Giancarlo Buccella

Esercizi di fisica

Tutti i problemi proposti dal testo

LA FISICA per i Licei Scientifici
Ugo Amaldi
Vol.1 (quarta edizione)

Decalogo per la risoluzione dei problemi di Fisica.

1) Leggere attentamente il testo del problema.

2) Preparare un elenco completo delle quantità date (note) e di quelle cercate (incognite).

3) Disegnare uno schema o un diagramma accurato della situazione. Nei problemi di dinamica, assicurarsi di aver disegnato *tutte* le forze che agiscono su un dato corpo (diagramma di corpo libero).

4) Dopo aver deciso quali condizioni e principi fisici utilizzare, *esaminare le relazioni matematiche che sono valide nelle condizioni date.* Assicurarsi sempre che tali relazioni siano applicabili al caso in esame. E' molto importante sapere quali sono le limitazioni di validità di ogni relazione o formula.

5) Molte volte le incognite sembrano troppe rispetto al numero di equazioni. In tal caso è bene chiedersi, ad esempio:
 a) esistono altre relazioni matematiche ricavabili dalle condizioni del problema?
 b) è possibile combinare alcune equazioni per eliminare alcune incognite?

6) E' buona norma risolvere tutte le equazioni algebricamente e sostituire i valori numerici soltanto alla fine. Conviene anche mantenere traccia delle unità di misura, poiché questo può servire come controllo.

7) Controllare se la soluzione trovata è dimensionalmente corretta.

8) Arrotondare il risultato finale allo stesso numero di cifre significative (o comunque mai con un numero di cifre significative più piccolo) di quello dei dati del problema.

9) Ricordare che per imparare a risolvere bene i problemi e necessario risolverne tanti: la risoluzione dei problemi spesso richiede creatività, ma qualche volta si riuscirà a risolvere un problema prendendo lo spunto da uno precedente già svolto.

10) Se infine non si riesce ad “imbroccare” la strada giusta consultare i libri di esercizi svolti!

Consigli pratici su come affrontare i problemi di fisica

Non considerare mai lo studio come un dovere, ma come un'occasione invidiabile di imparare l'effetto liberatorio della bellezza spirituale, non solo per il vostro proprio godimento, ma per il bene della comunità alla quale appartiene la vostra opera futura."

A. Einstein

(tratto dalla *rivista delle matricole* di Princeton, 1933)

La fisica e' una scienza eminentemente sperimentale. Ciò significa che le varie ipotesi, leggi, teoremi, vanno sempre esaminati al vaglio della esperienza, e una qualunque proposizione non acquista significato se non nella misura in cui può essere usata per determinare e descrivere il comportamento di un reale sistema fisico.

Pertanto lo studio della fisica va sviluppato su un piano "applicativo", ed apprendere ad usare praticamente i concetti e' altrettanto importante che impadronirsi teoricamente dei concetti stessi.

Da ciò deriva la notevole importanza che i problemi hanno per lo studio della fisica: essi, per così dire, rappresentano contemporaneamente un banco di prova e una guida alla reale e pratica utilizzazione di ciò che si e' appreso.

In che cosa consiste un problema di fisica ed in che modo esso differisce da un problema, poniamo, di matematica?

Un problema di fisica (salvo quando non costituisca una semplice applicazione piùo meno mnemonica di formule) deve sempre rappresentare una reale situazione, ossia deve prospettare lo svolgersi di eventi che realmente accadono o possono accadere.

Ora occorre sottolineare un punto fondamentale, che spesso viene dimenticato: le leggi della fisica non si riferiscono mai al mondo reale, ma hanno sempre per oggetto un universo ideale che, per di più, può essere diverso per leggi diverse.

Ciò deriva dal fatto che il mondo reale e' troppo complicato per essere descritto e studiato in maniera completa e reale.

Si pensi, ad es. , al semplicissimo fatto di lanciare per aria un sasso; che poi va a ricadere sul pavimento. Nella realtà sul sasso agiscono numerosi e non sempre ben definiti agenti: la forza di gravità, la resistenza dell'aria - che può' variare da istante a istante a seconda delle varie sezioni che il sasso, rivolvendosi nel suo moto, offre all'urto col mezzo; di più al momento dell'urto col suolo si avrà un parziale cedimento e del sasso e del pavimento. Onde d'urto di vario genere si propagheranno in entrambi, riflettendosi e interferendo fra loro, e così via. Impossibile analizzare quantitativamente un tale insieme di fatti.

Ora, il fisico sa, perché glielo insegna l'esperienza, che la maggior parte di questi avvenimenti hanno una importanza relativamente piccola nel quadro del fenomeno globale di "sasso lanciato che rimbalza". Egli dunque li trascurerà' e si limiterà a considerare solo gli elementi principali, quali la gravità, ed eventualmente la resistenza dell'aria, opportunamente schematizzata con una forza di tipo viscoso.

Per questi elementi esistono leggi precise, ed il problema potrà essere trattato e risolto: ma il problema ora non descrive più qualcosa di reale, ma descrive un oggetto ideale (corpo sferico rigido) che si muove in un ideale campo di forza (g = cost) attraverso un mezzo ideale, continuo e omogeneo ($f = 6\pi\eta r^2 v$). Se questa situazione ideale esistesse, la soluzione trovata la descriverebbe esattamente.

Per quanto riguarda la situazione reale, la soluzione la descriverà solo approssimativamente e l'approssimazione sarà tanto migliore quanto più il modello ideale che ci siamo costruiti somiglia alla realtà.

Dunque in un problema fisico la prima fase consisterà sempre nel sostituire alla situazione reale un modello ideale sul quale si sa lavorare.

Più semplice il modello, più facile la soluzione; più complicato (in genere) il modello, più laboriosa la soluzione, ma più vicina alla descrizione reale dei fatti. Come sempre, occorrerà fare un compromesso fra la semplicità e la esattezza che si richiede. Questa prima fase è concettualmente la più importante per la più fisica, sebbene di solito essa sia evitata in quanto il problema (didatticamente parlando) fornisce direttamente il modello ideale.

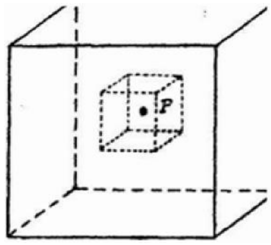
La seconda fase consiste nello scrivere le leggi fisiche inerenti il modello e nel trattarle opportunamente con metodi matematici. Questa fase e essenzialmente tecnica e legata al calcolo. Occorre però tener presente, anche in questa fase, che le grandezze che si trattano sono grandezze fisiche, sia pure appartenenti ad un modello ideale, e non grandezze matematiche attratte: ciò può essere di grande aiuto, perché l'intuizione fisica ed il semplice buon senso possano suggerire facilmente la strada da seguire, o consentire di operare approssimazioni matematiche giustificate dalla valutazione fisica quantitativa dei parametri con cui si tratta.

Per fare un esempio banale: se per una data massa risulta l'equazione $m^2 = 16$, il risultato matematico è $m = \pm 4$, mentre quello "fisico" è $m = 4$, risultando evidente che il risultato negativo $m = -4$ e' senz'altro da scartarsi dato che m e' una grandezza fisicamente definita positiva.

Connesso con questo tipo di ragionamento e' il problema degli infinitesimi.

Senza addentrarci in discussioni matematiche, ricordiamo che con la notazione "dx" si intende una determinazione della grandezza x che tende a zero nel senso che può essere resa piccola a piacere. II carattere fondamentale dell' infinitesimo matematico sta proprio in questa potenziale diminuzione che può essere spinta fin dove occorra senza alcuna limitazione.

Quando però x rappresenta una grandezza fisica, in generale questa arbitrarietà non è più ammissibile. Un esempio diretto chiarirà meglio questo concetto. Si voglia determinare la "densità " ρ (P) di un oggetto, p. es. , un cubo non omogeneo di massa m e volume v, in prossimità di un punto P. Facendo semplicemente $p = m/v$ si ottiene, come e' ovvio, la densità' media. Si può allora considerare un cubo più piccolo, circostante P e siano m' e v' massa e volume di questo nuovo cubo.

