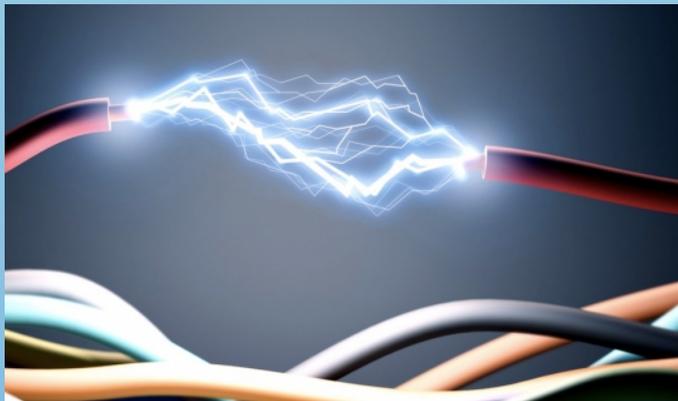


FISICA E LABORATORIO

classe seconda ITT



I MOTI

La **meccanica** è la scienza che studia il *moto* e l'*equilibrio dei corpi*. E' suddivisa in:

- *cinematica* (studia il moto a prescindere dalle sue cause)
- *dinamica* (studia il moto in relazione alle cause)
- *statica* (studia l'equilibrio dei corpi).

I moti sono tanti e in cinematica si impostano delle equazioni matematiche che li rappresentano: la legge che associa a ciascun istante di tempo t la posizione s del punto materiale $P(t)$ è detta **legge oraria** del punto materiale P .

Si definisce **punto materiale** un corpo le cui dimensioni siano trascurabili rispetto al fenomeno in studio.

LA TRAIETTORIA

La traiettoria è l'insieme dei punti attraverso i quali passa un punto materiale durante il suo moto. La traiettoria è rappresentata da una linea immaginaria (chiamata *curva*) che unisce tutte le posizioni occupate dal punto in tutti gli istanti.

La traiettoria più semplice è quella rettilinea e un corpo si muove di **moto rettilineo** quando la sua traiettoria è un segmento di retta.

Per descrivere la traiettoria è necessario introdurre un **sistema di riferimento**. In genere si usa il piano cartesiano, che consta di:

- un punto fisso O , chiamato origine
- due rette, dette *assi*, tra loro perpendicolari, e che passano da O
- su ciascun asse un verso e un'unità di misura, che identificano una *coordinata* (x, y) .

LA VELOCITÀ MEDIA

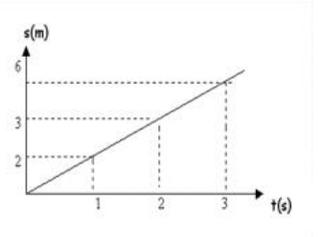
La **velocità media** v di un corpo si definisce come il rapporto tra lo spazio Δs percorso in un certo intervallo di tempo e l'intervallo di tempo Δt impiegato a percorrerlo: $v = \Delta s / \Delta t$

La velocità media si calcola in metri al secondo **m/s**.

Siccome Δt è sempre positivo, il segno di v dipende dal segno dello spostamento.

Per descrivere il moto di un corpo si usa il **grafico spazio-tempo**: sull'asse delle x si mette il tempo t e sull'asse delle y si mette lo spostamento s .

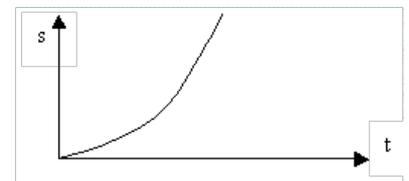
Ogni punto del grafico dà la posizione del corpo nell'istante di tempo corrispondente.



IL MOTO VARIO

Se il punto materiale si muove su una traiettoria rettilinea e il modulo della sua velocità non si mantiene costante nel tempo si parla di **moto vario**.

Per questo tipo di moto il grafico (s,t) non è rappresentato da una retta, ma da una curva.



IL MOTO RETTILINEO UNIFORME MRU

Il moto rettilineo uniforme è il moto di un punto materiale che si sposta lungo una **retta** con **velocità costante**.

