (con r la posizione dell'oggetto dentro il tunnel, con origine nel centro della Terra), si calcoli

   - l'espressione della massa della sfera di raggio $|r|$;
   - la forza $F(r)$ che agisce sull'oggetto quando è nella posizione r (con verso positivo uscente);
   - l'accelerazione $a(r)$ a cui il corpo è soggetto quando si trova nel punto r.

   Si calcoli infine la relazione che intercorre fra $a(r)$ e la posizione r.

3. Le coordinate cartesiane di un punto che si muove su una circonferenza di raggio R sono $x = R\cos\omega t$ e $y = R\sin\omega t$, con ω la velocità angolare. si calcolino

   (a) le velocità delle due componenti, ovvero v_x e v_y;

   (b) le accelerazioni delle due componenti, ovvero a_x e a_y.

4. Immaginate di essere in una località del Tirreno, ove sul litorale sti staglia un pino maritmo con un 'ombrello' di circa 10 metri di diametro. Un certo giorno dell'anno il sole tramonta proprio dietro di esso (rispetto a dove siete voi). Calcolate a che distanza vi dovete mettere per fotografare il pino in modo tale che il sole sia esattamente dietro l'ombrello del pino (ovvero i due diametri angolari dal punto di osservazione siano uguali).

12 (Mar 10 aprile)

1. Si calcoli la lunghezza dell'ombra di un palo di 10 m, eretto verticalmente su una superficie pianeggiante a Roma ("40°N" nominali)

   - il 21 marzo;
   - il 21 giugno;
   - il 21 dicembre.

2. Continuazione del problema 11.2, svolto a lezione, arrivando a una relazione fra $a(r)$ e r del tipo

   $$a(r) = -\omega^2 x\,,$$

   con "ω^2" opportuno, e la cui soluzione generale, *come sapevamo*, è del tipo

   $$x(t) = A\cos(\omega t + \varphi)\,.$$

   (a) Trovare quanto vale ω.

(b) Trovare quanto vale $T = 2\pi/\omega$ e lo si confronti con il periodo della ipotetica orbita radente intorno alla Terra (vedi problema 7.3).[3]

3. Ancora sul problema precedente. Sapendo che inizialmente l'oggetto era stato lasciato cadere nell'ipotetico pozzo, ovvero $r(t=0) = R_T$ e $v_r(t=0) = 0$,

   (a) si trovino i valori di A e di φ;

   (b) si calcoli il tempo impiegato

      i. per raggiungere il centro della Terra;

      ii. per raggiungere l'altro estremo del tunnel (diametralmente a quello di partenza).

4. Da $r(t)$ si calcoli l'espressione di $v_r(t)$, e in particolare si calcoli la velocità con la quale l'oggetto transita per il centro della Terra (si usi il tempo ottenuto nel punto b.i del problema precedente).

5. Un elastico, di costante elastica $k = 10\,\mathrm{N/m}$ è usato per tirare orizzontalmente una bottiglietta d'acqua ($m = 0.50\,\mathrm{kg}$) poggiata su un tavolo orizzontale (come a lezione). Sapendo che il coefficiente di attrito **statico**[4] vale $\mu_S = 0.2$ si calcoli di quanto si può allungare l'elastico prima che la bottiglia cominci a muoversi.

6. Continuazione del problema precedente. Sapendo inoltre che il coefficiente di attrito dinamico vale $\mu_D = 0.1$, si calcoli l'allungamento dell'elastico quando la bottiglietta, trainata mediante l'elastico, procede a velocità costante.

13 (Gio 12 aprile)

1. Un ipotetico pianeta, privo di atmosfera, ha lo stesso diametro della Terra. Sapendo che il periodo di 'orbita radente' intorno a tale pianeta è il doppio di quello della (ipotetica) orbita radente intorno alla Terra, si valuti il rapporto fra la densità di tale pianeta e quella della Terra.

2. Misura della costante elastica della molla effettuata a lezione:

   - aggiungendo una massa di 160 g la molla si è allungata di 3.6 cm.

   $\rightarrow k$ (in N/m).

3. Continuazione del problema precedente.
   Successivamente vengono aggiunti altri altri dischetti e la molla si porta a un nuovo punto di equilibrio. Quindi la massa sospesa viene fatta oscillare e si misura un periodo di oscillazione di 0.65 s.
   $\rightarrow$ Si valuti il valore della massa totale sospesa.

4. Continuazione del problema precedente.
   Valutare la velocità massima raggiunta dalla massa sospesa durante le oscillazioni quando l'allungamento iniziale vale

   (a) 1.00 cm;

[3] Possibilmente non si confrontino soltanto i valori numerici, ma anche le formule che danno T nei due casi.
[4] Nella versione precedente era stato scritto 'elastico', che chiaramente non ha senso.

(b) 4.00 cm.

Inoltre
(c) Come cambia il periodo nei due casi?

5. Dati i generici vettori $\vec{a} = \{-2, 3\}$ e $\vec{b} = \{1, -1\}$:
   (a) disegnare i vettori sul quaderno (in scala);
   (b) calcolare i moduli dei vettori;
   (c) calcolare il prodotto scalare fra i vettori;
   (d) confrontando il risultato con la formula del prodotto scalare come "prodotto dei moduli per il coseno dell'angolo compreso", si ricavi l'angolo fra $\vec{a}$ e $\vec{b}$.

6. Ripetere il problema per i vettori $\vec{a} = \{2, 2\}$ e $\vec{b} = \{-3, 3\}$.

14 (Lun 16 aprile)

1. Su una tavola rettangolare rigida di spessore 'trascurabile' è adagiata a terra e su di essa è poggiato un oggetto. La tavola viene inclinata molto lentamente (come esperimento in aula con la monete su tavolinetto) finché l'oggetto comincia a scivolare. Da quel preciso istante l'inclinazione viene mantenuta costante. Sapendo che nell'istante in cui l'oggetto comincia a muoversi l'oggetto si trova a 1.00 m dal lato ancora adagiato sul pavimento e a un'altezza di 40 cm dal pavimento stesso,
   - si valuti il coefficiente di attrito statico oggetto-tavolo.

2. (Continuazione del problema precedente) Sapendo che per tale combinazione oggetto-tavolo il coefficiente di attrito dinamico vale esattamente la metà del coefficiente di attrito statico, si calcolino
   (a) l'accelerazione con cui l'oggetto scivola lungo il piano inclinato;
   (b) il tempo necessario per arrivare al pavimento;
   (c) la velocità finale con la quale l'oggetto arriva in fondo alla tavola ("un istante prima" di toccare il pavimento, ovviamente).