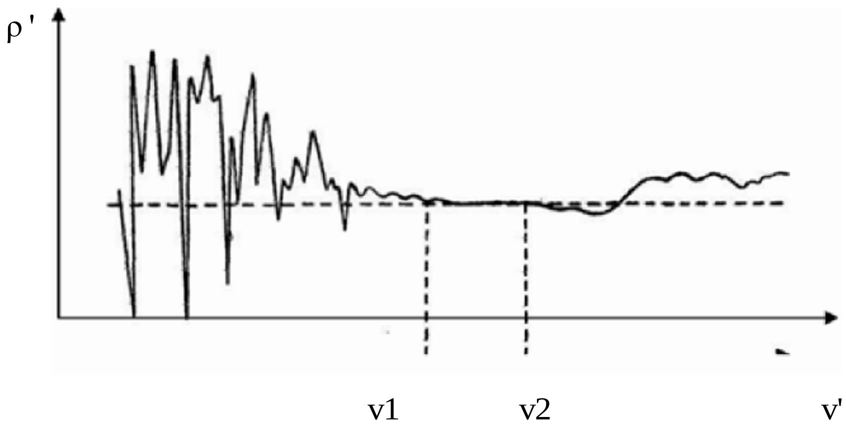


La nuova densità media ρ' = m'/v'; differirà, in generale, dalla precedente a causa della non omogeneità del corpo. Si pensi ora di far tendere a zero v', considerando cubetti sempre più piccoli intorno a P e si definisca densità locale ρ(P) il limite del rapporto

$$\rho = \lim_{x' \to 0} \frac{dm}{dv}$$

Se la materia fosse continua, dv potrebbe avere l'ordinario significato di infinitesimo. In realtà a causa della struttura atomica della materia ciò non e' possibile.

Se pensiamo di riportare in un grafico il valore ρ' = m'/v' in funzione di v' si otterrà una situazione qualitativamente indicata in figura.



All'inizio, per v' grande, ρ' fluttuerà a causa delle disomogeneità macroscopiche del corpo. Al diminuire di v' tali fluttuazioni si attenuano e ρ' sembrerà tendere ad un limite costante. Se però si pensa di ridurre ancora v' si comincia a "vedere" la discontinuità della materia e ρ' rappresenterà fluttuazioni che vanno crescendo al decrescere di v'. La ragione è semplice: mentre v' varia con continuità, m' varia in modo discontinuo, la minima variazione essendo rappresentata dalla massa di un singolo atomo. Finché in v' vi sono moltissimi atomi tale discontinuità non si manifesta, ma diviene sempre più sensibile al diminuire di v' Al limite ρ' diverrà zero se P non e' occupato da alcun atomo, mentre assumerà un valore estremamente elevato se in P' vi è un atomo (o più esattamente, il nucleo di un atomo in cui e' praticamente concentrata tutta la massa atomica).

Se in aggiunta si considera il fatto che gli atomi, soggetti all'agitazione termica, si muovono continuamente rispetto alla loro posizione di equilibrio, si avrà altresì una enorme fluttuazione temporale in ρ' qualora si considerino elementi di volume v' prossimi allo zero.

Si comprende quindi come in realtà dv non debba interpretarsi come un infinitesimo matematico, ma come un volumetto finito; abbastanza piccolo perchè le fluttuazioni macroscopiche siano scomparse, ma abbastanza grande da contenere un numero enorme di atomi di modo che non appaiano ancora le fluttuazioni macroscopiche (nella figura dv dovrà essere compreso fra v_1 e v_2).

In genere ciò e' possibile: in un gas, monoatomico ad esempio, vi sono ancora circa 3×10^9 atomi in un volume di 10^{-10} cm^3. Vi sono tuttavia situazioni in cui le fluttuazioni microscopiche appaiono prima che siano svanite quelle macroscopiche (come ad es. nei moto turbolento di un liquido) ed in questo caso non ha senso fisico parlare di infinitesimi.

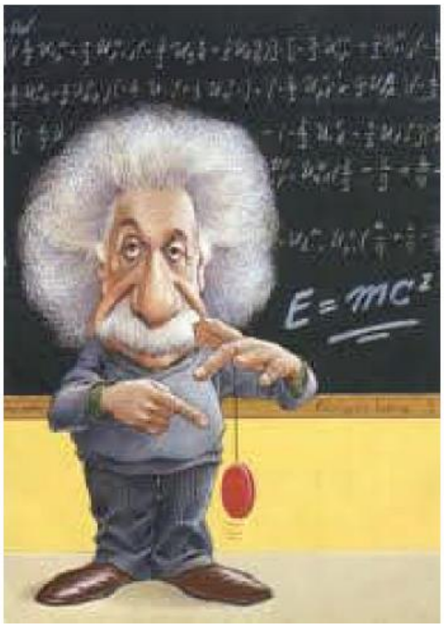
Riprendiamo ora il nostro discorso. Ottenuti i risultati subentra la terza fase: i risultati ottenuti sono certamente esatti (nei limiti di eventuali approssimazioni matematiche che si sono fatte) per quanto riguarda il modello.

Nel trasferirli al fatto fisico reale, va dunque considerato con quali cautele tale trasferimento può essere fatto, e specificare fino a quando i risultati esposti potranno considerarsi sufficientemente validi, il che e' come dire fino a quando il modello scelto è ancora sufficiente a descrivere sia pure approssimativamente la realtà.

In generale un problema di fisica non può involvere solo un argomento, ed e' semplicemente per comodità didattica che i problemi sono suddivisi per argomenti. Ciò impone di trattare questioni che nella maggior parte dei casi risulteranno eccessivamente schematizzate: e' questo il prezzo che si deve pagare se non si vuoi avere a che fare con questioni fisiche troppo complesse.

E' necessario richiamare, a volte, nozioni e teoremi matematici. Per altro non e' possibile usare in questa sede il rigore matematico che sarebbe necessario ed utile.

(tratto dall'introduzione del testo: "*Guida alla soluzione di problemi di fisica*" di D.Sette e F.Wanderlingh - Ed. Veschi - 1988)



Un ultimo suggerimento: consiglio di usare questi esercizi svolti con atteggiamento “attivo" ed in modo “ragionato", capitolo dopo capitolo parallelamente allo studio del libro di testo. Se con i propri mezzi, dopo un tempo ragionevole, non si è giunti a un qualche risultato positivo si può senz'altro passare alla consultazione di questo testo. Questo non toglie nulla al proprio percorso formativo se non frustrazioni e perdite di tempo. In nessuna espressione della vita ci si può illudere di poter affrontare una prova impegnativa con qualche probabilità di successo, senza un adeguato addestramento pratico. Il tentativo di risolvere un problema di fisica non sfugge a questa regola: le prove scritte degli esami di fisica, in tutte le università, ne danno una dimostrazione inconfutabile.

Il riuscire ad “imbroccare” e poi eventualmente risolvere dettagliatamente un problema di fisica, (magari provando e riprovando, "rimurginandoci" sopra se occorre anche intere giornate) è una soddisfazione intellettuale che solo chi l’ha provato può capire.

Auguro a chi userà questi esercizi di provare tale gioia.