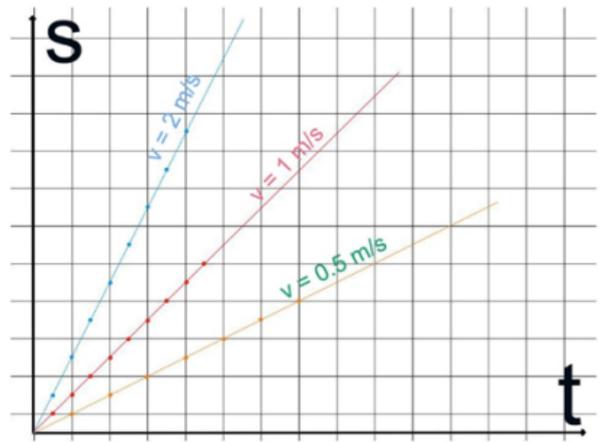
La **legge oraria** è:

$$s(t) = s_0 + v \cdot t$$

cioè lo spazio è una *funzione lineare del tempo*: in tempi uguali sono percorsi spazi uguali.

Il grafico spazio-tempo è una **retta** che passa o meno dall'origine a seconda che lo spazio iniziale sia nullo ($s_0 = 0$) o meno.

La *velocità* nel MRU rappresenta la *pendenza* della retta: se la velocità è positiva la retta è crescente, se è negativa la retta è decrescente. Inoltre, più la retta è pendente, più alta è la velocità.



IL MOTO RETTILINEO UNIFORMEMENTE ACCELERATO MRUA

Si definisce **accelerazione media** il rapporto tra la variazione di velocità Δv del corpo e l'intervallo di tempo Δt in cui è avvenuta: $a_m = \Delta v / \Delta t$

Nel SI l'unità di misura è m/s^2 . Se la velocità è costante, l'accelerazione è nulla.

L'accelerazione può anche essere negativa, in tal caso parleremo di **decelerazione**.

Nel **moto rettilineo uniformemente accelerato** il corpo si muove lungo una retta con **accelerazione costante**.

Il grafico velocità-tempo è una **retta** e l'*accelerazione* è la *pendenza* della retta.

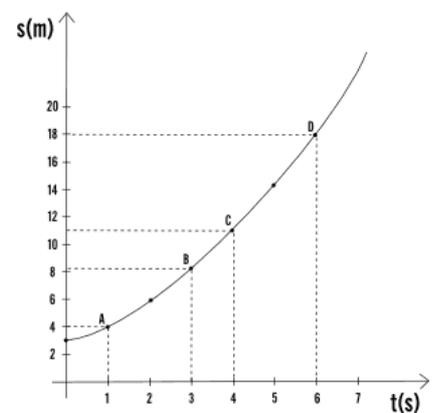
Un corpo che all'istante $t = 0$ ha velocità iniziale v_0 e si muove con accelerazione costante a all'istante t ha velocità:

$$v(t) = v_0 + a \cdot t$$



Il grafico spazio-tempo è un ramo di **parabola** (con solo valori positivi del tempo).

La legge oraria è: $s(t) = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$



ATTENZIONE: il grafico NON rappresenta la traiettoria!

ESERCIZI

1. Un'automobile procede alla velocità costante di 108 km/h. Quanti km percorre in 10 minuti? (18 km)
2. Se un veicolo si muove di moto rettilineo uniforme con velocità di 72 km/h, quanto tempo impiega per percorrere 288 m? (14,4 s)
3. Un corpo ha velocità iniziale $v_0 = 30 \text{ m/s}$ e accelerazione $a = - 2 \text{ m/s}^2$. Quale sarà la velocità all'istante $t_1 = 10 \text{ s}$? (- 10 m/s)

LA DINAMICA

La dinamica è il ramo della meccanica che studia il moto dei corpi in relazione alle **cause** che lo determinano o lo modificano.