3. Una sfera di polistirolo di 20 g viene fatta cadere verticalmente e, per effetto della resistenza dell'aria, essa raggiunge una velocità asintotica di 2 m/s. Nell'ipotesi di una forza di resistenza proporzionale alla velocità si calcoli il coefficiente β.

4. Un veicolo di 1000 kg (inclusi autista, passeggeri e bagagli) viaggia su un tratto di strada perfettamente orizzontale alla velocità di 100 km/h. Improvvisamente è messo a folle e la velocità comincia a diminuire per effetto dell'attrito dell'aria. Nell'ipotesi che il solo attrito sia quello dell'aria e che la sua forza sia proporzionale alla velocità con $\beta = 30\,\mathrm{N/(m/s)}$:
   (a) si ricavi l'espressione della velocità in funzione del tempo, $v(t)$;
   (b) si calcoli il tempo impiegato affinché la velocità del veicolo si dimezzi.

   (c) Si calcoli inoltre l'espressione dell'accelerazione in funzione del tempo, $a(t)$.

Problemi (parzialmente) svolti in aula

5. Un punto materiale si muove secondo la seguente equazione oraria

$$x(t) = x_0 + \alpha t + \beta t^2 + \gamma t^3$$

con $x_0 = 5\,m$, $\alpha = -10\,\mathrm{m/s}$, $\beta = 1\,\mathrm{m/s^2}$ e $\gamma = -0.01\,\mathrm{m/s^3}$.

   (a) Trovare le espressioni di $v_x(t)$ e di $a_x(t)$.

   (b) Trovare il tempo t_1 per il quale l'accelerazione si annulla; calcolare poi $x(t_1)$ e $v_x(t_1)$.

   (c) Trovare il tempo t_2 per il quale la velocità si annulla; calcolare poi $x(t_2)$ e $a_x(t_2)$.

6. Un punto materiale è sottoposto ad accelerazione costante a_x.

   (a) Si calcoli la variazione di velocità fra 0 e t, $\Delta v_x|_0^t$, e quindi, sapendo che $v_0(0) = v_{x_0}$, si ricavi l'espressione di $v_x(t)$.

   (b) Successivamente, facendo uso di $v_x(t)$ ricavata nel punto precedente, si calcoli la variazione di posizione fra 0 e t, $\Delta x|_0^t$, e quindi, sapendo che $x(0) = x_0$, si ricavi l'espressione di $x(t)$.

Nota:

- negli integrali si faccia attenzione ai simboli al fine di non confondere la variabile di integrazione con l'estremo superiore t;
- a lezione sono stati anche dati dei valori numerici di x_0 e v_{x_0}, ma non sono strettamente necessari in quanto il problema è di tipo generale.

15 (Mar 17 aprile)

1. Trovare la relazione fra la *costante di tempo* τ e il *tempo di dimezzamento* $t_{1/2}$ di un andamento esponenziale negativo $x_0\, e^{-t/\tau}$.

2. Trovare la relazione fra la *costante di tempo* τ e il *tempo di raddoppio* $t_{\times 2}$ di un andamento esponenziale positivo $x_0\, e^{t/\tau}$.

3. Calcolare τ e $t_{1/2}$ del problema 14.4.

4. Al centro di uno stagno circolare è posta una ninfea la quale cresce in continuazione (giorno e notte), raddoppiando la propria superficie ogni 10 ore. Dopo 300 **ore** occupa interamente la superficie dello stagno.

   (a) Dopo quante ore ne occupava esattamente la metà?

   (b) Si calcoli la costante di tempo di crescita.

5. Sul problema del *tacchino esponenziale*: sapendo che quando pesava 5 kg la sua 'voracità' (a cui corrispondeva il tasso di crescita) era di 50 g/h, calcolare

   (a) α e τ della crescita esponenziale;

   (b) il tempo di raddoppio ($t_{\times 2}$);

(c) massa e 'voracità' dopo 20 h;

(d) il tempo impiegato per arrivare a 100 kg.

6. Per *costante solare* si intende potenza per unità di superficie che arriva dal Sole alla Terra (all'esterno dell'atmosfera). Prendendo come riferimento un valore di tale costante di $1400\,\mathrm{W/m^2}$, si calcoli

   (a) la potenza dell'irraggiamento solare sull'intera Terra (fuori dell'atmosfera);

   (b) la potenza totale emessa dal Sole;

   (c) la potenza per unità di superficie emessa dalla superficie solare;

   (d) la costante solare su Giove (si riscali opportunamente il valore sulla Terra, usando per la distanza Giove-Sole il vvalore approssimato di 5.2 U.A.).

7. Un pannello solare di $1\,\mathrm{m^2}$ è esposto al sole in una splendida giornata. Assumendo un irraggiamento del Sole al suolo di $1000\,\mathrm{W/m^2}$ e una efficienza di conversione (intesa come percentuale di energia solare trasformata in energia elettrica) del 15%, si calcoli la potenza elettrica fornita dal pannello nelle seguenti condizioni:

   (a) i raggi solari incidono perpendicolarmente al pannello;

   (b) il pannello è a Roma, posizionato orizzontalmente, il 21 di marzo, nell'istante esatto del mezzogiorno solare;

   (c) il pannello è a Roma, posizionato orizzontalmente, il 21 di giugno nell'istante esatto del mezzogiorno solare;

   (d) il pannello è a Roma, posizionato orizzontalmente, il 21 di dicembre nell'istante esatto del mezzogiorno solare.

   (Si raccomanda, mediante opportuni disegni e con un po' di raziocinio – a giugno si deve produrre più elettricità che a dicembre! – di capire qual'è la funzione trigonometrica di cui far uso.)

16 (Gio 19 aprile)

1. In un certo sistema il tasso di 'crescita' degli 'individui' vale $\alpha = -0.01\,\mathrm{h^{-1}}$ (quindi si tratta di decrescita) e a un certo istante 'iniziale' il numero di individui di tale popolazione vale 10^7.

   (a) Si calcoli la costante di tempo τ del processo di decrescita.

   (b) Si calcoli il numero di individui dopo 200 ore dall'istante iniziale.

   (c) Si calcoli il tempo di dimezzamento $t_{1/2}$.

   (d) Si calcoli il dopo quanto tempo la popolazione si è ridotta a 625000 individui.

   (e) Si calcoli il numero di individui scomparsi ("in media") in 'dt' $= 1$ minuto

      i. nell'istante iniziale;

      ii. quando la popolazione conta 625000 individui.