Giancarlo Buccella

Alanno - giugno 2002

INDICE
VOLUME 1

VOL. 1 – Introduzione - CAP. 2
Il metodo scientifico

11) *Il rubinetto della cucina perde e lascia cadere una goccia ogni 45 s. Scrivi una formula che esprima la legge empirica appena enunciata.*

12) *Certamente conosci la formula matematica per calcolare l'area di un trapezio. Dopo aver assegnato esplicitamente a ogni grandezza geometrica un nome di variabile, scrivi la formula con le variabili fissate e mostra un esempio di sua applicazione.*

13) *Nello studio di un fenomeno si trova che due grandezze x e y sono legate dalla relazione* $y = a / (b + x)$. *Quali relazioni approssimate si possono utilizzare rispettivamente nei casi* $x << b$ *oppure* $x >> b$ *?*

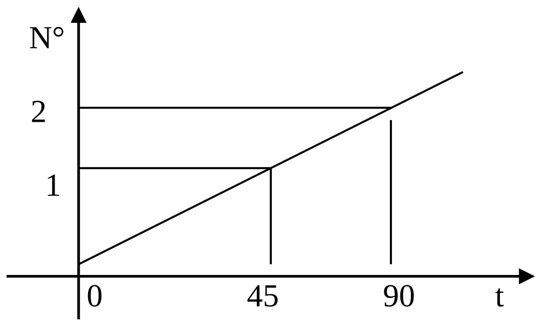
Soluzioni

11)

Cade una goccia ogni 45 s dunque

n° gocce	t (s)
0	0
1	45
2	90

Se riportiamo in un grafico questri valori abbiamo:



da cui si vede che siamo di fronte ad una legge di proporzionalità diretta e quindi algebricamente descrivibile con l'equazione di una retta che in questo caso passa per l'origine (infatti a t=0 si hanno zero gocce). Si ha perciò: N = kt
per determinare la costante di proporzionalità diretta, ossia il coefficiente angolare basta scrivere l'eq. stessa per un valori noto sia di N che di t, abbiamo: (per N=1 e t=45)

1 = k 45 da cu i k = 1/45 allora l'eq. diviene: N= (1/45) t

12)

Area trapezio ≡ $A = \frac{B+b}{2}h$ dove B è la base maggiore, b quella minore ed h l'altezza

indichiamo con x.y e z le tre variabili

$A = \frac{x+y}{2}z$ da cui posiamo ricavare una variabile in funzione delle altre due. Ad es. noti y e z possiamo ricavarci x:

$$x = \frac{2A}{z} - y$$

13)

Per x<<b b+x $\approx$ b da cui y = a/b = cost.
Per x>>b b+x $\approx$ x da cui y = a/x

VOL. 1 – Introduzione - CAP. 3
Le grandezze fisiche

1) *L'intervallo di tempo tra due noviluni (mese sinodico) non è costante a causa del moto complicato della Terra e della Luna e varia tra 29 e 30 giorni. Per determinarne un valore medio sì possono utilizzare osservazioni fatte su un periodo lungo. In una vecchia agendina si trova che il primo novilunio del 1993 fu il 22 gennaio, mentre l'ultimo novilunio del 1996 capita il 10 dicembre. Calcola la durata media del mese sinodico.*

3) *In un litro di aria (press'a poco la quantità contenuta in una normale bottiglia di acqua minerale) ci sono 30 000 000 000 000 000 000 000 molecole. Traduci questo numero nella notazione esponenziale con base 10.*

4) *Scrivi il numero 0,000000015. utilizzando la notazione esponenziale con base 10.*

5) *Un atomo d'argento ha una massa di* $1,79 \times 10^{-22}$ *g. Quanto vale la massa di* 6×10^{23} *atomi d'argento?*

6) *La luce che arriva dalla galassia Andromeda È partita 30 000 000 000 000 secondi fa. Traduci questo numero nella notazione esponenziale con base 10. A quanti anni corrisponde? Quanti anni-luce è distante Andromeda?*

7) *II raggio dell'Universo visibile (che puoi immaginare come una sfera) e di circa* $1,5 \times 10^{10}$ *anni luce. Calcola il volume dell'Universo in (anni luce)*^{3} *e in* m^3.

8) *Quanti secondi dura in media la vita di un uomo? Qual è l'ordine di grandezza di questo tempo?*

9) *La massa del Sole è* $M_s = 1,989 \times 10^{30}$ *kg. La massa di un protone è* $m_p = 1.673 \times 10^{-27}$ *kg. Qual è l'ordine di grandezza del rapporto* M_s/m_p?

10) *Quanto misura lo spessore di un foglio di questo libro? Esprimi questo numero con la notazione esponenziale in base 10. Suggerimento: misura lo spessore del libro.*

11) *La massa di un elefante è in media di 3.5 t. mentre quella di un topo è di 25 g. Quante volte la massa di un topo è minore di quella di un elefante?*

12) *Le dimensioni di un'asse di legno di quercia sono rispettivamente di 2.0 cm. 30 cm e 1,50 m e la sua massa è di 7,0 kg. Calcola la densità del legno di quercia, cioè il rapporto tra la sua massa e il suo volume.*

13) *Il raggio di una sferetta di acciaio (la cui densità è 7800* kg/m^3*) misura 1,5 cm. Qual è la massa della sferetta? (La densità di una sostanza è definita nell'esercizio 12.)*

14) In un floppy disc da 3"1/2 i dati sono registrati sulle due superfici magnetiche comprese all'incirca tra 2 e 4 cm dal centro. Sul dischetto possono essere memorizzati fino a un milione e mezzo di caratteri. Quanto è grande, in media, l'area occupata da un carattere, in mm^2?

15) Determina le dimensioni fisiche dell'accelerazione a, sapendo che esiste la formula
$a = 2s/t^2$

16) Determina, a meno di una costante adimensionale, l'espressione dell'accelerazione centripeta in un moto circolare uniforme, se questa dipende solo dalla velocità e dal raggio di curvatura. (Le dimensioni fisiche dell'accelerazione sono calcolate nell'esercizio 15.)

17) Come nell'esercizio precedente, determina il periodo di un pendolo (matematico) sapendo che questo potrebbe dipendere dalla lunghezza ℓ, dalla massa m e dall'accelerazione di gravità g. (Le dimensioni fisiche dell'accelerazione sono calcolate nell'esercizio 15.)

18) Per un determinato sistema dinamico, la grandezza denominata energia totale è data dalla somma di due termini: $E = k_1 x^2 + k_2 v^2$ *dove x è una lunghezza e v una velocità. In che unità si misura la costante* $\gamma = (k_2/k_1)^{1/2}$ *nel SI?*

19) La velocità delle navi si esprime di solito in «nodi», cioè in miglia nautiche all'ora. Per ottenere la velocità in m/s quanto vale il fattore di conversione, se un miglio nautico vale circa 1853 m ?

20) Due rotoli di filo di rame hanno lo stesso peso. Il primo filo ha un diametro di 1 mm, l'altro di 0,4 mm. Che rapporto c'è tra le lunghezze? Se il primo è lungo 100 m, quanto è lungo il secondo?

21) Il progetto di un complesso edilizio ha richiesto una confezione di mine per i disegni, una scatola di acquerelli per le vedute, 3 hg di polistirolo per la realizzazione di un plastico. Si decide di rifare l'intero progetto in scala 4 volte maggiore; quanto materiale occorrerà?

22) Si legge spesso che il fenomeno delle maree è dovuto alla presenza della Luna, in realtà tutti i corpi celesti contribuiscono con un termine proporzionale alla propria massa e inversamente proporzionale al cubo della distanza dalla Terra. Nella tabella che segue le masse sono date in unità della massa della Terra e le distanze sono espresse attraverso il tempo impiegato dalla luce a percorrerle.

Oggetto	Massa	Distanza
Luna	$1,2 \times 10^{-2}$	1,3 s
Sole	$3,3 \times 10^{5}$	8 min
Giove (*)	$3,2 \times 10^{2}$	32 min

(*) nella posizione più vicina

Posto uguale ad 1 (in opportune unità di misura) l'effetto dovuto alla Luna, determinare gli effetti dovuti al Sole e a Giove.

