

Fisica per Scienze Naturali (G. D'Agostini)
— Quaderno individuale —

3 giugno 2015

Problemi e valutazioni numeriche

1 (9 marzo)

1. Misure di densità:

- (a) gessetto;
- (b) candela cilindrica;
- (c) piramide;
- (d) cono con base cilindrica;
- (e) candela sferica;
- (f) blocco di polistirolo.

2. Completare il calcolo del volume della piramide mediante integrale.

3. Completare il calcolo del volume della (semi-)sfera mediante integrale.

2 (11 marzo)

1. Calcolo del volume della calotta sferica e correzione alla determinazione della densità della candela sferica (a parte la calotta mancante).

2. Valutazione del raggio della sfera della cavità a calotta sferica alla base della piramide.

3. Nuova valutazione della densità della piramide tenendo conto della calotta mancante.

4. Misure di immersione del cilindro (contenitore di compresse) in acqua: dai dati della variazione di lettura in funzione dell'immersione valutare la massa del liquido spostato e quindi il diametro del cilindro.

5. Valutazione della massa unitaria dell'aria a partire dall'equazione di stato:

- pressione ottenuta da siti meteo;
- temperatura valutata con termometro.

- massa molare valutata dalla composizione tipica dell'aria, *eventualmente* tenendo conto del dato dell'umidità relativa (seppur approssimata) ottenuto da siti web.

→ Valutare la massa di un metro cubo di aria e di un litro di aria.

6. Correzione alla densità del polistirolo per tener conto della spinta di Archimede.
7. Valutazione dell'altezza di un lampione dall'ombra, confrontata con quella di una persona. Fare il caso di
 - ombra lampione: 7.15 m;
 - altezza persona: 1.75 m;
 - ombra persona: 2.09 m.
8. Rotazione della Terra intorno al proprio asse:
 - (a) velocità angolare in gradi/ora;
 - (b) velocità in km/h di una persona all'equatore;
 - (c) velocità in km/h di una persona a Roma (latitudine 42°).

3 (12 marzo)

1. Sul problema della determinazione dell'altezza del lampione dalla sua ombra:
 - calcolare seno, coseno e tangente dell'angolo opposto al lampione (triangolo rettangolo i cui cateti sono il lampione e la sua ombra).
 - Usando le formule inverse calcolare dalle tre funzioni trigonometriche del punto precedente l'angolo.
2. Leggi di scala:
 - Un cono ha un volume di 5 cm^3 . Si calcoli il volume di un secondo cono che ha il diametro di base doppio del primo e l'altezza tripla.
 - Una sfera ha un volume di 10 cm^3 . Si calcoli il volume di un'altra sfera che ha il diametro doppio della prima.
 - Una sfera ha un volume di 1 cm^3 . Si calcoli il volume di una sfera che ha una superficie quadrupla della prima.
 - Una sfera ha una superficie di 5 cm^2 . Si calcoli la superficie di una sfera che ha un volume 27 volte quello della prima.
3. Yamakoshi, in Giappone, è posta circa alla stessa latitudine di Roma (per la precisione $42^\circ 30' \text{ N}$) e a una longitudine di $140^\circ 19' \text{ E}$.
 - Calcolare la distanza fra le due città viaggiando lungo il parallelo (circa) comune.
 - Calcolare la distanza in linea retta.
 - Si immagini un ipotetico tunnel che colleghi in linea retta le due città. Quanto vale la distanza minima di tale tunnel dal centro della Terra?
 - Si calcoli l'intervallo temporale che passa fra i due *mezzogiorni locali*, ovvero l'istante nel quale il sole è perfettamente a sud.
4. Misura densità di un sasso dalla forma irregolare.

4 (16 marzo)

1. Completare il problema della distanza fra Roma e Yamakoshi usando il metodo trigonometrico, facendo preventivamente la trasformazione da coordinate polari a coordinate cartesiane.
2. Fare una stima approssimata della massa di aria dell'atmosfera terrestre dall'informazione che "una atmosfera" vale $\approx 10^5$ Pa (e dalle dimensioni della Terra – si trascuri il fatto che la forza di gravità varia con l'altezza).
3. Il giorno dell'equinozio di primavera, nel momento in cui il sole è più in alto nel cielo, una classe di un liceo italiano esegue la misura dell'ombra di un palo (verticale su superficie orizzontale) del quale hanno preventivamente determinato l'altezza.
 - Sapendo che l'altezza del palo è di 6.35 m e l'ombra è lunga 4.53, determinare la latitudine di dove si trovano gli studenti.
 - In quale località si trova il liceo?

5 (18 marzo)

1. Una pallina di diametro 4 cm è posta a 50 cm dall'occhio dell'osservatore: quanto vale il suo diametro angolare?
2. Calcolare i diametri angolari di Sole e Luna (anche il solo valore medio; se è possibile anche minimo e massimo), esprimendoli sia in gradi che in radianti (si può usare la formula approssimata in quanto $d/l \ll 1$).
3. Calcolare la 'velocità' angolare media di rotazione della Luna intorno alla Terra (quale periodo usare? sarà più chiaro nei punti che seguono).
4. Usando i dati dei punti precedenti, calcolare la durata totale di un'eclissi di Sole completa (da inizio a fine del fenomeno di oscuramento, anche parziale).
5. Come tener conto che ne frattempo anche "il sole si sposta" (in realtà è la terra che ruota intorno al sole)? Quale periodo della luna occorrerà considerare? (Si veda punto 2).
6. Sul problema 1: a quale distanza bisogna porre la pallina affinché abbia lo stesso diametro angolare di Sole e Luna? (valori medi approssimati).

6 (19 marzo)

1. Conti della misura di Eratostene (ipotizzando 7.2 gradi su 840 km)
2. Calcolo della velocità di rivoluzione della Terra intorno al Sole: [→ esprimere il risultato in km/s].
3. Un razzo viene accelerato verso l'alto con una accelerazione di $0.2g$, ove $g = 9.8$ (m/s)/s, ovvero $g = 35$ (km/h)/s. Calcolare la velocità dopo 2, 5, 10 e 60 secondi.
4. Un'auto percorre 10 km a 100 km/h e 10 km a 50 km/h. Calcolare la velocità media.
5. Velocità media di un velocista che percorre i 100 metri piani in 10 secondi netti: esprimere il risultato in m/s che in km/h (conti dettagliati della trasformazione!).