   (Si faccia uso della formula $dN/dt = \alpha N$, in realtà valida solo per 'tempi infinitesimi' – da cui 'dt' – rispetto alla costante di tempo del processo).

2. [Continuaziona del problema 15.6, in particolare punto (c)] Facendo uso della legge di Stefan-Boltzmann[5] si ricavi la temperatura sulla superficie del Sole.

3. [Continuaziona del problema precedente] Facendo uso della legge di Wien[6]

   (a) si ricavi la lunghezza d'onda (espressa in nanometri) di massima emissione della luce del sole.

   (b) usando l'immagine sul sito si dica indicativamente a quale colore corrisponde tale lunghezza d'onda.

4. Si trovi la temperatura di equilibrio fra un corpo di capacità termica C_1 e temperatura iniziale T_1 e un altro di capacità termica C_2 e temperatura iniziale T_2.

5. Dalla legge di Wien che lega la lunghezza d'onda di massima emissione alla temperatura di un 'corpo nero' e dalla relazione che intercorre fra lunghezza d'onda e frequenza di onde elettromagnetiche sinusoidali, si trovi per le temperature che seguono: lunghezza d'onda di massima emissione, corrispondente frequenza e colore corrispondente:

   (a) 3200 K;

   (b) 5000 K;

   (c) 6500 K.

6. Le lampadina a incandescenza da 60W produce un flusso luminoso di circa 800 lm.

   (a) Calolare l'efficienza luminosa di tali lampadine.

   (b) Calcolare quante lampadine ci vogliono per avere lo stesso flusso luminoso prodotto da 1 m^2 di luce solare.

   (c) Calcolare quanto scalderebbero in totale le lampadine, e si confronti il risultato con il riscaldamento del Sole a parità di flusso luminoso.

17 (Lun 23 aprile)

1. [Datazione con il Carbonio 14] Sapendo che un reperto ha un contenuto residuo di Carbonio 14 pari all'1% di quello che doveva averne avuto quando era in vita si calcoli da quanti hanno tale reperto ha cessato di vivere.
   (Si cerchino τ o $t_{1/2}$ del Carbonio 14 su Wikipedia.)

2. Un oggetto di 100 g è lasciato cadere in aria e raggiunge una velocità limite di 10 m/s. Nell'ipotesi che la forza di resistenza dell'aria sia del tipo $-\beta v$:

   (a) si calcoli la costante β;

   (b) si calcoli la costante di tempo τ del fenomeno;

   (c) si calcoli il tempo per raggiungere una velocità pari alla metà di quella limite;

   (d) si calcoli lo spazio percorso dall'istante in cui è stato lasciato a quando raggiunge la velocità $v_L/2$. [Suggerimento: $v(t) \rightarrow x(t)$ mediante integrale].

3. Una signora dimentica una pentola d'acqua su un fornello mentre l'acqua sta bollendo. Sapendo che quyando se ne accorge è evaporata 3 litri di acqua si calcoli il calore andato in vapore.
   (Si cerchi il calore latente di ebollizione sul formulario.)

[5] $P/A = \sigma T^4$, con $\sigma = 5.7 \times 10^{-8}$ W/m^{2}K^4.

[6] $\lambda_{max} \cdot T = 2.90 \times 10^{-3}$ K·m.

18 (Mar 24 aprile)

1. L'intensità di una forza che agiste su un punto materiale di massa 100 g è diretta lungo l'asse x e varia linearmente nel tempo. Essa è nulla a $t = 0$ e raggiunge 5 N per $t = 10\,s$.

   (a) Si calcoli l'impulso della forza.

   (b) Sapendo che la velocità del punto materiale per $t = 0$ valeva -10 m/s, si calcoli la velocità al tempo $t = 10\,s$.

2. Un cannoncino spara un proiettile di 20 g a 600 km/h e rincula a 10 m/s. Calcolare la massa del cannoncino.

3. Un punto materiale di 100 g, inizialmente fermo, scende lungo una guida di 2 m inclinata di 30° rispetto al piano orizzontale.

   (a) Si calcoli il lavoro compiuto dalla forza peso.

   (b) Sapendo che il coefficiente di attrito dinamico vale 0.1, si calcoli anche il lavoro compiuto dalla forza di attrito.

   (c) Si calcoli il lavoro totale, somma dei lavori delle due forze.

   (d) Si calcoli infine la velocità finale. dalla relazione che lega la variazine di v^2 al lavoro delle forze.

4. Si calcoli il lavoro compiuto dalla (sola) forza di gravità quando un oggetto va da $r = R_T$ a $r = \infty$.

5. Si immagini un corpo che sta inizialmente a distanza 'molto grande' ($r \to \infty$) a velocità 'praticamente nulla' e viene attirato verso la Terra per effetto della gravità terrestre. Facendo uso 'in qualche modo' del risultato del problema precedente, si calcoli con quale velocità arriverebbe sulla Terra se non ci fosse l'atmosfera.

19 (Mar 26 aprile)

1. (Sull'esempio illustrato a lezione) In una giostra un carrello scivola lungo una guida e, nel punto più basso, è incanalato verso un 'giro della morte' di raggio $h/4$, ove h è l'altezza iniziale del carrello rispetto al punto più basso. Data $h = 10$ m e tascurando tutti gli attriti, si valuti la velocità del carrello

   (a) nel punto più basso della guida;

   (b) nel punto più alto del giro della morte.

   (Si faccia uso della relazione che lega la variazione di energia cinetica alla variazione di energia pootenziale).

2. (Continuazione problema precedente) Immaginando che il carrello (con passeggero) abbia una massa di 150 kg e che la velocità raggiunta nel punto più alto del giro della morte sia pari al 90% di quella calcolata nel punto precedente, si calcoli il lavoro (negativo!) compiuto dalle forze di attrito da quando il carrello è partito a quando esso arriva nel punto più alto del giro della morte.

3. Si calcoli il lavoro di una molla di costante elastica k su un corpo di massa m sospeso ad essa quando

(a) il corpo si muove da x_M a $x = 0$;
(b) il corpo si muove da $x = 0$ a $-x_M$;
(c) il corpo si muove da $-x_M$ a $x = 0$;
(d) il corpo si muove da $x = 0$ a $-x_M$.

(Si ricorda che x rappresenta lo spostamento dal punto di equilibrio e quindi x_M è lo scostamento iniziale da esso.)