23) *Una finestra è larga 140 cm, e dista 4,5 m dalla parete opposta di una stanza. Stando accostati alla parete opposta, si osserva, in direzione perpendicolare alla parete, un campanile lontano, proprio allineato al bordo destro della finestra. Per vedere lo stesso campanile allineato con il bordo sinistro bisogna spostarsi di 143 cm. A che distanza si può stimare sia il campanile?*

24) *Una certa sostanza assorbe l'umidità dell'aria in proporzione alla sua superficie. Avendone a disposizione un volume cubico di spigolo* ℓ*, per ottenere un maggior effetto deumidificante, conviene o no tagliare il cubo in N cubetti più piccoli?*

25) *Versando una goccia di acido oleico (fortemente diluito in un solvente volatile) su una superficie d'acqua, questo galleggia e si espande formando uno strato superficiale approssimativamente circolare. Si può ritenere che l'espansione termini quando lo spessore dello strato è dell'ordine di grandezza delle dimensioni molecolari, mentre il solvente è completamente evaporato. Sia q la frazione in volume di acido oleico nella soluzione, r il raggio della goccia ed R il raggio dello strato superficiale. Scrivi l'espressione che esprime l'ordine di grandezza delle dimensioni molecolari dell'acido oleico.*

26) *Un barra di ferro a sezione quadrata di 20 cm di lato viene passata in un laminatoio ove, con successive operazioni, viene ridotta a una lamina di 1 m di larghezza e 0.5 mm di spessore. La produzione è a ciclo continuo: quindi le barre entrano ed escono una dopo l'altra senza interruzioni. La lamina viene successivamente arrotolata attorno a un rocchetto di legno di raggio R e forma una bobina.*
Se la barra entra nel laminatoio a 30 cm/s, a che velocità deve uscirne?
Considerato che la superficie laterale della bobina si arrugginisce e resterà quindi inutilizzata, converrebbe aumentare o diminuire l'altezza della lamina?

Soluzioni

1)
1993 novilunio 22 gen
1996 novilunio 10 dic

Intervallo temporale di 1417 giorni
(4 anni = 1460 giorni) la distanza temporale tra il 10 dic e il 22 gen è di 43 giorni quindi basta fare 1460-43=1417 giorni

Se la periodicità fosse stata di 30 giorni si avrebbe avuto un tempo totale di 1440 giorni, allora 1440:30=1417:x da cui x=29.52 giorni

Oppure:
1 anno = 365 g + ¼ g = 365.25 g
dal 22/1/93 al 10/12/96 ci sono 1418.0 g
Supponendo il mese lunare di 29 si avrebbe $29 \cdot 48 = 1392$ dove 48 è il numero intero che fa avvicinare il risultato a 1418, il che significa che anticiperebbe di 26 g, quindi dobbiamo aggiungere questi 26 g a tutte le mensilià (29x48) e poii dividre per 48 al fine di ottenere il mese effettivo:

$$((29\cdot 48) + 26)/48 = 29.54 \text{ g}$$

3) La cifra 3 è seguita da 22 zeri, dunque il numero in notazione scientifica diventa $3\cdot 10^{22}$.

4) La cifra 1 è preceduta (tenendo conto anche dello zero prima della virgola) da 15 zeri, dunque il numero in notazione scientifica diventa: $1.5\cdot 10^{-8}$

5)
m(Ag)=$1.79\cdot 10^{-22}$ g
M = massa di una mole di atomi di Ag ossia di $6\cdot 10^{23}$ atomi di Ag
$M=1.79\cdot 10^{-22}\cdot 6\ x\cdot 10^{23} = 1.07 \cdot 10^{-2}$ g
M è la massa molare di un composto e coincide numericamente con il valore della massa molecolare e si esprime in g/mol.

6) 30.000.000.000.000 s = $3x10^{13}$ s
1 anno = 12 mesi = 365 giorni = 8766 ore = 525 960 minuti = $31.5 \text{ x } 10^{6}$ s = 31.5 Ms
(M=mega=10^{6})

7) $R = 1.5\cdot 10^{10}$ a.l.
Il volume di una sfera è $V = (4/3)\ \pi\ R^3 = (4/3)\ \pi\ (1.5\cdot 10^{10})^3 \quad =1.41\cdot 10^{31}\ (\text{a.l.})^3$
Un anno luce vale come noto $9.5\cdot 10^{15}$ m dunque $1(\text{a.l.})^3 = (9.5\cdot 10^{15})^3\ \text{m}^3$
$= 8.57\cdot 10^{47}\ \text{m}^3$
Dunque il volume sarà $V=1.41\cdot 10^{31}\cdot 8.57\cdot 10^{47} = 12\cdot 10^{78}\ \text{m}^3$

8) Vita media uomo = 75 anni = $75\cdot 3.15x10^{7}$ s = $2.4\cdot 10^{9}$ s
il cui ordine di grandezza è 10^{9} s

9) Ms = $1.989\cdot 10^{30}$ kg
Mp = $1.673\cdot 10^{-27}$
Ms / Mp = $1.19\cdot 10^{57}$ l’ordine di grandezza è 10^{57}

10) Lo spessore misura: s = 1.6 cm n° pagine = 210
spessore di un foglio 1.6/210 = 80 μm ossia poco meno di un decimo di millimetro.

11) $M_e = 3.5$ t ; $m_t = 25 \cdot 10^{-3}$ kg da cui $M_e/m_t = 1.4 \cdot 10^5$
la massa dell'elefante è circa 100 000 volte la massa del topo.

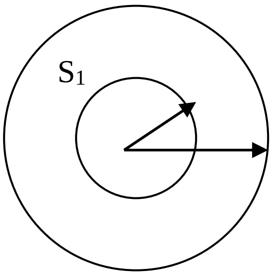
12) L = 0.02 m $\ell_1 = 0.3$ m $\ell_2 = 1.5$ m $V = L \cdot \ell_1 \cdot \ell_2 = 0.02 \cdot 0.3 \cdot 1.5 = 0.009\ m^3$

$$d = \frac{M}{V} = \frac{7}{0.009} = 778 kg/m^3$$

13) R = 1.5 cm d = 7800 kg/ m^3 ($V=(4/3)\,\pi R^3 = 1.413 \cdot 10^{-5}\ m^3$)
$M = d \cdot V = 7800 \cdot 1.413 \cdot 10^{-5} = 0.11$ kg

14) L'area utile alla registrazione dei dati è il doppio (fronte/retro) dell'area della corona circolare compresa fra R_1 e R_2, essendo $R_1 = 2$ cm e $R_2 = 4$ cm, indicando con N il numero dei caratteri memorizzabili si ha:

A= S/N S = Sup. effettiva di registrazione



A è l'area occupata da un carattere
S_1 = area della corona circolare
$S_1 = \pi\,(R_2^2 - R_1^2) = \pi\,(4^2 - 2^2) = 37.68\ cm^2$
$S = 2S_1 = 50.24\ cm^2$

$A = 75.36/1.5 \cdot 10^6 = 50.2 \cdot 10^{-6}\ cm^2 = 0.005\ mm^2$

15)

$a = 2s/t^2$ $a = LT^{-2}$

16)

$a = LT^{-2} = k\, v^{\alpha} R^{\beta}$ essendo k dimensionale dovrà essere $\alpha=2$ e $\beta= -1$
infatti $L^2\, T^{-2}/L = LT^{-2}$ quindi sarà $a= k\, v^2/R$

17)

T =(?) lunghezza · massa · acc. gravità = l m g = $L^{\alpha}\, M^{\beta}\, LT^{-2}$ acc. di gravità = LT^{-2}

Si nota subito che T non può dipendere dalla massa
Deve quindi risultare $L^{\alpha}\, LT^{-2}$ = T basta prendere alfa uguale a -1 in modo che si semplifica con L e per ricondurre poi T^{-2} al valore di T basta prendere la sua radice quadrata: dunque

$$T = \sqrt{\frac{L}{LT^{-2}}} = \sqrt{T^2} = T \quad \text{dunque} \quad P = k\sqrt{\frac{l}{g}}$$ (k è una cost. adimensionale)

18)

