

LE GRANDEZZE FISICHE

LA CINEMATICA

1) **Discutere ed illustrare con esempi il parallelismo tra moti rettilinei e circolari**

Moto rettilineo uniforme e moto circolare uniforme, possono sembrare molto diversi e lo sono, ma se studiati a fondo possono sorgere parallelismi ben più che ovvi. Entrambi i moti sono descritti in primis dalla velocità. La velocità è una grandezza fisica in grado di dirci quanto spazio è stato percorso in un lasso di tempo definito. La velocità è un vettore dotato di modulo s/t , direzione e verso nel senso del moto stesso. Nel caso del moto rettilineo, il vettore velocità è diretto lungo la traiettoria del moto stesso, mentre nel moto circolare il vettore velocità è quello che in ogni punto della circonferenza esprime la velocità istantanea in quel punto ed è tangente alla traiettoria del moto. Entrambi i moti, poiché uniformi, sono caratterizzati dal fatto di presentare lo stesso vettore velocità in ogni punto. Ma le formule che ci viene presentata sui libri sono diverse l'una dall'altra; per il moto rettilineo uniforme abbiamo $v=s/t$, mentre per il moto circolare uniforme viene introdotto un nuovo parametro che all'inizio potrebbe parerci strano $v=\omega r$. ω è la velocità angolare, ovvero la velocità con cui il raggio vettore della circonferenza spazia l'angolo al centro determinato. Per convenzione sappiamo che $\omega=2\pi/T$, dove T indica il periodo del moto, il lasso di tempo che il moto stesso impiega per tornare al punto di partenza. Tornando al vettore velocità istantanea del moto circolare uniforme possiamo osservare che vale la stessa regola del moto rettilineo uniforme poiché in un istante la velocità è uniforme. Avremo $v=s/t$ per ogni vettore velocità, ma se la superficie totale del moto è la circonferenza, quindi $2\pi r$, e il tempo impiegato è il periodo T possiamo scrivere $v=2\pi r/T$. Poiché sappiamo che $\omega=2\pi/T$ possiamo dire che $v=\omega r$ (è proporzionale alla distanza a cui si misura la velocità, più vicino al centro, più lento sarà il moto) per il moto circolare uniforme come $v=s/t$ per il moto rettilineo uniforme.

2) **Spiegare il concetto di accelerazione centripeta con una applicazione**

L'accelerazione centripeta è quella forza costante applicata ad un corpo che si muove di traiettoria circolare. È una forza diretta verso il centro, e più precisamente è il vettore accelerazione istantanea del vettore velocità istantanea del moto circolare. La direzione del vettore accelerazione è diretto perpendicolarmente a quello velocità, parallelo al raggio vettore ma di verso opposto. Vale quindi la stessa relazione che c'è tra v e r nell'equazione velocità, anche per a e v nell'equazione dell'accelerazione. $v=(2\pi/T)r$ e quindi a deve essere $a=(2\pi/T)v$ ma $2\pi/T=v/r$ quindi $a=v^2/r$. Quindi una macchina che fa una curva, risente dell'accelerazione centripeta, l'effetto percepito dall'uomo è il senso di essere "tirati" verso il centro della curva.

DINAMICA

1) **Discussione del primo principio della dinamica con esempio**

il primo principio della dinamica afferma che un corpo non soggetto a forze o si trova allo stato di quiete oppure si muove di moto rettilineo uniforme. Questo va contro ad ogni fenomeno apprezzabile da un qualsiasi soggetto sulla Terra, perché su di essa sono presenti le forze di attrito come l'aria oppure una qualsiasi superficie. Ma se noi riusciamo a diminuire l'attrito, ad esempio, di un tavolo, livellandolo e rendendolo liscio in modo da ridurre al minimo le forze che contrastano la prosecuzione del moto, notiamo che una palla fatta rotolare su quello stesso piano, riusciamo a prolungare il suo moto. Un altro esempio potrebbe essere quello degli sportivi del BOB che per ridurre al minimo l'attrito e proseguire il loro moto senza fermarsi, scivolano su una superficie liscia (ghiaccio) e si distendono per ridurre al minimo l'attrito che esercita l'aria. Da questo principio, detto anche principio di inerzia, possiamo definire che cosa sia un sistema inerziale: ovvero un sistema non soggetto a forze e quindi o statico oppure in moto uniformemente.