4. Continuazione del punto (a) del problema precedente: ricordando che in x_M il corpo era inizialmente a riposo, si calcoli l'espressione dell'energia cinetica, e quindi della velocità, quando esso transita per $x = 0$ e si confronti il risultato con quanto già sappiamo sulla velocità di tale oscillatore armonico (vedi ad esempio soluzione del problema 13.4).

5. Si calcoli

   (a) la velocità di fuga dalla Luna;

   (b) l'energia cinetica di un missile da 1 tonnellata nell'istante in cui esso è sparato verso l'alto con tale velocità.

6. [Per capire la difficoltà pratica dell'esperimento del mulinello di Joule] Un oggetto di 10 kg che è fatto scendere da un'altezza di 10 m legato a una fune la quale, attraverso opportune 'moltipliche' meccaniche, aziona un mulinello posto dentro 1 litro di acqua perfettamente coibentato termicamente. Nell'ipotesi che non ci sia perdita di energia per attrito nei meccanismi esterni e che tutta l'energia potenziale dell'oggetto serva a scaldare l'acqua, si calcoli la variazione di temperatura dell'acqua causato dalla lenta discesa dell'oggetto.

7. Si (ri)calcoli l'espressione della velocità di un oggetto in orbita circolare intorno alla Terra alla distanza r dal centro della Terra.

8. Dall'espressione precedente e dall'espressione dell'energia potenziale di un oggetto di massa m a distanza r dal centro della Terra si calcolino

   (a) l'espressione dell'energia cinetica di un oggetto di massa m orbitante alla distanza r dal centro della Terra;

   (b) l'espressione dell'*energia totale*, *definita* come somma dell'energia cinetica e di quella potenziale.

20 (Gio 3 maggio)

1. Dall'espressione generale dell'energia di un corpo in orbita circolare si calcoli l'energia che sarebbe stata necessaria per riportare la stazione orbitale cinese Tiangong da 350 km a 400 km di altezza rispetto alla superficie terrestre. (Si assuma una massa di 8.5 tonnellate.)

2. Un oggetto di 100 g è sospeso su una molla di costante elastica 100 N/m. L'estremo della molla (con l'oggetto attaccato) è tirato fino a 10 cm dalla posizione di equilibrio e quindi lasciato andare. Facendo uso della conservazione dell'energia meccanica, si calcoli da velocità dell'oggetto quando

   (a) l'oggetto si trova a 5 cm dalla posizione di equilibrio;

(b) l'oggetto l'oggetto transita per la posizione di equilibrio.

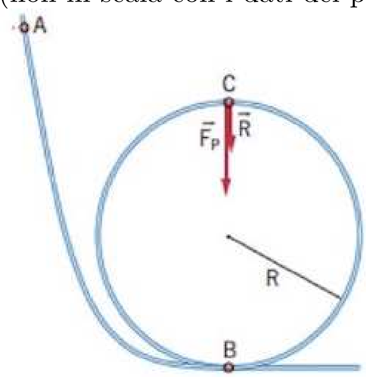
3. (Variante del problema precedente) Si assume invece che, come succede nella realtà, il sistema molla-oggetto perda energia a causa di inevitabili attriti. In questo caso, come da esperienza comune, l'elongazione massima diminuisce con il tempo. Si calcoli la percentuale di energia iniziale persa quando l'elongazione massima è pari alla metà di quella iniziale.

4. Un punto materiale è libero di muoversi lungo l'asse x e la sua energia potenziale vale $E_p(x) = -\alpha\, x - (\beta/3)\, x^3$.
   (a) Trovare l'espressione della forza che agisce sul punto in funzione della sua posizione.
   (b) Assumendo $\alpha = -4\,\mathrm{N}$ e $\beta = 1\,\mathrm{N/m^2}$
      i. si calcoli la forza in $x = 0$;
      ii. si calcolino i punti di equilibrio;
      iii. dire se in essi l'equilibrio è stabile o instabile.

5. (Continuazione del problema precedente) Il punto materiale ha una massa di 50 g e inizialmente è tenuto a riposo nel punto di equilibrio instabile. Poi gli viene impressa 'pressoché istantaneamente' una velocità di 20 m/s con verso tale da farlo muovere verso il punto di equilibrio stabile. Si calcoli la sua velocità quando esso passa per tale punto.

21 (Lun 7 maggio)

1. Un punto materiale di 1 kg scivola lungo una guida seguita da un 'cerchio della morte', come nella figura che segue (non in scala con i dati dei problema):



Sapendo che la quota A (rispetto a B) è di 10 m e che il raggio R vale 2 m e ignorando le forze di attrito, si calcoli in C

   (a) la velocità del punto materiale;
   (b) la sua accelerazione centripeta;
   (c) la forza centripeta che agisce su di esso;
   (d) la reazione vincolare della guida (si ricorda che le forze in gioco sono la forza peso e la reazione vincolare).

2. Nella centrale dell'ENEL della diga sul Tevere di Castel Giubileo in un certo momento è convogliato verso le turbine un flusso di acqua $180\,\mathrm{m^3/s}$ dopo un salto di 7 m (valori realistici). Si calcoli la potenza elettrica prodotta, assumendo una efficienza di conversione (energia meccanica $\rightarrow$ energia elettrica) unitaria.

3. Ad un certo istante una centrale termoelettrica produce un surplus di potenza (ovvero rispetto a quella assorbita dalla rete elettrica) di 50 MW. Essa viene usata per pompare acqua in alto e accumularla in una diga, così che l'energia si riutilizzabile nel seguito da una centrale idroelettrica. Assumendo un dislivello di 300 m e trascurando qualsiasi perdita, si calcoli il flusso di acqua che si riesce a pompare verso l'alto con tale potenza. Per una lista di centrali elettriche in Italia (e per avere un'idea delle potenze in gioco) si veda ad esempio `https://it.wikipedia.org/wiki/Centrali_elettriche_in_Italia`.

4. Calcolare la potenza media dissipata da una persona che in un giorno consuma 2000 kcal di generi alimentari. (Per semplicità si assumi una potenza costante nelle 16 ore di veglia e nulla in quelle di sonno.)

5. Si calcoli la potenza per far muovere una bici lungo una salita di 3 gradi alla velocità di 12 km/h. (Si assuma una massa di bici più ciclista di 80 kg e si trascurino gli attriti.)

6. Data una batteria di 12 V, avente una corrente massima di 730 A e una 'capacità' di 75 A·h, si calcoli

   (a) la potenza massima erogabile dalla batteria;

   (b) l'energia che può fornire in totale;

   (c) quanta carica (in Coulomb) possono fluire dalla batteria.