$E=k_1x^2 + k_2 v^2$ Joule = $M L^2 T^{-2}$

(ad es. si ricordi la formula dell'en. cinetica (massa (M) per velocità (L/T) al quadrato))

$k_1 L^2 = M L^2 T^{-2}$ da cui $k_1 = M T^{-2}$

$k_2 L^2 T^{-2} = M L^2 T^{-2}$ da cui $k_2 = M$ dunque $k_2 / k_1 = M/M T^{-2} = T^2$

allora $\gamma = \sqrt{k_2 / k_1} = T$ γ si misura quindi in secondi

19)

1 miglia nautico = 1853 metri

1 nodo = 1 miglia nautico/1 ora = 1853 m/ 3600 s = 0.515 m/s

20)

Nulla vieta di pensare a due fili rettilinei li lunghezza l_1 ed l_2, massa M_1 e M_2 e raggio R_1 ed R_2
Allora possiamo scrivere : $M_1 = M_2 = M$; $d = M/V_1 = M/V_2$ ma $V_2/V_1 = 1$ cioè $V_2 = V$
inoltre

$\pi R_1^2 \cdot l_1 = \pi R_2^2 \cdot l_2$ da cui $l_1/l_2 = (R_2/R_1)^2 = 0.16$

Se $l_1=100$ m allora sarà $l_2 = 100/0.16 = 625$ m

21)

Le linee (unidimensionale) vanno moltiplicate per 4, quindi 4 confezioni di mine,
<u>si dovranno disegnare linee 4 volte più lunghe</u>,
le vedute (bidimensionali) vanno elevate al quadrato, quindi $4^2=16$ scatole di acquerelli --- *<u>si dovranno colorare aree</u>* 4^2 *<u>volte più grandi</u>*
Infine il plastico (tridimensionale) è dimensionalmente un volume cioè una lunghezza al cubo, quindi $4^3=64$ --- *<u>si dovranno riempire spazi</u>* 4^3 *<u>volte maggiori</u>* e siccome la massa è proporzionale al volume la massa del nuovo plastico sarà $4^3 \cdot 0.3=19.2$ kg
In formule con ovvi significati dei simboli:

$A_1= l_1^2$ $A_2=l_2^2 =(4\, l_1)^2=4^2 \cdot l_1^2=4^2\, A_1$ si ricordi che abbiamo $l_1=4\, l_2$ e $h_1=4\, h_2$

(l è una generica linea del piano e h l'altezza del plastico)

$V_1=A_1 \cdot h_1$ $V_2= A_2 \cdot h_2= A_2 \cdot 4h_1$

$= 4^2 A_1 \cdot 4h_1 = 4^3\, V_1$

Infine per la massa si può scrivre la seguente proporzione $M_1 : V_1 = M_2 : V_2$
da cui $M_1 = 0.3 \cdot V_2/ V_1 = 0.3 \cdot 4^3 \cdot V_1 / V_1 = 0.3 \cdot 64 = 19.2$ kg

22)

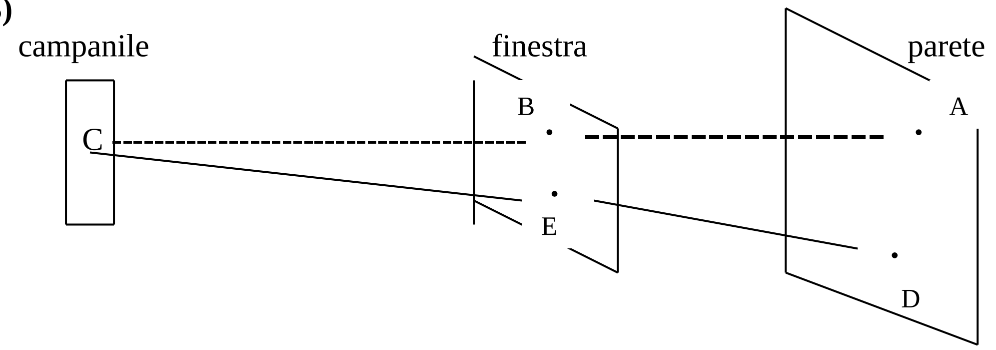
$$F_{luna} = k\frac{M}{R^3} = \frac{0.012}{1.3^3} = 0.0055 \qquad F_{luna} = k\frac{M}{R^3} = \frac{0.012}{1.3^3} = 0.0055$$

$$F_{sole} = k\frac{330000}{480^3} = 0.00298 \qquad F_{sole} = k\frac{330000}{480^3} = 0.00298$$

$$F_{giove} = k\frac{320}{1920^3} = \frac{4.52}{10^8} \qquad F_{giove} = k\frac{320}{1920^3} = 4.52$$

$$\frac{F_s}{F_L} = 0.5 \qquad \frac{F_G}{F_L} = 8\cdot 10^{-6}$$

23)

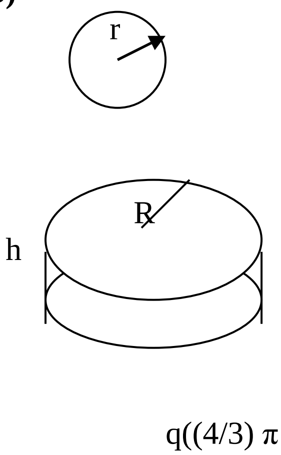


AB = 4.5 m il rettangolo ACD è simile al triangolo BCE pertanto
AD=1.43m
BE=1.4m AD:BE=AC:BC 1.43/1.4 = (AB+BC)/BC = 4.5/BC + 1
da cui BC = 210 m

24)

Beh! ovviamente SI. Infatti tagliando il cubo di partenza in N cubetti si aumenta la superficie della sostanza e quindi il suo effetto deumidificante.

25)

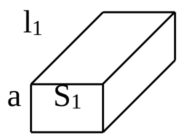


r è il raggio della goccia di acido oleico diluito
q = frazione di ac. oleico presente nella goccia
R è il raggio dello strato superficiale di altezza h

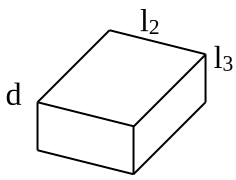
Il volume dello strato superficiale è tutto di acido oleico e deve essere uguale al volume iniziale presente nella goccia

$q((4/3)\,\pi\, r^3) = \pi\, R^2\, h$ da cui $h = q\,(4/3)\, r^3 / R^2$

26)



$S_1 = 0.2^2 = 4\ 10^{-2}\ m^2$



$l_3 = 1m \quad d = 5\ 10^{-4}$

$S_2 = l_3\, d = 5\ 10^{-4}\ m^2 \qquad v = 0.3\ m/s$

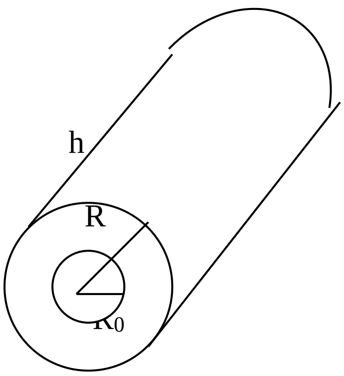
a) V 0 cost. $S_l = k \quad l = k/S$ nello stesso tempo deve entrare ed uscire un certo volume;

$t_1 = v_1/l_1$ e $t_2 = v_2/l_2$ da cui $v_1/l_1 = v_2/l_2$

$v_2 = (l_2/ l_1)\, v_1 = ((k / S_2)/(k / S_1))\, v_1 = (S_l / S_2)\, v_1$

$= (4\ \ 10^{-2} /5\ 10^{-4}\ )\ 0.3 = 24\ m/s$

b)



Il volume del pezzo di ferro è area di base per h

$V = (\pi R^2 – \pi R_0^2)\, h$ da cui ricaviamo R:

$$R = \sqrt{\left(\frac{V}{h} + \pi R_0^2\right)\frac{1}{h}} = \sqrt{\frac{V}{\pi h} + R_0^2}$$