6. Un'auto viaggia 10 minuti a 100 km/h e 10 minuti a 50 km/h. Calcolare la velocità media.
7. Calcolare la forza di gravità fra due sfere di piombo di diametro 20 cm poste a 1 cm di distanza fra di loro (1 cm è la distanza fra le superfici!).
8. Calcolare (senza usare la calcolatrice!) il valore approssimato di
 - 1.03^2 ;
 - $\sqrt{1.008}$;
 - $1/0.994$;
 - $\cos 0.01$.

7 (23 marzo)

1. Ricontrollare il problema dell'attrazione fra le due sfere di piombo e rispondere ai seguenti quesiti aggiuntivi:
 - (a) Calcolare la massa m di un oggetto tale che la Terra eserciti su di esso esattamente la forza che una sfera esercita sull'altra.
 - (b) Si immagini ora di avere soltanto una delle due sfere di piombo, e l'oggetto di massa m del punto precedente posto a una distanza di 21 cm dal centro della sfera. Si calcoli la forza di attrazione reciproca.
2. Calcolare lo spazio percorso da un grave nel primo secondo da quando esso viene lasciato cadere (velocità iniziale nulla; il grave è posto in prossimità delle superficie terrestre; se trascuri la resistenza dell'aria).
3. L'accelerazione di caduta libera un oggetto in prossimità della superficie terrestre (considerando la Terra perfettamente sferica e omogenea, e ignorando effetti centrifughi) vale

$$g = \frac{GM_T}{R_T^2} = \frac{G\rho_T V_T}{R_T^2}.$$

Leggi di scala:

- (a) Quanto vale l'accelerazione di caduta libera (g_1) sulla superficie di un pianeta che la stessa densità della Terra e raggio doppio?
 - (b) Quanto vale l'accelerazione di caduta libera (g_2) sulla superficie di un pianeta che ha le stesse dimensioni della terra e densità doppia?
 - (c) Quanto vale l'accelerazione di caduta libera (g_3) verso la Terra di un oggetto che disti dalla Terra quanto dista la Luna?
4. Un oggetto ('punto materiale') viene lanciato orizzontalmente da un tavolo il cui piano è a 80 cm rispetto al pavimento, con velocità $v_x = 5$ m/s:
 - (a) calcolare il tempo impiegato dall'oggetto per raggiungere il pavimento;
 - (b) che distanza avrà percorso orizzontalmente dal bordo del tavolo al punto di impatto con il pavimento?
 - (c) quanto varrà la velocità verticale (' v_y ') nel momento in cui tocca il pavimento?

8 (25 marzo)

1. Analisi dell'esperimento in aula del lancio orizzontale di una moneta (gli assenti chiedano i dati numerici e le modalità dell'esperimento ai presenti):
 - (a) valutazione del *tempo di volo*;
 - (b) valutazione della velocità orizzontale;
 - (c) valutazione della velocità verticale al momento dell'impatto con il pavimento;
 - (d) valutazione del modulo della velocità al momento dell'impatto con il pavimento;
2. Analisi dei dati delle misure dei tempi di riflesso. (Eventuali assenti usino i seguenti valori di ' Δy ', ovvero di quanto è sceso il righello prima di essere afferrato: 11 cm, 20 cm e 40 cm).
3. Velocità e periodo di un oggetto in una ipotetica "orbita radente" circolare intorno alla Terra. (Esercizio fatto in aula, da rivedere e riportare sul quaderno.)
4. In analogia al problema precedente, dal valore dell'accelerazione di gravità della Luna dovuta alla Terra (" g_3 " del problema 3.c della lezione 7, in classe anche indicata con $g_L^{(T)}$),
 - (a) si calcoli la sua velocità orbitale intorno alla Terra nella consueta ipotesi di orbita circolare;
 - (b) si confronti il valore ottenuto con quello ricavato dai dati orbitali.

Lunedì 30 controllo quaderni.

9 (26 marzo)

1. Come applicazione delle formule del moto circolare uniforme,
 - (a) si calcoli l'accelerazione centripeta della Luna verso la Terra a partire da distanza Terra-Luna e dal periodo di rivoluzione intorno alla Terra;
 - (b) Si ricavi, analogamente, l'accelerazione centripeta della Terra intorno al Sole ($g_T^{(S)}$).
2. Si usi il valore di $g_T^{(S)}$ ricavato nel punto precedente, insieme a distanza Terra-Sole e al periodo di rivoluzione della Terra intorno al Sole per 'pesare il Sole' (ovvero valutarne la massa).
3. Usando i parametri orbitali di Io intorno a Giove (periodo e distanza dal centro del pianeta), si determini la massa di Giove.
4. Si stimi la distanza Terra-Luna dal diametro angolare della Luna e dal suo diametro (vedere su Wiki).
5. 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)

10 (30 marzo)

1. Riportare i tre modi che abbiamo visto per valutare l'accelerazione della Luna verso la Terra, sotto le consuete assunzioni semplificative di orbita circolare, etc.
2. Un 'punto materiale' viene lanciato da un punto posto su un certo piano orizzontale di riferimento con una velocità di 10 m/s e un angolo rispetto a tale piano di 60 gradi. Ricavarsi, trascurando la resistenza dell'aria,
 - (a) l'altezza massima raggiunta dal punto materiale rispetto a tale piano;
 - (b) il tempo per raggiungere tale altezza;
 - (c) la 'gittata', ovvero la distanza fra il punto di lancio e quello in cui ricade;
 - (d) il tempo 'di volo del lancio'.