Secondo l'intuizione fondamentale di Galileo e Newton, le forze non sono la causa del moto, ma producono una variazione dello stato di moto, ovvero un'accelerazione. Questa intuizione equivale ad affermare la relatività del movimento; un osservatore può determinare il suo stato di quiete o di moto solo relativamente ad altri corpi (o altri osservatori).

PRIMO, SECONDO E TERZO PRINCIPIO DELLA DINAMICA

Nel 1687 Isaac Newton pose le basi concettuali della dinamica:

1. Il principio di inerzia o **1° principio** della dinamica:

“Se su un corpo non agiscono forze o agisce un sistema di forze in equilibrio, il corpo persevera nel suo stato di quiete o di moto rettilineo uniforme”.

Per “sistema di forze in equilibrio” si intende un insieme di forze la cui somma vettoriale sia nulla. È strettamente correlato con il principio di relatività: un corpo sul quale non agisce nessuna forza e fermo rispetto a un osservatore, è visto in moto rettilineo uniforme da un altro osservatore in moto rettilineo uniforme rispetto al primo. E questo vale per tutti gli osservatori in moto rettilineo uniforme.

2. La legge fondamentale della dinamica o **2° principio** della dinamica:

“Se su un corpo agisce una forza o un sistema di forze, la forza risultante applicata al corpo possiede direzione e verso della sua accelerazione e, in modulo, è direttamente proporzionale al modulo della sua accelerazione”.

La costante di proporzionalità tra queste due grandezze è la *massa* (detta appunto *inerziale*), grandezza specifica di ciascun corpo. Questa legge può essere enunciata mediante l'equazione

$$\mathbf{F} = m \cdot \mathbf{a}$$

dove \mathbf{F} è la risultante delle forze agenti sul corpo, m è la massa del corpo e \mathbf{a} è l'accelerazione cui è soggetto.

3. Il principio di azione-reazione o **3° principio** della dinamica:

“Ad ogni azione corrisponde una reazione pari e contraria”

cioè, se due corpi interagiscono tra loro, si sviluppano due forze, dette comunemente azione e reazione: come grandezze vettoriali sono uguali in modulo e direzione, ma opposte in verso.

$$\mathbf{F}_{12} = - \mathbf{F}_{21}$$

IL LAVORO

Se si applica una forza ad un oggetto e lo si muove per una certa distanza, si è compiuto un "*lavoro*". Il **lavoro** è dunque il prodotto scalare di una forza applicata a un corpo da un agente esterno per la distanza su cui quella forza agisce sul corpo.

Il lavoro eseguito dalla forza \mathbf{F} per muovere la massa m di una distanza \mathbf{s} è: $\mathbf{L} = \mathbf{F} \cdot \mathbf{s}$

Da questa formula si può dedurre che:

1. il lavoro è **nullo**, se è nullo lo spostamento, o se è nulla la forza, o se, non essendo nulli nessuno dei due, sono fra loro *perpendicolari*;
2. il lavoro è **positivo** quando la proiezione della forza sullo spostamento ha lo stesso verso di questo, ed è **negativo** se ha verso opposto;
3. quando la forza e lo spostamento hanno la stessa direzione, il lavoro è uguale al prodotto del modulo della forza per lo spostamento, con il segno + o -, a seconda che siano dello stesso verso o di verso opposto.

L'unità di misura del lavoro è, nel SI, il *joule* (**J**), cioè il lavoro che effettua una forza di 1 N per spostare il suo punto di applicazione di 1 m nella sua stessa direzione e verso.

L'ENERGIA

L'**energia** misura la capacità di un corpo di *compiere un lavoro*. E' una grandezza fisica estensiva, cioè dipende dalla quantità di materia.

L'unità di misura dell'energia è, nel SI, il **joule (J)**.

Un corpo può incrementare o diminuire la sua energia in seguito ad una interazione con altri corpi e, poiché esistono numerose possibili interazioni, l'energia si distingue in diversi tipi: nucleare, elettrica, meccanica, chimica, ecc.