La superficie laterale è $Sp = 2\pi R\, h$

$$Sp = 2\pi h\, \sqrt{\frac{V}{\pi h} + R_0^2} = S_p = \sqrt{4\pi V^2 h + 4\pi R_0^2} h^2\ S_p = \sqrt{4\pi V^2 h + 4\pi R_0^2} h^2$$

Siccome V è fissato e pure R_0 , Sp dipende solo da h

all’aumentare di h aumenta anche Sp, dunque per diminuire le perdite dovute alla ruggine occorre diminuire h

VOL. 1 – Meccanica - CAP. 1
Il moto uniforme

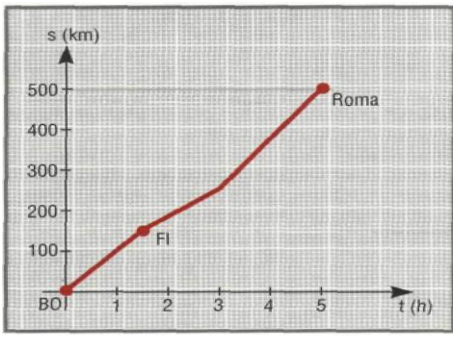
1) *Come puoi definire un sistema di riferimento all'interno della tua aula?*

2) *La seguente tabella indica i tempi fatti registrare da un pilota in una gara automobilistica:*

distanza	*intervallo di tempo*
primo giro	*40,3 s*
secondo giro	*40,8 s*
terzo giro	*40,0 s*
quarto giro	*40,4 s*

In un diagramma cartesiano riporta sull'asse delle ordinate le posizioni successive del pilota e. sull'asse delle ascisse, gli istanti corrispondenti, sapendo che la pista è lunga 1500 m.

3) *Il grafico seguente rappresenta lo spostamento di un'automobile che parte da Bologna alle ore 10 per Roma. A quale ora l'automobile passa per Firenze?*



4) *La seguente uguaglianza mette in relazione la posizione x occupata da un treno (a partire, per esempio, dalla stazione di Milano) con l'istante t nel quale raggiunge tale posizione:*
$x = 20\,t$ dove x è espresso in metri e t in secondi.
Rappresenta questa legge del moto in un diagramma cartesiano.

5) *Un aeroplano percorre con moto uniforme 1800 km in 2 ore e 15 minuti. Calcola la sua velocità in km/h e in m/s.*

6) *Un fulmine cade a 1 km di distanza. Sia la luce che il suono viaggiano di moto uniforme alla velocità, rispettivamente, di 3.0×10^5 km/s e 344 m/s. Quanto tempo passa prima di vedere il lampo? E prima di sentire il tuono?*

7) *Quale distanza percorre in 1,00 minuto un'automobile che si sta muovendo a 100 km/h?*

8) *La Luna dista dalla Terra 3.8 x 10^8 m. Sapendo che la luce viaggia alla velocità costante di 3.0 x 10^5 km/s, quanto tempo impiega per percorrere la distanza Terra-Luna? Quanti secondi-luce dista la Luna dalla Terra?*

9) *Il rintocco di una campana lontana 1 km indica che è mezzogiorno in punto. In realtà quando sento il suono che ore sono?*
Suggerimento: per arrivare dalla campana al mio orecchio il suono impiega un certo tempo, visto che si muove nell'aria alla velocità di 344 m/s.

10) *Un concerto per violino viene trasmesso alla radio. Due persone seguono il concerto, il primo in sala, seduto a 30 metri dal violinista, il secondo alla radio, a 8000 km di distanza, A che distanza dalla radio è seduto il secondo ascoltatore perché i due odano simultaneamente un accordo? La velocità di propagazione delle onde radio è di 3,0 x 10^8 m/s e quella del suono, supposta uguale nella sala da concerto e nella sede dove si trova l'apparecchio radio, è di 344 m/s,*

11) *In una città due località periferiche sono collegate da una linea di metropolitana e da un autobus urbano. Per compiere il percorso di andata e ritorno in autobus si impiegano 1 ora e 10 minuti; andando in metropolitana e ritornando in autobus, il tempo necessario si riduce a tre quarti d'ora.*
Quanto tempo ci vorrebbe usando la metropolitana sia all'andata che al ritorno? Risolvi nell'ipotesi che tutti i mezzi impieghino sempre lo stesso tempo per il percorso e che i tempi di andata e di ritorno siano eguali.

12) *Un viaggiatore osserva dal finestrino del treno in corsa il passaggio di un treno che procede in senso inverso. Sapendo che su quel tratto di linea tutti i treni tengono una velocità di 120 km/h, valuta la lunghezza del treno visto dal finestrino se ha impiegato 4,0 secondi per passare.*

13) *In un aeroporto un nastro trasportatore consente, a chi sta fermo in piedi su di esso, di percorrere il corridoio di separazione fra due edifici in 2,0 minuti. Camminando normalmente, il corridoio può essere percorso in 5,0 minuti: quanto tempo è necessario per compiere il tragitto a un viaggiatore che ha fretta e che cammina lungo il nastro trasportatore?*

14) *Un corridore si allena su pista mantenendo costante la propria velocità. A un certo punto (origine delle posizioni) fa partire il cronometro per controllare la velocità tenuta. Dopo 25 s ha percorso 75 m. Determina la velocità del corridore, scrivi la legge del suo moto e calcola la posizione che avrà raggiunto all'istante 65 s.*

15) *In un intervallo di 12 s un punto materiale in moto rettilineo uniforme percorre una distanza di 32 m. Il punto passa per l'origine delle posizioni all'istante 3,2 s. Scrivi la legge del molo del punto. Determina l'istante in cui il punto transita a 7,4 m dopo l'origine. Determina la posizione del punto rispetto all'origine quando il cronometro è stato avviato.*

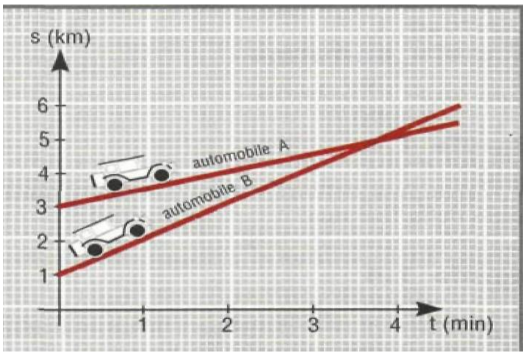
16) *Un carrello viene fatto procedere a velocità costante lungo una rotaia rettilinea,su cui è stato posto un indicatore dell'origine delle posizioni. Per rilevare le caratteristiche del moto del* *carrello uno studente fa partire il suo cronometro quando il fronte del carrello ha superato l'origine di 20 cm: inoltre osserva che il fronte del carrello passa a 140 cm dall'origine all'istante 4,0 s. Scrivi la legge del moto del carrello e determina l'istante in cui il fronte del carrello si troverà a 200 cm dall'origine.*

17) *Un punto materiale si muove su traiettoria rettilinea a velocità, costante, di 4,5 m/s. Si comincia a rilevare il moto del punto all'istante 5,2 s. quando esso ha oltrepassato l'origine di 15 m. Scrivi la legge del moto e determina dove si trovava il punto all'istante t = 0,0 s e l'istante in cui è passato per l'origine delle posizioni.*

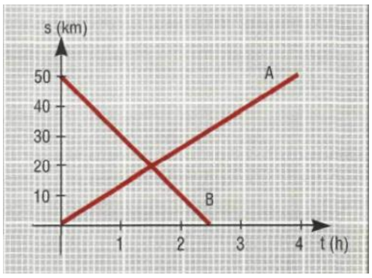
18) *Un autobus urbano oltrepassa la linea di un semaforo posto su un rettilineo, procedendo a velocità costante di 40 km/h. Dopo 10 s un'automobile, che procede a 45 km/h, raggiunge la linea del semaforo e la oltrepassa senza modificare la propria velocità. Riesce l'automobile, senza aumentare la velocità, a raggiungere l'autobus prima del semaforo successivo, posto a 500 metri dal primo? (Considera la distanza fra la parte frontale dell'auto e quella posteriore dell'autobus.)*