(Nota: non usare le formule 'belle e pronte'¹ ma fare i vari passaggi!)
3. Si immagini un chicco di grandine che cade dall'altezza di un chilometro. Si calcoli, assumendo che non ci sia la resistenza dell'aria,
 - (a) il tempo impiegato a raggiungere il suolo;
 - (b) la velocità raggiunta (in m/s e in km/h).
4. Esperimento della misura del coefficiente di attrito statico mediante esperimento con piano inclinato (scatola di cartone):
 - (a) riportare i disegni esplicativi, con le tre forze in gioco, e scomponendo la forza peso in componente tangenziale e componente normale al piano inclinato, ad un angolo leggermente inferiore a quello in cui l'oggetto comincia a muoversi;
 - (b) valutare μ_S ;
 - (c) valutare anche l'angolo 'di stacco'.
5. Sullo stesso esperimento: si ipotizzi che il coefficiente di attrito dinamico valga la metà di quello statico.
 - (a) Si calcoli l'accelerazione con la quale scende l'oggetto lungo il piano inclinato quando l'inclinazione è pari a quella di stacco. (La si esprima anche rapportata a g .)
6. Sull'esperimento del punto 4:
 - (a) determinare la forza di attrito statico sull'oggetto quando l'angolo era pari alla metà di quello di stacco assumendo una massa dell'oggetto di 400 g.

11 (1 aprile)

1. Sulla stazione orbitale ISS: assumendo orbita circolare a una distanza dalla superficie terrestre di 415 km, calcolare:
 - (a) velocità (espressa sia in km/s che in km/h);
 - (b) tempo impiegato a fare un giro.

¹Ad esempio, la formula della gittata in funzione dell'angolo non va assolutamente memorizzata!

2. Sulla falsariga di come è stata derivata la terza legge di Keplero per orbite circolari, esprimere la velocità in funzione della distanza dal centro dell'orbita.
3. Una forza varia nel tempo secondo l'espressione $F(t) = F_0 \cos \omega t$, con $\omega = 5 \text{ rad/s}$, con $F_0 = 2 \text{ N}$. Si trovi quanto vale l'impulso di tale forza fra l'istante $t = 0$ e 0.25 s .
4. Si calcoli a che distanza dal centro della Terra si trova il centro di massa Terra-Luna.
5. Si immagini una particella di 1 g sottoposta a tale forza e avente quantità di moto al tempo $t = 0$ pari a 10 g m/s . Si trovi quantità di moto e velocità al tempo t .
6. Un oggetto di massa 2 Kg viaggia verso destra alla velocità di 20 m/s e uno di massa 10 kg viaggia verso sinistra e sulla stessa retta definita dal moto del primo a 1 m/s . Si calcoli la velocità del centro di massa.
7. Sul problema precedente: i due corpi si urtano frontalmente in modo anelastico, rimanendo attaccati. Si calcoli la velocità con cui proseguono i due corpi.
8. Usando la definizione del prodotto scalare fra due generici vettori \vec{a} e \vec{b}

$$\vec{a} \vec{b} = a b \cos \theta,$$

si calcolino i seguenti prodotti scalari fra i versori lungo gli assi cartesiani:

- (a) $\hat{i}\hat{i}$;
- (b) $\hat{j}\hat{j}$;
- (c) $\hat{k}\hat{k}$;
- (d) $\hat{i}\hat{j}$;
- (e) $\hat{i}\hat{k}$;
- (f) $\hat{j}\hat{k}$.

12 (9 aprile)

1. Rivedere problema su stazione orbitale ISS: i valori devono tornare, entro le approssimazioni, con quelli ufficiali.
2. Per togliersi di mente l'idea fallace che gli astronauti dell'ISS siano "in assenza di gravità", calcolare, ripetendo un esercizio già fatto per la Luna,
 - (a) accelerazione di gravità a 400 km di altezza dalla superficie terrestre;
 - (b) spazio di caduta nel primo secondo.
3. Problema di incontro fra treni. Dare soluzione numerica del problema già risolto a lezione, **riportando anche il grafico qualitativo delle equazioni orarie**.
Per gli assenti: problema nr. 8 a pagina 2 di **F1Inf**²
4. Per stimare la profondità di un pozzo, un naturalista via lascia cadere un sasso e registra il tempo da quando ha lasciato cadere il sasso a quando ode il tonfo. Valutare la profondità di un pozzo sapendo che l'intervallo di tempo è pari a 3.0 s e assumendo per la velocità del suono 340 m/s .

²F1Inf sta per il file di "Promemoria delle lezioni di Fisica 1 (Informatica e Tecniche informatiche) AA 06/07" http://www.roma1.infn.it/~dagos/F1_06-07/lezioni.pdf

5. Un pendolo di lunghezza 92.3 cm viene fatto oscillare, lasciandolo da un angolo iniziale rispetto alla normale di 5 gradi. Calcolare
 - (a) Il tempo necessario per compiere una elongazione completa (ovvero mezzo periodo);
 - (b) la velocità angolare quando transita per $\alpha = 0$ (esprimerla sia in rad/s che in gradi/s);
 - (c) la velocità tangenziale alla circonferenza quando transita per $\alpha = 0$.
6. (Continuazione) Ricordandosi che nel punto più in basso l'accelerazione tangenziale (data da d^2s/dt^2) è (banalmente) nulla (in quanto pari a $-g \sin \alpha$), quando la massa sospesa si trova in tale punto
 - (a) valutare l'accelerazione normale, ovvero verso il punto di sospensione, trattando il moto nell'intorno di tale punto come se fosse un moto circolare uniforme;
 - (b) calcolare la tensione del filo, assumendo una massa sospesa di 100 g;
 - (c) confrontare tale tensione con quanto si ottiene nel caso in cui la stessa massa è semplicemente sospesa, ovvero il pendolo è fermo nella posizione di equilibrio.
7. Ancora sul problema 5:
 - (a) Quanto vale il periodo di questo stesso pendolo se lo portiamo sulla superficie della Luna?
 - (b) Come bisogna modificare la lunghezza per riottenere lo stesso valore che si aveva sulla Terra?