LA LEGGE DI CONSERVAZIONE DELL'ENERGIA MECCANICA

L'energia può essere definita come una proprietà posseduta dal sistema che può essere scambiata fra i corpi attraverso il lavoro, ma la quantità totale di energia in sistemi chiusi o isolati rimane costante. L'invarianza della quantità totale dell'energia è espressa dal **principio di conservazione dell'energia**, secondo il quale *la variazione di energia in una regione di spazio è uguale al flusso netto di energia che fluisce verso lo spazio esterno*.

LA POTENZA

La **potenza** è definita operativamente come *l'energia trasferita nell'unità di tempo*.

A seconda del tipo di energia trasferita, si parla più specificatamente di **potenza meccanica** (per il trasferimento di lavoro), **potenza termica** (per il trasferimento di calore) e potenza elettrica (per il trasferimento di energia elettrica). La potenza termica si indica in genere con il simbolo **Q**, mentre la potenza meccanica, la potenza elettrica e altre forme ordinate di potenza in genere si indicano con il simbolo **P**.

Nel SI la potenza si misura in **watt (W)**, dato dal rapporto tra unità di energia J e unità di tempo s:

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s} = 1 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-3}$$

In base al principio di uguaglianza tra lavoro ed energia, la potenza misura la quantità di energia scambiata nell'unità di tempo, in un qualunque processo di trasformazione, meccanico, elettrico, termico o chimico che sia.

ENERGIA CINETICA, POTENZIALE E MECCANICA

L'**energia cinetica** è l'energia che dipende unicamente dallo *stato di moto* del sistema preso in considerazione e delle sue relative componenti. Per un corpo puntiforme l'energia cinetica è uguale alla metà del prodotto della massa del corpo per il quadrato della sua velocità:

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

L'energia cinetica è una grandezza che può assumere solo valori positivi.

L'**energia potenziale** è un tipo di energia che dipende unicamente dalla configurazione o dalla *posizione* dei corpi e delle particelle in interazione.

A seconda del tipo di interazione e di forza considerata esistono numerosi tipi di energia potenziale. Il classico esempio di energia potenziale è quella del campo gravitazione terrestre E_p , che per un corpo di massa m posto ad un'altezza h è uguale a:

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

dove $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ è l'accelerazione di gravità.

Questo tipo di energia dipende solo dalla posizione di un corpo e quando questo viene lasciato cadere l'energia potenziale cambia durante il tempo la propria forma diventando cinetica.

L'**energia meccanica** è la somma di energia cinetica e energia potenziale dello stesso sistema.

Quando due sistemi si scambiano tra loro energia meccanica, tale energia in transito è definita *lavoro*. Dunque l'energia meccanica può essere posseduta da un sistema e scambiata con altri sistemi, mentre il lavoro corrisponde solamente alla parte di energia meccanica che è scambiata.

TERMOLOGIA

La **termologia** studia gli *scambi termici* tra i corpi, le *trasformazioni* dei corpi sottoposti ai trasferimenti di calore e le *condizioni* in cui avvengono queste trasformazioni.

Le grandezze fisiche coinvolte sono molte, ma, in particolare, vengono individuate *temperatura e calore*.

La **temperatura** è una misura del grado di *agitazione termica* delle particelle (atomi, molecole) che costituiscono un corpo; è collegata al concetto di energia cinetica. E' una grandezza fondamentale intensiva, la cui unità di misura nel SI è il *kelvin K* e lo strumento per la sua misura è il *termometro*.

Il **calore** è una forma di energia, l'*energia termica*. E' una grandezza derivata estensiva, la cui unità di misura nel SI è il *joule J* e lo strumento per la sua misura è il *calorimetro*.

SCALE TERMOMETRICHE

Tutti i corpi, quando sono riscaldati, aumentano di volume e questa caratteristica viene sfruttata per costruire scale termometriche per misurare la temperatura.