7. Un elettrone attraversa una differenza di potenziale di +12 V. Si calcoli

   (a) la variazione di energia di energia potenziale (sia in eV che in Joule);

   (b) la variazione di energia cinetica, espressa solo in Joule;

   (c) la velocità raggiunta, sapendo che esso era inizialmente a riposo.

   (Per i valori di carica e massa dell'eletrone si cerchi su internet.

22 (Mar 8 maggio)

1. Si calcoli la potenza meccanica erogata dagli studenti nell'esperimento di salita nelle tre rampe di scala (vedi dati medi negli 'argomenti delle lezioni').
   (I risultati vanno intesi come limiti inferiori, per vari motivi, anche perché c'erano due curve.)

2. Un semplice circuito è composto da generatore di tensione di 9 V collegato a una resistenza 10 Ω. Si calcolino

   (a) la corrente che fluisce nella resistenza;

   (b) la potenza da essa dissipata per effetto Joule.

3. Una stufetta è alimentata a 220 V (il fatto che si tratti di corrente alternata è irrilevante per i motivi cui accenneremo) e ha una potenza di 1000 W. Siccome l'elemento che riscalda è costituito da una resistenza, si calcoli

   (a) il valore della resistenza:

   (b) la corrente che fluisce in essa.

4. Un oggetto di 1 kg si muove con una velocità di 1 m/s. Ad un certo punto si scontra con un'altro di 2 kg che gli viene incontro a 2 m/s. Assumendo che 1) l'urto sia collineare (i due oggetti a muoversi lungo un asse definito, perché ad esempio positi su una guida); 2) che essi formino un sistema isolato (durante l'urto ci sono soltanto le forze di un oggetto sull'altro, a parte quelle di reazione vincolare, considerate ideali e che quinbdi con compiono lavoro); 3) che nell'urto essi rimangano attaccati, si calcoli
   (a) la velocità dei due oggetti dopo l'urto (specificando anche il verso);
   (b) l'energia meccanica persa nell'urto.
5. Una pallina cade sul pavimento ad una velocità di 10 m/s. Nell'urto la pallina perde il 20% della sua energia meccanica. Si calcoli la velocità verso l'alto della pallina immediatamente dopo l'urto.
6. Una pallina da golf inizialmente ferma viene colpita con una pesante mazza. Considerando l'urto perfettamente elastico e collineare, e assumendo che la mazza colpisca la pallina con una velocità di 20 m/s, si calcoli la velocità acquistata dalla pallina.
7. Un calciatore colpisce un pallone che gli viene incontro alla velocità di 10 m/s, rispedendolo verso la direzione di provenienza. Sapendo che il piede colpisce il pallone alla velocità di 20 m/s e facendo uso dell'approssimazione di urto perfettamente elastico e oggetto urtante (la gamba) di massa 'infinita', si calcoli la velocità finale del pallone
   (Si usi la formula delle somme delle velocità prima e dopo l'urto.)

23 (Gio 10 maggio)

1. Riportare sul quaderno i due esercizi svolti in aula:
   (a) Equivalente in kW di una caldaia da 20000 kcal/h.
   (b) Potenza necessaria a mantenere un flusso di 10 litri/minuto di acqua calda a 45 °C, se l'acqua entra nella caldaia a 15 °C.
2. Dai dati su due tipi di pellet venduti su Amazon[7] valutare il costo energetico del pellet, espresso in kWh/Euro e in kcal/Euro.
3. Una lampadina a incandescenza da 60 W ha efficienza di 12 lm/W ed emette la luce in tutte le direzioni. Si immagini che essa sia posta 2 metri sopra un 'piccolo' tavolo in un ambiente in cui non ci sia luce riflessa (si immagini ad es. che il tavolo sia all'aperto, oppure che soffitto e pareti siano neri). Si calcoli l'illuminamento sul tavolo, espresso in lux.
   (La condizione che il tavolo sia 'piccolo' è per evitare complicazioni dovute al fatto che diversi punti del tavolo sono a diverse distanze dalla lampadina.)
4. Si calcoli nuovamente l'illuminamento nella seguente variante:
   (a) il tavolo ha un diametro di 60 cm;
   (b) la lampada è in un opportuno faretto, in modo tale che il cono di luce illumini soltanto e completamente il tavolo tondo.

[7] `https://www.amazon.it/pellet-Holz-austriaco-chiaro-certificato/dp/B0171FJU84/`
`https://www.amazon.it/sacchi-pellet-Italiano-qualit%C3%A0-certificato/dp/B017A5P3A4/`
(Nota: alcune informazioni vanno cercate come risposta alle domande.)

5. 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).

6. (Continuazione del problema precedente) Si calcoli quindi la superficie di tale calotta.

7. (Continuazione problemi 20.3 e 20.4): calcolare l'intensità delle due lampade.
(Per il calcolo dell'angolo solido, necessario nel secondo caso, si usi la formula mostrata in aula e riportata negli "argomenti delle lezioni").

8. Sul tubo a U mostrato in aula: *assumendo* (la misura non è stata effettuata) che il livello della colonna di acqua sopra cui è stato soffiato e poi è stato chiuso il rubinetto sia 30 cm inferiore al livello dell'altra colonna, si calcoli la differenza di pressione dell'aria alle due estremità del tubo a U.

9. Dalla formula del livello di pressione sonora espresso in decibel, si calcoli il rapporto fra pressione sonora che dà 30 db e quelle che danno 90 e 120 db.

24 (Lun 14 maggio)

1. Facendo uso della conservazione della quantità di moto e della regola della 'somma delle velocità iniziali e finali' (valida solo per urti elastici in quale riassume sia conservazione di $\vec{p}$ che conservazione di E_c) si calcolino le velocità finali di un urto elastico collineare di un 'punto materiale' di massa m_1 e velocità iniziale v_1 contro un 'punto materiale' di massa m_2 inizialmente fermo:

   (a) si calcolino le espressioni di v_1' e v_2', funzioni di m_1, m_2 e v_1;

   (b) si calcolino le espressioni di v_1' e v_2' per i seguenti casi particolari
   - $m_1 = m_2$;
   - $m_1 \to \infty$ (ovvero $m_1 \gg m_2$);
   - $m_2 \to \infty$ (ovvero $m_2 \gg m_1$).