13 (13 aprile)

1. Sull'ipotetico pozzo per il centro della Terra. Si immagina che vengono lasciati cadere due oggetti, uno da 6000 km e l'altro da 10 km. Quale dei due arriverà prima al centro della Terra?
2. Sospendendo un oggetto di 100 g ad un elastico, si raggiunge una situazione di equilibrio (con l'oggetto fermo) quando l'elastico si è allungato 10 cm. Calcolare il periodo di oscillazione quando l'oggetto viene spostato dalla posizione di equilibrio e quindi lasciato libero.
3. Un oggetto di 2 kg è fermo su un piano verticale scabro. Esso è collegato mediante un filo ideale e una carrucola ideale ad una bottiglia di plastica (di massa a vuoto trascurabile) la quale viene riempita di acqua. Sapendo che l'oggetto sul tavolo comincia a scivolare quando nella bottiglia c'è un litro di acqua, calcolare il coefficiente di attrito statico fra oggetto e piano.
4. (Continuazione del problema precedente) Una volta che l'oggetto è in moto, subentra una forza di attrito dinamico caratterizzata da $\mu_D = 0.1$.
 - (a) Calcolare l'accelerazione con cui si muove il sistema composto da bottiglia e corpo sul tavolo;
 - (b) Calcolare la tensione del filo.

14 (15 aprile)

1. [Continuazione ('virtuale') del problema 1, lezione 8] Si immagini di dare un colpo alla stessa con la quale era stato eseguito l'esperimento in aula del 25 marzo in modo tale da imprimere la stessa velocità iniziale, a suo tempo valutata nel punto b) di tale problema, con la differenza che questa volta la moneta viene fatta scorrere sul tavolo (come da dimostrazione in aula).
Valutare il coefficiente di attrito dinamico moneta-tavolo sapendo che essa si ferma dopo 110 cm.
2. Si immagini ora di inclinare tale tavolo, lungo 200 cm, di 30 gradi rispetto al piano orizzontale.³ Si pone la moneta ad un estremo e la si lascia scivolare.
 - (a) Si determini la velocità raggiunta dalla moneta alla fine del piano inclinato tenendo conto del lavoro compiuto dalla forza di attrito.
 - (b) Si confronti il valore ottenuto con il risultato che si sarebbe ottenuto nel caso di piano perfettamente liscio.
3. Si ripeta l'esercizio precedente nel caso in cui la moneta invece di essere lasciata scivolare (ovvero essa era inizialmente ferma) viene lanciata con la stessa velocità iniziale del problema 1.
4. Un punto materiale sospeso a una molla viene spostato di x_0 (ovvero $x(t=0) = x_0$) dalla posizione di equilibrio e quindi lasciato andare (ovvero $v_x(t=0) = 0$). Calcolare la formula che dà la velocità raggiunta quando il punto transita per $x = 0$ in funzione dei parametri del problema (m , k e x_0)
 - (a) usando la 'ben nota' l'equazione del moto $x(t)$;
 - (b) usando il teorema per il quale il lavoro di una forza produce una variazione di $\frac{1}{2}mv^2$.

15 (16 aprile)

1. La longitudine della Basilica di Santa Maria degli Angeli è $12^\circ 29' 49''$ Est. Calcolare a quale ora, minuti e secondi il sole transita per la sua meridiana nel caso in cui la durata del giorno coincide esattamente con il giorno solare medio (ad esempio oggi, entro 1.6s – vedi <http://www.marcomenichelli.it/equationtime.asp>).
2. Risolvere numericamente il problema svolto in aula sul 'giro della morte', assumendo un raggio della ruota acrobatica di 10 m. In particolare:
 - (a) Trovare l'altezza h dal quale il corpo deve cominciare a scivolare affinché si mantenga il contatto con la guida anche nel punto più in alto.
 - (b) Trovare velocità e accelerazione centripeta in tale punto.
3. Dai i due vettori $\vec{a} = (2, -3)$ e $\vec{b} = (-1, -4)$, calcolare
 - (a) i moduli dei due vettori;
 - (b) l'angolo da essi formato rispetto all'asse delle ascisse (dare l'angolo fra 0 e 360°);

³Se, con i dati numerici dovesse venire la situazione 'assurda' aumentare l'inclinazione, portandola a 60 gradi.

- (c) il loro prodotto scalare;
 - (d) l'angolo fra di essi;
 - (e) il modulo del vettore somma, ovvero di $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$.
4. Vengono fornite 1500 calorie ad un oggetto di massa 200 grammi. Come conseguenza del riscaldamento tale oggetto varia la propria temperatura da 20 a 50 gradi centigradi. Assumendo che non ci siano perdite di calore, valutare il calore specifico del materiale di cui è costituito l'oggetto.
 5. Variante del problema nr.2: rispondere agli stessi quesiti sotto l'ipotesi di attrito dinamico sulla guida, tale che il lavoro totale della forza di attrito da quando l'oggetto comincia a scivolare a quando arriva nel punto più alto della ruota sia pari alla metà di quello (negativo!) compiuto dalla forza peso dal punto più basso al punto più alto della ruota.

16 (20 aprile)

(Questa volta si tratta per lo più di esercizi numerici per prendere confidenza con i vari concetti incontrati nelle ultime due lezioni.)

1. Un litro di acqua a 100 gradi viene versato in un recipiente contenente 4 litri di acqua a 20 gradi. Trovare la temperatura di equilibrio trascurando eventuali dispersioni.
2. Trovare la soluzione numerica del problema della velocità di fuga dalla Terra, svolto a lezione (ovvero della velocità che, in assenza di resistenza dell'aria, bisogna impartire a un razzo sparato verticalmente in modo tale che si allontani infinitamente dalla Terra, con velocità residua nulla).
3. Calcolare il lavoro effettuato dalla forza peso quando un metro cubo di acqua cade da 100 metri di altezza.
4. (Continuazione). Si calcoli la potenza di una centrale idroelettrica che funzioni con un flusso di un metro al secondo di acqua che subisce un salto di 100 metri. (Si assuma che l'energia meccanica sia trasformata al 100% in energia elettrica.)
5. Si calcoli l'energia necessaria (sia in calorie che in joule) per scaldare 15 litri di acqua da 15 a 40 gradi centigradi.
6. (Continuazione). Si calcoli la potenza necessaria per scaldare 15 litri di acqua al minuto da 15 a 40 gradi centigradi (più o meno la potenza necessaria per farsi una doccia). Si esprima il risultato sia in kcal/h che in watt.
(**Nota aggiunta:** risultato mostra come la potenza necessaria è superiore a quella fornita dalla normali caldaie casalinghe. Un valore più ragionevole per il flusso di acqua durante una doccia è $\approx 10\text{l}/\text{min}$.)
7. Dall'equivalente del Btu in Joule (vedi ad es. il formulario del corso), si calcoli la potenza refrigerante di un condizionatore da 12000 Btu/h.
8. I bruciatori delle cucine a gas hanno potenze nominali fra i 1000 W e i 3000 W (vedi ad esempio <http://www.ikea.com/it/it/catalog/products/50156008/>). Calcolare il tempo necessario per portare alla temperatura di ebollizione 5 litri di acqua inizialmente a 15 gradi usando il bruciatore da 3 kW tenuto al massimo della potenza (ovviamente trascurando tutte le dissipazioni).