Le scale termometriche sono costruite sfruttando dei punti caratteristici delle sostanze:

SCALE TERMOMETRICHE	VALORI DI RIFERIMENTO
Kelvin o assoluta	273K (273 Kelvin) pari alla temperatura del ghiaccio fondente 373K (373 Kelvin) pari alla temperatura dell'acqua bollente
Celsius o centigrada	0°C (0 gradi celsius) pari alla temperatura del ghiaccio fondente 100°C (100 gradi celsius) pari alla temperatura dell'acqua bollente
Fahrenheit	32°F (32 gradi Fahrenheit) pari alla temperatura del ghiaccio fondente 212°F (212 gradi Fahrenheit) pari alla temperatura dell'acqua bollente
Reamur	0°R (0 gradi Reamur) pari alla temperatura del ghiaccio fondente 80°R (80 gradi Reamur) pari alla temperatura acqua bollente

Nel SI si usa la scala Kelvin.

Trasformazioni:

$$K = ^\circ C + 273$$

$$^\circ C = K - 273$$

LA DILATAZIONE LINEARE DEI SOLIDI

La **dilatazione termica** è il fenomeno fisico che si realizza quando in un corpo si verifica un aumento di volume o spazio all'aumentare della temperatura .

Nei corpi solidi, avvengono tre tipi di dilatazione: dilatazione cubica, dilatazione superficiale e dilatazione lineare.

Nella **dilatazione lineare**, l'aumento della lunghezza del corpo Δl è direttamente proporzionale alla lunghezza iniziale l_1 e alla variazione di temperatura ΔT

$$\Delta l = \lambda l_1 \Delta T$$

dove λ è il *coefficiente di dilatazione lineare*; l'unità di misura di λ è K^{-1}

La lunghezza finale si trova aggiungendo a quella iniziale l_1 la sua variazione:

$$l = l_1 + \Delta l = l_1 + \lambda l_1 \Delta T$$

LA DILATAZIONE VOLUMICA DEI SOLIDI E DEI LIQUIDI

Se la temperatura di un solido o di un liquido passa da T_1 a T , il suo volume passa dal volume iniziale V_1 al volume finale V in modo che la variazione del volume ΔV sia proporzionale al volume iniziale e alla variazione di temperatura ΔT :

$$\Delta V = k V_1 \Delta T$$

dove k è il *coefficiente di dilatazione cubica*, che dipende dalla sostanza da cui è costituito il corpo; l'unità di misura di k è K^{-1}

Il *volume finale* V si ottiene con la relazione: $V = V_1 + \Delta V = V_1 + k V_1 \Delta T$

IL CALORE SPECIFICO

Il **calore specifico** è la *quantità di energia* assorbita o ceduta da 1g di sostanza che subisce la variazione di temperatura di 1°C.

È una proprietà *intensiva* caratteristica per ogni sostanza.

Come si può notare dalla tabella, il calore specifico del rame è basso: basta poca energia per ottenere un grande aumento di temperatura. Invece, il calore specifico dell'acqua è molto elevato: occorre molta energia per ottenere piccoli incrementi di temperatura; come conseguenza di questa proprietà sua proprietà, l'acqua dei grandi bacini (laghi, mari e oceani), si comporta come un grande *serbatoio termico*, rilasciando durante la notte l'enorme quantità di calore assorbita durante il giorno e mitigando così il clima.

Materiale	Calore specifico J/(g·°C)	Calore specific cal/(g·°C)
acqua	4,18	1,00
alluminio	0,900	0,215
aria	1,00	0,24
rame	0,385	0,092
ferro	0,45	0,107

L'EQUILIBRIO TERMICO

Se due corpi caratterizzati da due temperature diverse vengono messi a contatto, il corpo più caldo tende a raffreddarsi, mentre quello più freddo si riscalda. Il fenomeno si arresta solo quando i due corpi hanno praticamente raggiunto la stessa temperatura, chiamata **temperatura di equilibrio** e si dice che i due corpi si trovano in **equilibrio termico**.

LEGGE DELL'EQUILIBRIO TERMICO: "quando due corpi, costituiti dallo stesso materiale e che si trovino a temperature iniziali diverse, vengono messi a contatto, subiscono variazioni di temperatura che sono inversamente proporzionali alle loro masse".

$$\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} = \frac{m_2}{m_1}$$

LA PROPAGAZIONE DEL CALORE: CONDUZIONE, CONVEZIONE, IRRAGGIAMENTO

Per propagazione del calore si intende il trasferimento di energia termica tra due sistemi, causato da una differenza di temperatura tra i due sistemi in questione. Se durante il processo non viene prodotto calore, il calore ceduto da un sistema viene acquistato dal secondo sistema, in accordo con la legge di conservazione dell'energia.