19) *Disegna in un diagramma spazio-tempo le posizioni occupate successivamente da una bicicletta che si muove di moto uniforme alla velocità di 50 km/h per 40 minuti. Sull'asse delle ascisse riporta gli istanti in minuti.*

20) *Che cosa succede nel punto in cui si incrociano le due rette mostrate nella figura riportata nella colonna seguente? Calcola la velocità delle due automobili.*



21) *Il grafico seguente rappresenta il moto di due ciclisti, il ciclista A parte da Bologna verso Modena alle ore 10. Il ciclista B parte alla stessa ora da Modena verso Bologna. Calcola la velocità dei due ciclisti e l'istante in cui si incontrano. In base al grafico determina la legge del moto di ciascuno dei due ciclisti.*

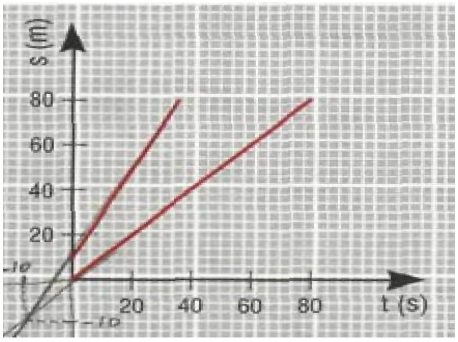


22) *Le posizioni di due ciclisti a istanti successivi sono registrate nella tabella sotto.*

$t(s)$	$x_1(m)$	$x_2(m)$
0	2	-
5	42	-
10	82	0
15	122	50
20	162	100
25	202	150

Disegna un grafico che rappresenti il moto dei due ci clisti, scrivi la legge del moto di ciascuno di essi e stabilisci l'istante di tempo in cui il secondo ciclista supera il primo.

23) *Nel diagramma spazio-tempo è rappresentato il moto di due veicoli. In base alla scala indicata per ciascun asse, determina la legge del moto di ciascun veicolo. Se è valida l'ipotesi che il moto fosse uniforme anche prima dell'inizio del rilevamento, quanto tempo prima di tale inizio i due veicoli si trovavano nella stessa posizione?*



24) *Carlo e Filippo decidono di fare una gara, partendo simultaneamente dagli estremi opposti di una pista lunga 100 m rettilinea. Carlo percorre il primo tratto di pista alla velocità di 3,4 m/s in 15 s e il secondo tratto alla velocità di 4,9 m/s in 10 s. Filippo, invece, mantiene una velocità costante lungo tutto il percorso, pari alla velocità media di Carlo. Chi dei due vince la gara? Dopo aver disegnato il grafico della posizione di Carlo e Filippo in funzione del tempo, determina quanto tempo dopo la partenza i due amici si incontrano.*

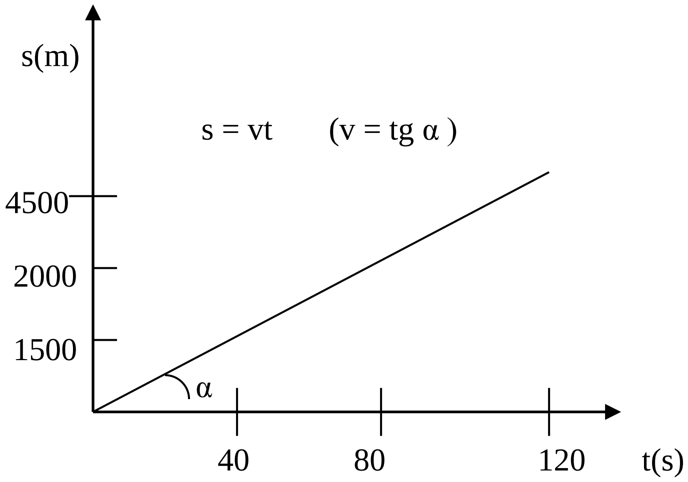
25) *Anna e Lucia, che abitano a 15 km di distanza su strada, decidono di incontrarsi e partono dalle rispettive case in bicicletta, Anna parte alle 16 e 18 minuti e tiene una velocità di 20 km/h: Lucia parte da casa alle 16 e 24 minuti e tiene una velocità di 25 km/h. A che ora si incontrano e in quale posizione?*

26) *La pantera, per brevi tratti, può tenere una velocità di 100 km/h, ma poi deve fermarsi. L'antilope, invece, può raggiungere in corsa una velocità massima di 85 km/h, ma riesce a mantenerla piuttosto a lungo. A che distanza dall'antilope deve scattare la pantera se vuole*

Soluzioni

1) Ad es. i tre spigoli, a partire da un vertice: due lati del pavimento ed uno della parete.

2)



Come si vede il moto è uniforme.

$v = \Delta x / \Delta t = \text{cost.}$

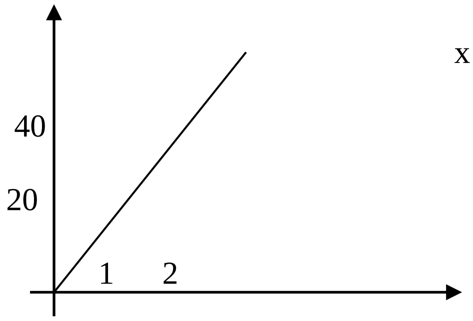
$\alpha = \text{cost}$

3)

Poiché si legge che l'automobile passa per Firenze 1 ora e mezza dopo la partenza, avvenuta alle 10, in quell'istante saranno le 11,30

4)

Trattasi dell'eq. di una retta che passa per l'origine con coeff. ang. pari a 20 (cioè m = 20 quindi l'inclinazione della retta risulta certamente maggiore di 45°)



$x = 20\,t$

Per $t=1$ $x=20$
$t=2$ $x= 40$

$m = \tan\alpha$

$\alpha = \arctan m = \arctan 20 = 87.1°$

5)

$v = \Delta s / \Delta t = 1800(\text{km}) / 2^h 15^m = 800\text{km/h} = 222.2 \text{ m/s}$

6)

$\Delta t_1 = 1 \text{ km} / (3\cdot 10^5) \text{ km/s} = 3.3 \cdot 10^{-6} \text{ s}$ Prima di vedere il lampo passano circa 3μs

$\Delta t_1 = 1 \text{ km} / 344 \text{ m/s} = 1000 \text{ m} / 344 \text{ m/s} = 2.9 \text{ s}$ Prima di udire il tuono passano circa 3 s

7)

$\Delta s = 100 \cdot (1000\ m / 3600\ s) \cdot 60\ s = 1.67 \cdot 10^3\ m = 1670\ km$

8)

a) $\Delta t = \Delta s / v = 3.8 \cdot 10^8\ m / 3 \cdot 10^5 \cdot 10^5\ m/s = 1.27\ s = 1.3\ s$ b) 1.3 secondi/luce

9)

$\Delta t = 1000\ m / 344\ m/s = 2.9\ s$ questo tempo va sommato all'ora indicata dall'orologio

$$12^h\ 00^m\ 00^s + 0^h\ 0^m\ 2.9^s = 12^h\ 0^m\ 3^s$$

10)

E' necessario che sia $\Delta t_1 = \Delta t_2$ dove $\Delta t_1 = \Delta s_1 / v_1$ (tempo impiegato dal suono per giungere alla prima persona)

e $\Delta t_2 = (\Delta s_2 / v_2) + (\Delta s_3 / v_1)$

$\frac{\Delta s_1}{v_1} = \frac{\Delta s_2}{v_2} + \frac{\Delta s_3}{v_1}$ dove il primo addendo è il tempo impiegato dalle onde radio per arrivare alla radio e il secondo addendo è il tempo impiegato dal suono per andare dalla radio alla seconda persona.

$$\frac{\Delta s_1}{v_1} = \frac{\Delta s_2}{v_2} + \frac{\Delta s_3}{v_1} \qquad \Delta s_3 = \left(\frac{\Delta s_1}{v_1} - \frac{\Delta s_2}{v_2}\right) v_1 = 21\ m$$

11)

L'autobus impiega 32 min per una corsa di andata o di ritorno con la metropolitana si impiega 10 min (45 – 35) perciò per l'andata e ritorno in metro occorrono 20 min.