2. Oscillazioni dell'acqua in un "tubo a U". Data la lunghezza l del tubo occupata dall'acqua (densità ρ) quando essa è a riposo e la sezione A del tubo,

   (a) Si analizzi il problema in modo generale, ovvero
   - indicando con x l'aumento di livello della parte destra del tubo (da cui segue una diminuzione di pari entità nell'altra parte), si scriva l'espressione della forza totale sul fluido in funzione di x;
   - facendo uso del secondo principio della meccanica si scriva l'equazione differenziale che descrive il movimento dell'acqua nel tubo;
   - si confronti il risultato con l'equazione differenziale del punto materiale nel 'pozzo per il centro della Terra' e di quello appeso a una molla:

   (Nota: problema svolto in aula in dettaglio)

   (b) Si calcoli quindi il periodo di oscillazione nel caso particolare $A = 1\,\text{cm}^2$ e $l = 60\,\text{cm}$.

   (c) Sul punto precedente: come dobbiamo cambiare l per dimezzare il periodo delle oscillazioni?

   (Ovviamente stiamo idealizzando l'acqua, considerandola come un liquido ideale che possa scorrere all'interno del tubo senza attriti.)

3. Calcolare qu anto deve essere un barometro nella cui colonnina è posta acqua anziché mercurio (si immagini che tale barometro debba avere una scala di pressione che arrivi fino a 1.1 atmosfere).

4. Calcolare la forza sufficiente per tenere una macchina di 10 tonnellate su un pistone idraulico di diametro 20 cm se si tiene il pollice premuto su un pistoncino di diametro 1 cm.

5. In un tubo di 2 cm di diametro scorre acqua con un flusso costante di 6 litri al minuto.
   - Si calcoli la velocità nell'acqua nel tubo.

6. Continuazione del problema precedente. Per arrivare a innaffiare un vaso lontano dal rubinetto il tubo viene prolungato con un tubo del diametro di 1 cm.
   - Si calcoli la velocità nell'acqua nel secondo tubo (nell'ipotesi che il ristringimento non riduca il flusso totale).

25 (Mar 15 maggio)

1. Si consideri un periodo dell'anno quando la Terra si allontana dal Giove.
   (a) calcolare lo spazio percorso dalla Terra nel tempo che Io compie una rivoluzione intorno a Giove;
   (b) calcolare il tempo che impiegherebbe un segnale luminoso a percorrere lo spazio percorso dalla Terra nel tempo che Io compie una rivoluzione intorno a Giove.

2. Continuazione dei problemi 24.5 e 24.6: si calcoli la differenza di pressione dell'acqua nei due tubi (che si immaginino siano distesi orizzontalmente).

3. Due sfere di massa 1 kg ciascuna sono poste agli estremi di un'asta di lunghezza 1 metro, di massa trascurabile, disposta orizzontalmente e che ruota intorno al proprio centro. Inizialmente la velocità angolare è pari a 1 giro al secondo. Poi le masse vengono avvicinate, mediante un meccanismo interno all'asta, fino a portarle a 50 cm di distanza una dall'altra.
   Si calcoli
   (a) la velocità finale di rotazione;
   (b) la variazione di energia cinetica.

   (Si considerino le due masse di dimensioni trascurabili).

4. Un autoveicolo per viaggiare alla velocità costante di 80 km/h richiede una potenza di 30 kW. Si calcoli la forza (resistenza dell'aria, più attriti vari) che il veicolo deve contrastare per poter avanzare.

5. (Continuazione del problema precedente) Si sa inoltre che in tali condizioni il motore gira a 4000 giri/min. Trascurando dispersioni varie, si calcoli la 'coppia' (ovvero il *momento della forza*) erogata dal motore.

6. Un disco può essere visto come infiniti 'anelli' concentrici, ciascuno di raggio r, altezza h e spessore (lungo il raggio) dr. Se esso è omogeneo e di densità uniforme ρ, il contributo di ciascun anello infinitesimo al momento di inerzia rispetto a un asse passante per il suo centro e ortogonale alla superficie del disco sarà dato da

$$dI = r^2 dm = r^2 \rho dV = r^2 \rho \cdot (2\pi r) \cdot h\, dr\,.$$

Si calcoli il momento di inerzia dell'intero disco di raggio R.

26 (Gio 17 maggio)

1. Si calcoli il momento di inerzia di una barra rispetto a un asse ortogonale a essa e posto a un suo estremo (conto iniziato a lezione).

2. Un raggio luminoso passa dall'aria ($n_1 = 1$) all'acqua. Calcolare l'angolo che esso forma (rispetto alla normale alla superficie di separazione) nell'acqua ($n_2 = 1.33$) se l'angolo di incidenza in aria era, rispettivamente

   (a) 10 gradi;
   (b) 45 gradi;
   (c) 60 gradi.

3. Un raggio luminoso passa dall'acqua all'aria. Calcolare l'angolo che esso forma (rispetto alla normale alla superficie di separazione) nell'aria se l'angolo di incidenza in acqua era, rispettivamente

   (a) 7.5 gradi;
   (b) 10 gradi;
   (c) 32.1 gradi;
   (d) 45 gradi;
   (e) 60 gradi (**attenzione!**).

4. Viene praticato un foro orizzontale in un contenitore cilindrico poggiato sul pavimento e contenente acqua. Sapendo che il recipiente è aperto in alto, che il foro viene praticato orizzontalmente a un metro di altezza dal fondo (si trascuri lo spessore del fondo del recipiente) e che lo zampillo di acqua arriva a 2.4 m dal recipiente, calcolare il livello totale di acqua nel recipiente.
   (Suggerimento: si riveda prima il problema sull'esperimento in aula del lancio della moneta dal piano del tavolo, essendo la forma dello zampillo analoga alla traiettoria della moneta).

5. Dati i vettori $\vec{a} = \{1, 3, -1\}$ e $\vec{b} = \{-2, 1, 1\}$,

   (a) si calcolino i prodotto vettoriale $\vec{c} = \vec{a} \wedge \vec{b}$, $\vec{d} = \vec{b} \wedge \vec{a}$, e infine $\vec{c} \wedge \vec{d}$.
   (Nota: per il calcolo di $\vec{d}$ e di $\vec{c} \wedge \vec{d}$ non c'è bisogno di fare molti conti, se si fa uso delle proprietà generali del prodotto vettoriale.)
   (b) Dal confronto fra il modulo di $\vec{c}$ con i moduli di $\vec{a}$ e $\vec{b}$ si calcoli il modulo del seno dell'angolo compreso fra $\vec{a}$ e $\vec{b}$.

27 (Lun 21 maggio)

1. Si immaginino tre piani inclinati affiancati, entrambi lunghi 2 m e inclinato di 60 gradi rispetto al piano orizzontale.