9. (Continuazione) Dopo che l'acqua ha raggiunto la temperatura di ebollizione il fornello venga mantenuto alla potenza massima per 20 minuti. Si calcoli la quantità di acqua è evaporata e quanti chilowattora di energia sono stati consumati. (Un kwh è l'energia prodotta/dissipata in un'ora da un dispositivo di potenza di 1000 W.)

17 (22 aprile)

- (‘Pendolo balistico’) Un oggetto di massa $M = 10\text{ kg}$ è sospeso, mediante una barra di massa trascurabile di lunghezza $l = 2\text{ m}$, 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 $m = 40\text{ g}$ alla velocità $v = 100\text{ m/s}$. Il proiettile colpisce orizzontalmente il bersaglio e vi rimane conficcato. Si determino
 - la velocità finale del sistema proiettile-bersaglio;
 - l'altezza massima alla quale esso si solleva quando la barra comincia ad oscillare;
 - l'angolo massimo raggiunto dalla barretta rispetto alla verticale;
 - il tempo per arrivare a tale angolo massimo dall'istante dell'impatto.
- (Sul problema precedente) Si valuti la perdita di energia meccanica causata dall'urto (sia in valore assoluto che in percentuale).
- Un oggetto di carica $Q = 10^{-9}\text{ C}$ è tenuto fermo in un certo punto (ovvero ai fini del problema ha inerzia infinita). Si calcoli
 - l'intensità campo prodotto (in N/C) alla distanza di 0.1 mm ;
 - la forza esercitata su una carica $q = 10^{-10}\text{ C}$ in tale punto;
 - il lavoro eseguito da Q quando q è spostata da tale posizione iniziale fino a una distanza molto grande da Q (ovvero $d \rightarrow \infty$).
(Nota: si può far uso direttamente della relazione che intercorre fra lavoro ed energia potenziale.)
- (Sul problema precedente) Sapendo che la particella di carica q ha una massa di 0.1 mg valutare la velocità che essa raggiunge quando si è allontanata ‘indefinitamente’ da Q .
- (Ancora sul problema 3) Calcolare la differenza di *potenziale* (non di energia potenziale) elettrico fra due punti posti alla distanza $d_1 = 0.1\text{ mm}$ e $d_2 = 0.2\text{ mm}$ (per ora si usino, per i potenziali, le unità J/C).

18 (23 aprile)

- Un elettrone va dal punto A al punto B tali che la differenza di potenziale $\Delta V = V_B - V_A$ è pari 1000 V . Sapendo che esso era inizialmente fermo si calcoli la velocità quando arriva in B . Per la carica e la massa dell'elettrone si veda su Wikipedia.
- (Sul problema precedente). Si valuti l'energia cinetica finale dell'elettrone, sia in joule che in elettronvolt.
- Tre sfere hanno lo stesso raggio R ma hanno diversa densità in funzione della distanza r dal centro:

- (a) $\rho(r) = \rho_M \frac{r}{R}$;
- (b) $\rho(r) = \rho_M \left(1 - \frac{r}{R}\right)$;
- (c) $\rho(r) = \rho_M/2$;

Calcolare, per i tre casi la formula che dà il volume e quella che dà la **densità media** in funzione dei parametri del problema.

4. Per i satelliti in orbita circolare intorno alla Terra alla distanza R dal suo centro si trovi la formula che dà l'energia totale (cinetica + potenziale).
5. Per un satellite geostazionario si calcoli:
 - (a) velocità;
 - (b) distanza dal centro della Terra e dalla superficie terrestre.
 (Nota: bisogna considerare giorno solare o sidero?)
6. (Sui due problemi precedenti) Assumendo che un satellite geostazionario abbia una massa di 100 kg, si calcoli (prestando attenzione ai segni!):
 - (a) energia cinetica;
 - (b) energia potenziale;
 - (c) energia totale;
 - (d) energia necessaria per modificare la sua orbita per portarlo su una nuova orbita circolare a distanza dal centro della Terra pari a due volte quella iniziale.

19 (27 aprile)

1. Prendendo come riferimento un valore della *costante solare* di 1400 W/m^2 , si calcoli
 - (a) la potenza dell'irraggiamento solare sull'intera Terra;
 - (b) la potenza totale emessa dal Sole;
 - (c) la potenza per unità di superficie emessa dalla superficie solare;
 - (d) la costante solare su Giove.
2. Si immagini un pannello solare piano di 20 m^2 , la cui normale forma, ad un certo istante, un angolo rispetto alla direzione dei raggi solari di 30° . Assumendo un irraggiamento del Sole al suolo di 1000 W/m^2 e una efficienza di conversione (intesa come rapporto fra energia solare incidente e quella elettrica) del 15%, si calcoli la potenza elettrica del pannello in quel preciso istante.
3. Una pallina da ping pong avente velocità orizzontale trascurabile viene colpita orizzontalmente dalla racchetta, la quale si muove orizzontalmente a 10 m/s . Calcolare la velocità della pallina dopo l'urto.
4. Ripetere il problema nel caso in cui la pallina, un istante prima dell'urto, stia viaggiando orizzontalmente verso la racchetta a una velocità di 15 m/s .
5. Ad un certo istante una centrale nucleare 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.