12)

$\Delta s = v \cdot \Delta t = 240\ (100/3600) = 270\ m$

13)

$s_1 = v_1\ t_1$ con il nastro deve risultare $s_1 = s_2 = s_3$ $v_1 = s/2$
$s_2 = v_2\ t_2$ a piedi $v_2 = s/5$
$s_3 = (v_1 + v_2)\ t_3$ con entrambi

$s = (s/2 + s/5)\ t_3$ da cui $t_3 = 10/7 = 1.4$ min

14)

$v = \Delta s / \Delta t = 75/25 = 3\ m/s$; $s = 3\ t$ se $t = 65\ s$ allora $s = 3 \cdot 65 = 195\ m$

15)

$v = 32/12 = 2.7$ m/s $\quad s = v\,(t - t_o) \quad s = 2.7\,t - 2 \cdot 3.2 = 2.7\,t - 8.6$

Se $s = 7.4$ m allora $t = (7.4 + 8.6)/2.7 = 5.9$ s

Se invece $t=0$ allora $s = -8.6$ m

16)

$v = (s_1 - s_0) / \Delta t = 0.3$ m/s ; $\quad s = s_0 + vt = 0.2 + 0.3\,t$; $\quad$ se $s=2 \quad t = (2-0.12)/0.3 = 6$ s

17)

$s = s_o + v(t - t_o)$ da cui $\quad s = 15 + 4.5\,(t-5.7) = 15 + 4.5\,t - 23.4 = 4.7t - 8.4$

se $t = 0$ allora si avrà $\quad s = -8.4$ m e se $s= 0$ allora $t = 1.9$ s

18)

Autobus $\quad s = 11\,t$

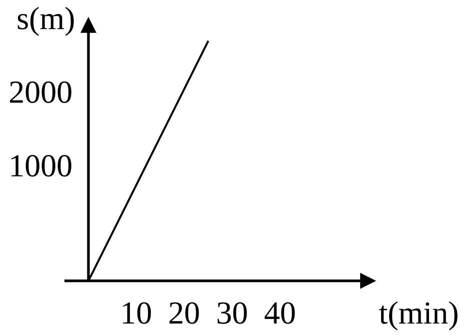
Auto $\quad s = 12.5\,t - 12.5 \cdot 10$ (affinchè l'auto raggiunga l'autobus deve essere $t_1=t_2$)

Da cui:

$$\begin{cases} s = 11\,t \\ s = 12.5\,t - 125 \end{cases}$$ la cui soluzione è $t = 83$ s ed $s = 913$ m

Quindi l'auto non raggiungerà l'autobus prima del semaforo. Più precisamente quando l'autobus arriva al semaforo, l'auto dista ancora 55 m.

19)



20)

In quel punto le auto occupano la stessa posizione rispetto all'origine, nel medesimo istante di tempo, ovvero si incontrano:

$\Delta s_1 = 1$ km $\quad$ (4 km – 3 km)

$\Delta t_1 = 2$ min $\quad$ e quindi $\quad v_1 = \Delta s_1 / \Delta t_1 = 1$ km/2 min $= 0.5$ km/min

$\Delta s_2 = 1$ km $\quad$ (2 km – 1 km)

$\Delta t_1 = 2$ min $\quad$ e quindi $\quad v_2 = \Delta s_2 / \Delta t_2 = 1$ km/1 min $= 1$ km/min

21)

Dal grafico si legge che i due ciclisti si incontrano a $t = 1^h\ 30^m$ dalla partenza, quindi alle ore 11^h e 30^m

Da cui si ha: $\Delta s_B = -40$ km (10 km – 50 km) $\Delta t_B = 24$ per cui: $v_B = -40/24 = -20$ km/h

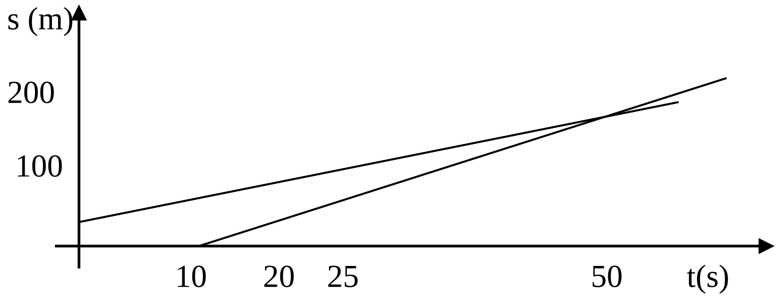
$\Delta s_A = 39$ km e $\Delta t_A = 34$ s per cui $v_A = 39/34 = 13$ km/h

Dunque le leggi del moto saranno: $\quad s_B = -20\,t + 50$ e $s_A = 13\,t$

22)

$v_A = \Delta s_A / \Delta t_A = 2000825 = 8$ m/s $s_A = 2 + 8\,t$ e $v_B = 100/10 = 10$ m//s

Per cui si ha : $s_B = 10\,t - 10 \cdot 10 = 10\,t - 100$



risolvendo il sistema:

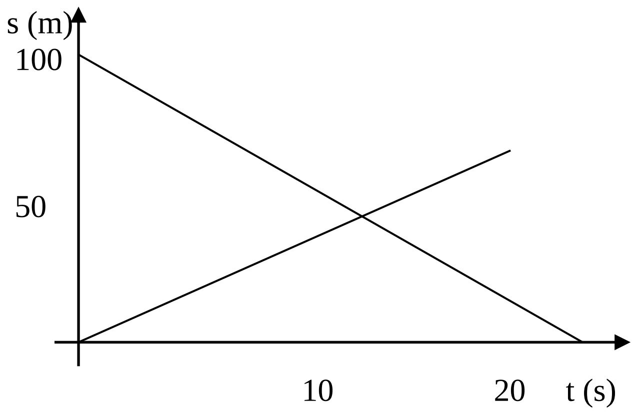
$t = 51$ s

Dunque il ciclista A raggiungerà e supererà B a $t = 51$ s

23)

Dal grafico si ha : $\Delta s_1 = 40$ m e $\Delta t_1 = 20$s quindi $v = 1.8$ m/s e $s_1 = 1.8\,t + 10$
e si ha anche $\Delta s_2 = 40$ m e $\Delta t_2 = 40$s con $v_2 = 1$ m/s quindi $s_2 = t$
Dovendo essere $s_1 = s_2$ cioè $10 + 1.8\,t = t$ si avrà $t = -13$ s

24)



Carlo cambia velocità quando ha percorso uno spazio pari a $s_{c1} = v_{c1} \cdot t_{c1} = 3.4 \cdot 15 = 51$ m
Quindi avremo due eq. del moto:

1) $s_1 = v_2\,t = 3.4\,t$
2) $s_2 = s_0 + v_2\,(t - t_0) = 4.9t - 22.5$

Mentre Filippo viaggerà ad una velocità
$v_f = (3.4+4.9) / 2 = 4.15$ m/s (e la mantiene per tutta la gara)
$s = s_0 - vt = 100 - 4.15\,t$

Essendo la legge oraria di Carlo divisa in due parti, bisogna mettere a sistema quella di Filippo con una delle due di Carlo, se non si ottiene un risultato accettabile allora occorrerà considerare l'altra eq.

$s' = 3.4\,t$
$s = 100 - 4.15\,t$ da cui $t = 13.2$ s