   (a) Nel primo scivola senza attrito un 'punto materiale';

   (b) nel secondo rotola senza scivolare un cilindro di massa m e raggio R;

   (c) nel terzo rotola senza scivolare un tubo massa m e raggio R (si immagini che lo spessore della parete del tubo sia trascurabile rispetto a R, in modo che tutta la massa è a distanza R dall'asse del tubo).

   Si trovi la velocita di traslazione finale nei tre casi.

2. Si calcoli l'espressione della frequenza con la quale una particella carica gira su una circonferenza quando essa è sottoposta a un campo magnetico uniforme.

3. Dai dati orbitali del moto di rivoluzione della Terra intorno al Sole, si calcoli la sua velocità aereolare nell'ipotesi di orbita circolare. (Si esprima il risultato in diverse unità di misura, ad es. milioni di km^2 al secondi, o quant'altro vi viene in mente, per farsi un'idea di questi numeri fuori delle nostre scale.)
   Suggerimento: si riconduca la velocità aereolare al momento della quantità di moto.

4. Un elettrone viaggia regione in cui sono presenti sia un campo elettrico (modulo E) che un campo magnetico (B) ortogonali fra di loro. Trovare la velocità che esso deve avere affinché la forza totale su di esso sia nulla (vedi 'selettore di velocità' sull'immagine dello spettrometro di massa posta sul sito del corso – a proposito, quella che nella formula di 'm' dell'immagine sembra una ν è in realtà una v).

28 (Gio 24 maggio)

1. Un punto materiale è libero di muoversi su un cerchio. Usiamo quindi per descrivere la sua posizione l'angolo α. Sapendo che la derivata seconda di α rispetto al tempo è lagata ad α dalla seguente relazione:

$$\frac{d^2\alpha}{dt^2} = -\omega^2\alpha$$

   e che all'istante $t = 0$ esso è fermo in α_M, trovare

   (a) l'equazione oraria di α, ovvero $\alpha(t)$;

   (b) la velocità angolare $d\alpha/dt$ in funzione del tempo.

   (c) l'accelerazione angolare $d^2\alpha/dt^2$ in funzione del tempo.

2. Sull'espermento in aula del sollevamento del fondo dell'oggetto trasparente con dentro inciso il colosseo: trovare l'indice di rifrazione del mezzo sapendo che l'altezza vera era 6.0 cm e quella apparente c.a 3.7 cm (media fra le linee tracciate dai vari studenti, che differiscono comunque fra di loro di qualche millimetro).

3. (Continuazione del problema precedente) Sapendo inoltre che i due lati della base quadrata dell'oggetto erano di 4.0 cm e che la sua massa era di 218 g, cercare di capire di che materiale era fatto.

4. Sull'aberrazione della posizione delle stelle (Bradley): conoscendo la velocità della Terra intorno al Sole e la velocità della luce, calcolare l'angolo di aberrazione di una stella allo zenit. (Trascuriamo altri moti della Terra).

5. Dalla definizione di parsec, esprimere il parsec in
   (a) chilometri;
   (b) unità astronomiche (U.A.);
   (c) anni luce.

6. Dalla sequenza di foto al tramonto sul sito, cercare di valutare la dipendenza dello schiacciamento del sole (definito come "diametro verticale" su "diametro orizzontale") in funzione dell'altezza sulle case (purtroppo non si tratta propriamente di orizzonte, per la presenza delle case).

7. Calcolare il tempo impiegato dalla Terra per ruotare intorno al proprio asse di mezzo grado.

8. Calcolare di quanto si allunga il tempo di illuminazione solare sulla Terra, intorno all'equizio, per l'effetto della deviazione dei raggi luminosi in prossimità dell'orizzonte.

29 (Lun 28 maggio)

1. ('Pendolo balistico') Un oggetto di massa $M = 10\,\mathrm{kg}$ è sospeso, mediante una barra di massa trascurabile di lunghezza $l = 2\,\mathrm{m}$, ad un punto, intorno il quale può oscillare liberamente, ovvero senza attrito. Inizialmente l'oggetto è a riposo nella posizione di equilibrio. Gli viene sparato addosso un proiettile di massa $m = 40\,\mathrm{g}$ alla velocità $v = 100\,\mathrm{m/s}$. Il proiettile colpisce orizzontalmente il bersaglio e vi rimane conficcato. Si determino
   (a) la velocità finale del sistema proiettile-bersaglio;
   (b) l'altezza massima alla quale esso si solleva quando la barra comincia ad oscillare;
   (c) l'angolo massimo raggiunto dalla barretta rispetto alla verticale.

2. Uno specchio **concavo** ha $f = 10\,\mathrm{cm}$. Calcolare q e $M = -q/p$ nei seguenti casi, facendo anche la costruzione dell'immagine possibilmente in scala:
   (a) $p = 30\,\mathrm{cm}$;
   (b) $p = 15\,\mathrm{cm}$;
   (c) $p = 20\,\mathrm{cm}$;
   (d) $p = 5\,\mathrm{cm}$;
   (e) $p = 1\,\mathrm{cm}$.

   (Sul significato di M torneremo a lezione, ma si cerchi di capire cosa significa analizzando le costruzioni grafiche. Per la relazione fra p, q e f gli assenti vedano sul formulario del corso.)

3. Provare a sperimentare a casa con i seguenti 'specchi':
   (a) cucchiai e mestoli, sia dalla parte concava che convessa; in particolare si presti attenzione a cosa succede quando essi vengono avvicinati e allontanati;
   (b) si cerchi di osservare le *immagini reali* prodotte in recipienti abbastanza riflettenti dal fondo sferico, come tazze, portafrutta o altro.

30 (Mar 29 maggio)

1. (Continuazione del problema 29.1, illustrato a lezione) Una volta arrivato all'angolo massimo, il 'pendolo balistico' tornerà indietro e, trascurando gli attriti, oscillerà seguendo le leggi del moto armonico.

   (a) Calcolare il tempo per ritornare nel punto più basso.

   (b) Dall'equazione oraria $\alpha(t)$ si calcoli la velocità angolare in tale punto (ovvero quanto $\alpha = 0$).

   (c) Si calcoli anche la velocità in $\alpha = 0$ e la si confronti con quella immediatamente dopo l'urto (punto 21.1.a).

2. Si calcoli il <u>semi</u>periodo di un pendolo lungo 1 m.
   (Il risultato non sembra curioso?)

3. Un pendolo che sulla Terra ha il periodo T viene posto nel solito ipotetico pozzo passante per il centro della Terra alla distanza $r = R_T/2$. Si calcoli il rapporto fra il periodo nella nuova posizione e quello sulla Terra.