La trasmissione del calore può avvenire in 3 diverse modalità:

CONDUZIONE	avviene in presenza di un gradiente di temperatura in un mezzo stazionario, che può essere un solido oppure un fluido	dipende dalla <i>conducibilità termica</i> del materiale Le sostanze che hanno un'elevata conducibilità termica sono <i>buoni conduttori</i> di calore, mentre quelle per cui la conducibilità è bassa sono dette <i>isolanti termici</i> . I metalli sono ottimi conduttori.
CONVEZIONE	quando la trasmissione del calore si ha tra una superficie e un fluido in movimento, i quali si trovano a temperature diverse	è legata al trasporto di materia Riscaldando una pentola d'acqua su un fornello, per esempio, la parte di acqua a contatto con la superficie inferiore della pentola si riscalda prima, viene sospinta verso l'alto a causa della sua minore densità (dovuta alla maggiore temperatura), mentre l'acqua più fredda viene sospinta verso il basso: le <i>correnti convettive</i> che si creano trasportano il calore da un punto all'altro della massa d'acqua, riscaldando in breve tutto il fluido.
IRRAGGIAMENTO	Meccanismo di propagazione del calore nel vuoto	Il trasferimento di calore è dovuto all'assorbimento di <i>radiazione elettromagnetica</i> È il modo in cui la Terra riceve calore dal Sole. In questo caso non vi è trasporto di calore, ma di un'altra forma di energia, che si trasforma in calore a causa dell'assorbimento di onde elettromagnetiche.

I PASSAGGI DI STATO

La materia in natura può presentarsi in tre stati: solido, liquido e gassoso.

	Solidi	Liquidi	Aeriforme
Volume	proprio	proprio	occupa tutto il volume disponibile
Forma	propria	assume la forma del recipiente	assume la forma del recipiente
Densità	alta	media	bassa
Effetto della pressione	incomprimibile (a pressioni non elevate)	incomprimibile (a pressioni non elevate)	comprimibile

Un corpo può passare da uno stato a un altro: **passaggio di stato** (*trasformazione fisica*).

I passaggi di stato hanno i seguenti nomi:

Fusione: passaggio da solido a liquido

Ebollizione: passaggio da liquido ad gas

Sublimazione: passaggio diretto da solido a gas

Liquefazione: passaggio da gase a liquido

Solidificazione: passaggio da liquido a solido

Brinamento: passaggio diretto da gas a solido



IL CALORE LATENTE

Il **calore latente** è la quantità di *energia* (sotto forma di calore) necessaria allo svolgimento di un passaggio di stato. Si indica con λ . L'unità di misura è nel SI è **J/kg**.

L'energia fornita (o assorbita) al sistema non incrementa (o decrementa) la temperatura del sistema stesso, ma agisce sulla forza dei legami intermolecolari.

Ad esempio, mentre si fa bollire dell'acqua, il calore fornito non ne innalza la temperatura (la temperatura infatti rimane costante durante l'ebollizione), ma indebolisce i legami fra le molecole, le quali di conseguenza saranno libere di occupare tutto il volume a loro disposizione (ovvero passeranno dallo stato liquido, caratterizzato da una scarsa compressibilità, allo stato vapore), fino al momento in cui tutta l'acqua sarà passata in fase gassosa.

A seconda del tipo di transizione di fase in questione, si parla di:

- calore latente di fusione
- calore latente di ebollizione
- calore latente di sublimazione.

Il calore necessario al passaggio di fase è:

$$Q = \lambda \cdot m$$

cioè il calore Q fornito o sottratto al sistema non influisce sulla temperatura, ma è proporzionale alla quantità di sostanza m che ha cambiato fase, e continua fino a che tutta la sostanza non ha cambiato fase.