2) Discutere la relazione tra secondo principio della dinamica e quantità di moto di un sistema

Il secondo principio della dinamica recita che $F=ma$ ed è quindi il prodotto tra la massa che si muove e l'accelerazione che essa acquista una volta che è sottoposta ad una forza agente su di essa. La quantità di moto invece è pari al prodotto di una massa e alla sua velocità v a cui si muove, ma la variazione di quantità di moto è necessariamente dovuta all'intervento di una forza F . poiché nella legge di Newton $F=ma$ ma $a=\Delta v/\Delta t$, possiamo scrivere la forza come $F=m\Delta v/\Delta t=(mv-mv^0)/\Delta t$, ma $mv-mv^0=\Delta q$ quindi possiamo esprimere la forza come il rapporto tra la variazione di quantità di moto e l'intervallo di tempo in cui la variazione avviene e quindi $F=\Delta q/\Delta t$. Quando poi Δt tende a zero si ha che la forza coincide con la quantità di moto istantanea. La quantità di moto di un sistema non soggetto a forze esterne si conserva, quindi quando si verifica un cambiamento di quantità di moto è indice che sul corpo sta agendo una forza.

3) Discussione del terzo principio della dinamica con esempio

Il terzo principio della dinamica è il principio di azione-reazione che asserisce che se un corpo A esercita una forza su di un corpo B, allora il corpo B eserciterà una forza su A uguale e contraria. $F_{ab} = -F_{ba}$. Da questo principio si evince che la sommatoria delle forze interne ad un sistema è pari a zero, ovvero tutte le forze esercitate in un sistema, tra loro si annullano. Questo principio è alla base della nostra vita quotidiana. Possiamo infatti vederne l'applicazione osservando una sedia su di un pavimento. La sedia eserciterà una forza sul pavimento che esso contrasterà, impedendone lo sprofondamento; anche un uomo che cammina eserciterà una forza sul suolo pari e contraria a quella che il suolo eserciterà sul soggetto; o ancora l'effetto del rinculo quando si spara con una pistola.

4) Discutere i concetti di peso e di massa

la massa è la quantità di materia ed è una proprietà intrinseca della materia. È una grandezza fisica misurabile con uno strumento di precisione, la bilancia, e la sua unità di misura è il kg. La massa non varia mai, è indipendente dalle forze applicate. Il peso è un tipo di forza ed è in relazione alla massa grazie al secondo principio della dinamica $F = ma$. Ma se $F=p$ allora nell'equazione sopra citata il parametro incognito è l'accelerazione. Si è osservato sperimentalmente che tutti i corpi che cadono sulla Terra hanno la stessa accelerazione che prende il nome di accelerazione di gravità $g=9.81\text{m/s}^2$. Si evince che la forza peso, misurata in Newton, è una forza costante, dipendente solamente dalla massa dell'oggetto in questione. Se infatti misuriamo la forza peso agente sulla Terra di un uomo di 70kg di massa, avremo che $F=ma=mg=70\text{ kg} \times 9.81\text{m/s}^2=686.7\text{N}=p$; ma se noi andiamo sulla Luna, dove l'accelerazione di gravità è 1.62m/s^2 avremo che la forza peso esercitata dallo stesso uomo sarà $F=ma=mgL=70\text{ kg} \times 1.62\text{ m/s}^2=113.4\text{N}=p$. Concludendo, mentre la massa è la quantità di materia, quindi non varia al variare del luogo, la forza peso dipende dall'accelerazione di gravità del corpo sul quale ci troviamo.

5) Discussione della legge della gravitazione universale e dell'esperimento di Cavendish

Osservando il moto dei pianeti ci si chiedeva come, ad esempio la Luna, potesse girare intorno alla terra senza mai cadervi sopra. La questione fu risolta da Newton, quando scrisse la legge di gravitazione universale. Affermato dunque il primo principio della dinamica secondo cui un corpo non soggetto a forze o era fermo o si muoveva di moto rettilineo uniforme si ipotizzò che anche i pianeti dovevano essere soggetti a forze che li deviavano dal loro moto rettilineo. Newton dopo numerosi studi ed esperimenti affermò che due corpi dotati di massa sono attratti da una forza diretta lungo la congiungente dei centri. Il modulo di questa forza è dato da $F=(GMm)/r^2$, dove G è la costante di gravitazione universale, quindi nello spazio, e vale $6.67 \times 10^{-11}\text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$. La forza esercitata dal corpo è equivalente alla forza esercitata se tutta la sua massa si trovasse al centro del corpo stesso. Quindi ogni corpo è soggetto a questa forza che lo attrae, ma allo stesso tempo lo allontana dal corpo con cui è in relazione. Questo principio è alla base dell'orbita circolare della luna intorno alla terra, o dei pianeti intorno al Sole. Per verificare questa legge, Cavendish pose due masse identiche alle estremità di una barra rigida indeformabile, legata ad una fibra a cui era stato

attaccato uno specchietto in cui veniva mandato un raggio luminoso che veniva riflesso su una scala graduata. Cavendish mise una massa esterna al sistema da lui costruito che avrebbe dovuto provocare l'attrazione-repulsione. E così fu. Cavendish misurò la deviazione del raggio luminoso dovuto alla torsione del filo provocata dall'attrazione esercitata dalla massa esterna, riuscendo a calcolare G sperimentalmente in laboratorio.