4. Uno specchio sferico convesso ha un raggio di curvatura R. Si costruisca l'immagine e si calcolino q e $M = -q/p$ nei seguenti casi

   (a) $p = 10\,|f|$;

   (b) $p = |f|$;

   (c) $p = |f|/10$.

5. Un obiettivo ha una focale di 50 mm. Schematizzando l'obiettivo come una semplice lente convergente avente $f = 50\,\mathrm{mm}$ e indicando con h l'altezza dell'oggetto (ortogonale all'asse ottico) 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) $p = 50\,\mathrm{m}$; $h = 10\,\mathrm{m} \Rightarrow q,\ M,\ h'$;

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

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

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

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

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

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

6. Esperimenti con occhiali aventi lenti convergenti (quelle che usano gli over 40 per leggere, e che qualcuno in famiglia quasi sicuramente ha – altrimenti si chieda in giro):

   (a) mettendosi al sole (o usando una sorgente di luce 'molto lontana'), misurare la distanza focale della lente (in cm).

   (b) sapendo che il numero di diottrie degli occhiali è pari a $1\,\mathrm{m}/f$, calcolare le diottrie degli occhiali

31 (Gio 31 maggio)

1. Data una lente divergente di $f = -5\,\mathrm{cm}$ e un oggetto avente dimensione trasversa $y = 2\,\mathrm{cm}$ si calcolino q M e y' e si costruisca l'immagine in scala (controllando la consistenza dei risultati ottenuti) per
   (a) $p = 10\,\mathrm{cm}$;
   (b) $p = 2.5\,\mathrm{cm}$.

2. Un altro modo di utilizzare una lente di ingrandimento, rispetto a quello illustrato a lezione è quello di mettere l'occhio 'molto vicino' alla lente e fare in modo che l'immagine si formi alla distanza *minima di visione nitida*, indicata con d_0. In questo problema analizzeremo cosa succede nel caso idealizzato in cui l'occhio è attaccato alla lente, situazione che ci fa capire il massimo che possiamo raggiungere. Cominciamo con l'osservare che, essendo l'immagine virtuale abbiamo, date le ipotesi, $q = -d_0$. Ricavarsi quindi
   (a) l'espressione di p tale che $q = -d_0$;
   (b) l'espressione dell'ingrandimento $M = -q/p$ per questa situazione;
   (c) l'espressione di $y' = M\,y$;
   (d) l'espressione della dimensione angolare $\alpha = y'/d_0$ usando la lente in questo modo;
   (e) l'espressione della dimensione angolare $\alpha_0 = y/d_0$ osservando l'oggetto dalla stessa distanza d_0 ma senza l'uso della lente;
   (f) l'espressione dell'ingrandimento angolare M_α definito come α/α_0.

3. Si immagini di avere una lente convergente avente $f = 25\,\mathrm{cm}$. Si confronti ingrandimento angolare usando la lente come descritto nel problema precedente con quello che si ottiene con il metodo descritto a lezione, ovvero con immagine all'infinito (per d_0 si usi il valore convenzionale di $25\,\mathrm{cm}$).

4. Riprodurre i valori degli angoli di capo – lungo la verticale! – dell'immagine riportata su sito per le 8 focali di riferimento.

5. (Continuazione del problema precedente) Calcolare, per le stesse focali, anche gli angoli di campo orizzontali (spesso più utili).

6. Valutare la distanza da cui è stata effettuata la foto del cartello sopra l'estintore dell'aula Pasquini a partire dalle informazioni riportate sul sito, facendo uso della focale vera dell'obiettivo (e quindi delle dimensioni vere del sensore).

7. Ripetere la valutazione facendo uso della focale equivalente '35 mm' (o 'full frame).

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

(Si raccomanda di ripassarle di quanto in quanto)

1. Formule per il calcolo di circonferenza e area di un cerchio.

2. Formule per il calcolo del volume di sfera, cilindro.

3. Costante g espressa in N/kg, m/s^2, (m/s)/s e (km/h)/s.

4. Distanza media Terra-Luna.

5. Accelerazione della Luna verso la Terra in (mm/s)/s.

6. Caduta libera nel primo secondo di
   a) oggetto in prossimità della superficie terrestre;
   b) Luna verso la Terra;
   c) Terra verso il Sole;
   d) astronauti delle stazione orbitale ISS verso la Terra.

7. Formule per il calcolo del volume di piramide, cono e ellissoide.

8. Densità di acqua e aria, espresse in kg/m^3 e in g/L.

9. Conversione mb $\leftrightarrow$ Pa.

10. Massa tale che la pressione dovuta alla sua forza peso esercitata (uniformemente) su una superficie piana di $1\,\mathrm{m}^2$ sia pari a una atmosfera.

11. Massa tale che la pressione dovuta alla sua forza peso esercitata (uniformemente) su una superficie piana di $1\,\mathrm{dm}^2$ (ovvero circa il palmo di una mano) sia pari a una atmosfera.

12. $\Delta P/\Delta h$ (Pa/m, o mb/m) per aria e acqua (densità ‘nominali’).

13. Velocità di *ipotetica* orbita circolare radente intorno alla Terra, in km/s.

14. Distanza dalla superficie terrestre, velocità orbitale e periodo di rivoluzione della stazione orbitale ISS intorno alla Terra (valori indicativi, come fatto nei problemi).

15. Caduta verso la Terra nel primo secondo della stazione orbitale ISS.

16. Ordine di grandezza della velocità delle gocce di pioggia al suolo.

17. Diametro angolare α_D (approssimativo, espresso in gradi) di Sole e Luna; $1/\alpha_D$ in rad^{-1} (adimensionale, comodo per applicazioni pratiche).

18. Con riferimento al problema 10.11, ciscuno memorizzi i propri valori di d/L.

19. Costante solare (fuori l’atmosfera) e irraggiamento al suolo (in W/m^2).

20. Efficienza luminosa (lm/W) della luce solare sulla Terra.

21. Fattore di conversione caloria $\rightarrow$ joule.

22. Fattore di conversione kcal/h a kW.

23. Equivalente di W di 7000 Btu/h (valore approssimativo).

24. Velocità 'della luce' (delle onde elettromagnetiche nel vuoto).
25. Indice di rifrazione dell'acqua.
26. Deviazione dei raggi luminosi provenienti da fuori dall'atmosfera quando l'oggetto celeste è in prossimità dell'orizzonte.