20 (29 aprile)

1. Calcolare l'angolo solido della Terra vista dal (centro del) Sole e l'angolo solido del Sole visto dalla Terra.
2. Dal valore dell'irraggiamento diretto del Sole sulla superficie terrestre e dalla conoscenza che l'efficienza della luce solare vale 93 lm/W , calcolare l'illuminamento (espresso *lux*, lx) della luce diretta del Sole.
[<http://it.wikipedia.org/wiki/Lux>]
3. Una lampada di forma sferica emette luce in modo isotropo (stessa intensità indipendente dalla direzione), richiede una potenza elettrica di 75 W e ha una intensità di 60 cd ('candele'). Calcolare
 - (a) il flusso di luce emesso ('lumen');
 - (b) l'efficienza ('lm/W');
 - (c) l'illuminamento prodotto a 3 metri di distanza ('lx'). (Per quest'ultimo punto si pensi ad una sfera di raggio 3 metri e si pensi all'illuminamento sulla sua superficie interna dovuto soltanto alla luce diretta, ovvero trascurando le riplessioni.)
[http://it.wikipedia.org/wiki/Candela_%28unit%C3%A0_di_misura%29]
4. Un nuotatore riesce a fare 100 m stile libero in piscina in 60 s . Si calcoli il tempo che impiega in una gara lungo un fiume nella quale le corsie sono poste lungo il verso di scorrimento della corrente, la gara consiste in 50 m nel verso della corrente e 50 m nel verso opposto, e la velocità del fiume alla riva è pari alla metà del nuotatore rispetto al fiume.
5. (Variante del problema precedente) Si immagini che il fiume sia largo 50 m e che la gara consista nel nuotare trasversalmente al verso della corrente per raggiungere l'altra sponda e tornare a quella di partenza. Si calcoli
 - (a) il tempo per fare il percorso di andata e ritorno;
 - (b) il modulo della velocità del nuotatore rispetto alla riva;
 - (c) l'angolo con il quale il nuotatore viene visto nuotare dalla riva rispetto alla direzione di scorrimento del fiume;
 - (d) la distanza lungo la riva fra il punto di partenza e il punto di arrivo;
 - (e) lo spazio percorso nel sistema di riferimento della riva.(Aiutarsi con opportuni disegni, da riportare sul quaderno.)
6. (Variante del **problema 3**). Si immagini un faretto che produce lo stesso flusso di luce ('stessi lumen') della lampada di tale problema. Ma, trattandosi di un faretto la luce non viene emessa, come si dice, "su tutto l'angolo solido", bensì in un cono di 45 gradi di apertura. Si calcoli:
 - (a) l'angolo solido entro il quale è emessa la luce, facendo uso della formula $\Omega = 2\pi(1 - \cos\theta)$, con θ la semiapertura del cono;
 - (b) l'intensità di luce del faretto ('candele');
 - (c) la superficie intercettata dal cono di luce **su una sfera di 3 m di raggio e avente come centro il vertice del faretto** (si usi la definizione di angolo solido in steradiante)
 - (d) L'illuminamento diretto prodotto su tale superficie.

21 (4 maggio)

1. Ricordando che il centro di massa (ad es. lungo la x) è data da

$$x_{cm} = \frac{\sum_i x_i m_i}{\sum_i m_i} = \frac{\sum_i x_i m_i}{M} \longrightarrow \frac{\int_{x_{min}}^{x_{max}} x dm}{M},$$

trovare la formula che dà il punto del centro di massa (o meno propriamente “baricentro”) di un cono omogeneo lungo l’asse.

(Suggerimento: far riferimento al metodo usato all’inizio del corso per calcolarsi il volume, tenendo conto che $dm = \rho dV$.)

2. Variante del problema precedente: si consideri un cono non omogeneo, con densità minima al vertice e massima alla base, secondo l’espressione $\rho = \rho_0 (1 + x/h)$, con h l’altezza e x la coordinata lungo l’asse, con $x = 0$ coincidente con il vertice. Si trovi la nuova formula del centro di massa lungo l’asse.

[Prima cominciare a fare i conti, rispondere a questa **domanda qualitativa**: in questo caso il centro di massa si troverà, rispetto al caso precedente, più vicino al vertice o più vicino alla base?]

3. Un oggetto di 50 g che viaggia a 10 m/s ne urta frontalmente un altro inizialmente fermo di massa 200 g. Facendo uso delle formule generali [(242) e (243) p. 65 di **F1Inf**] si determinino le velocità dei due oggetti dopo l’urto.
4. Variante del problema precedente: si analizzi il moto nel centro di massa e poi si esegua la trasformazione nel laboratorio, ovvero
 - (a) trovare la velocità v_{cm} del centro di massa;
 - (b) eseguendo una trasformazione di velocità trovare le velocità u_1 e u_2 dei due oggetti nel centro di massa;
 - (c) trovare le velocità u'_1 e u'_2 nel centro di massa dopo l’urto usando le formule generali;
 - (d) eseguendo la trasformazione di velocità opposta trovare le velocità v'_1 e v'_2 nel sistema di riferimento del laboratorio.

22 (6 maggio)

1. ‘Mistero’ del problema 2 della volta scorsa: → anche la massa va valutata tenendo conto che la densità non è costante!!
2. Si calcoli la potenza di raffreddamento necessaria per mantenere la temperatura costante in un ambiente chiuso e isolato con 100 persone (ad esempio un cinema, trascurando ogni altra forma di calore oltre quello prodotto dalle persone).
Come dato energetico si assumano 2000 kcal pro capite al giorno, consumate nel periodo di attività (per confrontare i risultati si assuma tale periodo in 2/3 del giorno).
Inoltre, al fine di “interloquire con un ipotetico installatore”, la esprima la potenza refrigerante richiesta anche in Btu/h.
3. Ai capi A e B di una resistenza da 100 Ω la differenza di potenziale vale $V_A - V_B = 12$ V. Si calcoli:

- (a) l'intensità di corrente (in *ampere*, 'A') che fluisce nella resistenza, specificando se va da A a B o nel verso opposto. (Si ricorda che nei circuiti per 'corrente' si intende quella convenzionale positiva.)
- (b) la potenza erogata dal campo elettrico nella resistenza (ovvero quella 'dissipata' dalla resistenza stessa sotto forma di calore)
4. Problemi di esonero (**10 quesiti**) del corso per informatici del 30 aprile 2004 (vedi prima pagina del file sul sito del corso, indicato nel seguito con la sigla **EsamiF1inf**).
Indicazioni e raccomandazioni:

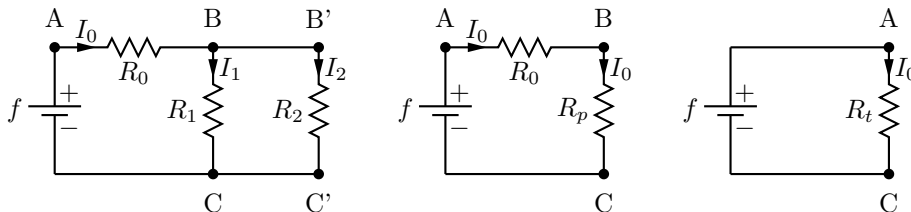
- Le soluzioni vanno riportate sul quaderno individuale, possibilmente corredate da opportuni disegni e grafici che le illustrino.
- Chi ha seguito regolarmente il corso non deve avere difficoltà a risolverli.
- Comunque, in caso di difficoltà, prima di andare a vedere la soluzione riportata sul file stesso:
 - rivedere sul quaderno individuale problemi simili, analoghi o 'inversi' (se in un problema, date le informazioni A e B si richiede C , un suo problema 'inverso' può richiedere di calcolare A , dati B e C);
 - riguardarsi gli appunti;
 - consultare il formulario.

Vedere le soluzioni solo come ultima ratio, tenendo conto che un banale esercizio di copiato non serve assolutamente a niente. Eventualmente lasciar da parte i problemi che non si sanno risolvere e tornarci in un secondo tempo.

5. Inoltre, *ma senza riportarli sul quaderno individuale*, si vedano anche i problemi 1-5, 8 e 10 dello scritto del 22/6/2004 (seconda e terza pagina di **EsamiF1inf**).
→ si comunichino eventuali difficoltà al docente (ovvero se non si capiscono nemmeno dopo aver visto le soluzioni. . .).

23 (13 maggio)

1. Dato il circuito in figura



con $f = 12\text{ V}$ e R_0 , R_1 e R_2 pari rispettivamente a 10, 20 e 40 Ohm, calcolare

- (a) la resistenza del parallelo fra R_1 e R_2 ;
- (b) la resistenza totale fra i capi del generatore;
- (c) la corrente totale I_0 che fluisce nel circuito;
- (d) le differenze di potenziale
 - i. ai capi di R_0 ;

- ii. ai capi di R_1 (e quindi di R_2);
 - (e) le correnti I_1 e I_2 attraverso le resistenze R_1 e R_2 ;
 - (f) Le potenze dissipate per effetto Joule su ciascuna resistenza;
 - (g) La potenza erogata dal generatore (calcolata direttamente dalla differenza di potenziale ai suoi capi e dalla corrente che vi scorre – si confronti il risultato con la somma delle potenze dissipate sulle resistenze).
2. Una certa quantità di acqua, racchiusa in un recipiente sferico (approssimazione da fisici!) di raggio R ha una temperatura iniziale 60°C e viene immersa in un grande recipiente con acqua a 10°C . In queste condizioni si valuta una *velocità iniziale di raffreddamento* di $5^\circ\text{C}/\text{min}$.
- (a) Si calcoli la costante di tempo τ del processo di raffreddamento.
 - (b) Si calcoli la velocità di raffreddamento quando l'acqua del recipiente sferico ha raggiunto la temperatura di 30°C .
 - (c) Si valuti come varia la costante di tempo se, a parità di tutte le altre condizioni e di tutti i parametri in gioco, si raddoppia il raggio della sfera.
(**Legge di scala:** si faccia uso della dipendenza di τ da η e C , di C dal volume e di η dalla superficie.)
3. Un oggetto di 100 g, lasciato cadere in aria ha una velocità limite di 2 m/s. Si calcolino
- (a) la costante β della forza di resistenza dell'aria;
 - (b) la costante di tempo τ ;
 - (c) l'accelerazione ('velocità della velocità') quando $v = 0$ e quando $v = V_L/2$.
4. In un certo sistema il tasso di 'crescita' degli 'individui' vale $\alpha = -0.01 \text{ h}^{-1}$.
- (a) Si calcoli la costante di tempo τ del processo di decrescita.
 - (b) Sapendo che ad un certo istante il numero di individui di tale popolazione vale 10^7 , si calcoli in numero di individui scomparsi in un 'piccolo' intervallo di tempo ' $dt' = 1$ minuto (in attesa della prossima lezione si richiede di usare la formula $dN/dt = \alpha N$, valida solo per 'tempi infinitesimi' – da cui ' dt ' – rispetto alla costante di tempo del processo).

24 (18 maggio)

1. Completare gli esercizi della volta scorsa, alla luce del supplemento di lezione sul tema.
2. Datazione con il Carbonio 14. Sapendo che un reperto ha un contenuto residuo di Carbonio 14 pari a $1/20$ di quello che doveva averne avuto quando era in vita si calcoli da quanti anni tale reperto ha cessato di vivere.
3. Si calcoli la differenza di pressione fra il pavimento e il soffitto di una stanza da 3 m di altezza, in condizioni 'normali'.
4. Calcolare la pressione sul fondo di una colonnina di mercurio alta 76 cm.
5. Quanto vale la sovrappressione (ovvero oltre quella atmosferica) a 30 metri sott'acqua?

25 (20 maggio)

1. Provare a installare R e fare i plot sui vari andamenti esponenziali usando le istruzioni sul sito.
2. Un'auto di una tonnellata è poggiata su un pistone di una macchina idraulica avente un diametro di 20 cm. Connesso allo stesso liquido c'è un pistoncino (una specie di siringa) di diametro 1 cm. Si calcoli la forza con la quale bisogna agire sul pistoncino per bilanciare il peso dell'auto.
3. Una popolazione di batteri, inizialmente di 100 individui, ha un tasso di accrescimento r pari a $0.38 h^{-1}$. Si calcoli quanto tempo occorre affinché essa raggiunga un milione di individui (nel caso di crescita illimitata).
4. Sugli stessi dati, e chiamando T il tempo ricavato nel punto precedente, si calcoli
 - (a) il numero di individui per $t = T/2$ e $0.9T$ nel caso di crescita illimitata;
 - (b) il numero di individui per $t = T/2$ e $0.9T$ nel caso di crescita limitata a $K = 1000000$ secondo il modello di Verhulst.
5. Per misurare la pressione all'interno di un palloncino rispetto alla pressione atmosferica si usa un "tubo a U" riempito di acqua, come in figura 2.34 a p. 115 del file **pressione.pdf**, il quale da una parte è collegato al palloncino e dall'altra è aperto (in modo che questa parte è alla pressione atmosferica). Sapendo che la differenza fra le due colonne di acqua è di 18 cm (più bassa quella collegata al palloncino), si calcoli la differenza fra la pressione del palloncino e la pressione atmosferica.
6. Problema nr 28 a pag. 126 del file **pressione.pdf** (affioramento dell'iceberg).

26 (25 maggio)

1. Esperimento in aula con il "tubo a U": soffiando da una parte del tubo, la colonna di acqua dall'altra parte del tubo si è innalzata di 16 cm. Calcolare la pressione prodotta dal soffio (in eccesso a quella atmosferica!).
2. Oscillazioni dell'acqua in un "tubo a U" (viste a lezione). Data la lunghezza l del tubo occupata dall'acqua quando essa è a riposo e la sezione A del tubo,
 - indicando con x l'aumento di livello della parte destra del tubo rispetto all'equilibrio (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;
 - se ne traggano le debite conseguenze.

(Ovviamente stiamo considerando un liquido ideale che possa scorrere all'interno del tubo senza attriti.)

3. Problema nr. 6 p. 127 di **F1Inf**.
4. Problema nr. 7 p. 127 di **F1Inf**.

5. Si immagina due guide, ciascuna di 2 m ed entrambe inclinate di 30° rispetto al piano orizzontale. Lungo la prima, priva di attrito, scivola un corpo senza ruotare. Lungo la seconda rotola senza scivolare un cilindro di raggio R (valore irrilevante ai fini del risultato). Entrambi i corpi hanno la stessa massa.

Facendo uso della conservazione dell'energia meccanica, si calcoli la velocità finale nei due casi.

Indicazioni:

- il momento di inerzia rispetto al proprio asse di un cilindro vale $I = \frac{1}{2}m R^2$;
- si faccia uso della relazione che intercorre fra la velocità traslazionale del cilindro e la sua velocità angolare di rotolamento (classico problema, visto a suo tempo, di come sono legate fra di loro velocità di traslazione e di rotazione delle ruote di veicoli, le quali in normali condizioni di aderenza non scivolano e quindi il punto di contatto è istantaneamente fermo rispetto alla superficie su cui ruotolano.).

27 (27 maggio)

1. Ricavarsi la formula del momento di inerzia di un cilindro rispetto al proprio asse.
2. Una particella di massa m , carica q e velocità v è in una regione di spazio con un **campo magnetico** B ortogonale alla direzione di moto della particella. Ricavarsi le formule per ottenere, in funzione dei parametri del problema:
 - (a) il raggio di curvatura della traiettoria della particella;
 - (b) il periodo di rotazione.

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

(Si raccomanda di ripassarle regolarmente)

1. Formule per il calcolo di circonferenza e area di un cerchio.
2. Volume del parallelepipedo rettangolo.
3. Volume del cilindro retto.
4. Volume del cono.
5. Volume della piramide.
6. Volume della sfera.
7. Massa di un litro e di un metro cubo di acqua.
8. Massa di un litro e di un metro cubo di aria.
9. Circonferenza terrestre (da cui il raggio).
10. Latitudine e longitudine di Roma.
11. Velocità di angolare di rotazione della Terra intorno al proprio asse, espressa in gradi/h.
12. Velocità di rivoluzione della Terra intorno al Sole, espressa in km/s.
13. Costante g espressa in (m/s)/s, in (km/h)/s e in N/kg.
14. Diametro angolare medio di Sole e Luna (visti dalla Terra).
15. Velocità angolare di rivoluzione della Terra intorno al Sole, espressa in gradi/giorno (importante il valore approssimato).
16. Velocità angolare di rotazione della Luna intorno alla Terra, espressa in gradi/giorno (valore approssimato).
17. Spazio percorso in caduta libera, in prossimità della superficie terrestre, nel primo secondo. (Corpo inizialmente fermo.)
18. Periodo di un oggetto in un ipotetica orbita circolare radente intorno alla Terra (espresso in ore e minuti).
19. Velocità di un oggetto in un ipotetica orbita circolare radente intorno alla Terra (espressa in km/s).
20. Spazio percorso in caduta libera nel primo secondo da 400 km (stazione orbitale ISS).
21. Ora del mezzogiorno locale a Roma (meridiana di S. Maria degli Angeli) quando la durata del giorno solare è pari a quella media (es. 16 aprile 2015).
22. Fattore di conversione caloria-joule.
23. Potenza ideale di una centrale idroelettrica per ogni litro al secondo di acqua da un dislivello di un metro.

24. Velocità di fuga dalla Terra (in assenza di atmosfera) e dalla Luna.
25. Distanza dalla superficie terrestre dei satelliti geostazionari.
26. Longitudine alla quale si trovano i satelliti 'italiani' (hot bird).
27. Equivalente in Joule dell'elettronvolt.
28. Costante solare media (potenza dell'irraggiamento totale al di fuori dell'atmosfera).
29. Irraggiamento solare diretto a suolo (inferiore della costante solare a causa di assorbimento e riflessione dovuti all'atmosfera).
30. Illuminamento dovuto alla luce diretta del Sole (in 'lux').
31. Definizione di angolo solido (misurato in *steradiani*).
32. Velocità di Roma intorno all'asse terrestre, confrontata con quella del suono (pura coincidenza numerica!).
33. Tempo di dimezzamento del Carbonio 14.