6) Discutere la teoria della Gravitazione Universale

7) Discutere la teoria della gravitazione universale e il metodo di misura della massa della terra

Grazie all'esperimento di Cavendish che determinò il valore della costante di gravitazione universale G , conoscendo il raggio della Terra e la forza esercitata da essa su un corpo di 1kg, riuscirono, attraverso la formula inversa che isola M_t come incognita, a ricavare la massa della Terra che si aggira intorno ai $5.98 \times 10^{24} \text{kg}$

8) Discutere la relazione tra forza peso e legge di gravitazione universale di Newton

La forza peso è determinata da $F=ma=mg=p$. la che cosa è g ? g , conosciuta ad oggi come l'accelerazione di gravità della Terra, non è altro che la risultante del prodotto tra la costante di gravitazione universale G e il rapporto tra massa della Terra e suo raggio. Secondo la legge di Newton sulla gravitazione universale, due masse esercitano una forza attrattiva tra di loro che si trova sulla congiungente dei due centri. Ma, ponendo un oggetto di massa pari a 1kg, posizionandolo ad un'altezza h dalla superficie della Terra, sappiamo che su esso agisce la forza di attrazione gravitazionale F . Avremo quindi $F=GmM/R^2$, ma poiché $rt \gg h$, avremo che $R^2=(rt+h)^2$ sarà circa uguale a rt^2 . La forza prima descritta viene dunque $F=GmM/rt^2$. Poiché la massa ed il raggio della Terra sono sempre uguali, e così lo è anche G che è costante, potremo calcolare Gm/rt^2 che rimarrà anch'esso costante e che esprime un'accelerazione che è $g=9.81 \text{m/s}^2$. Quindi riscrivendo la legge abbiamo $F=gm$, ma $F=gm$ è l'espressione della forza peso sulla Terra.

9) Discutere i principi fisici alla base del funzionamento dei satelliti geostazionari

Un satellite geostazionario è un dispositivo mobile che ruota insieme alla terra compiendo una rivoluzione simultanea a quella terrestre. Si tratta infatti di satelliti che impiegano lo stesso tempo della terra a fare una rivoluzione completa. I principi fisici alla base del funzionamento di questi satelliti sono la forza centripeta e la forza di gravitazione. La forza esercitata su di un corpo che compie una traiettoria circolare è, dal secondo principio della dinamica, $F=ma$ dove a sarà l'accelerazione centripeta del corpo. L'accelerazione centripeta del corpo è pari ad $a=v^2/r$ dove v è pari al rapporto tra spostamento e tempo impiegato che quindi sarà $v=2\pi r/T=\omega r$ dove ω a sua volta è la velocità angolare. Poiché il satellite ruota intorno alla Terra, ci sarà una forza che agisce su di esso e lo mantiene in moto costante. L'unica forza che agisce sul satellite è quella di attrazione gravitazionale. Poiché il satellite descrive un moto circolare uniforme la forza deve essere centripeta. Eguagliando quindi le due forze $F_g=F_c$ possiamo ricavare la velocità del satellite, per capire quale è, in base alla distanza a cui si trova, la velocità a cui si muove il satellite per potersi muovere intorno alla Terra.

10) Discutere il principio di funzionamento delle orbite geostazionarie

11) Discutere il concetto di attrito e le varie tipologie che si incontrano

L'attrito è una forza che si sviluppa quando due superfici ruvide sono a contatto. È la difficoltà di compiere un movimento. L'attrito è una forza parallela alle superfici di contatto ma si oppone al loro movimento relativo. Ha la stessa direzione del movimento, stesso modulo ma verso opposto. L'attrito può però essere ridotto grazie al fenomeno del rotolamento oppure grazie all'interposizione di liquidi. Esistono due forze di attrito, una è di attrito statico ed una di attrito dinamico. L'attrito statico è quello che entra in gioco quando un corpo da fermo, deve iniziare un moto. La forza di attrito statico massima si ha all'inizio dello spostamento ed è data dal prodotto

del coefficiente di attrito statico e dal modulo della reazione vincolare. La reazione vincolare è una forza perpendicolare al piano di appoggio che serve al mantenimento dei corpi in equilibrio insieme alla forza peso. Il coefficiente di attrito statico dipende dai materiali dei due oggetti a contatto. Un altro tipo di attrito è quello dinamico, ovvero quello che si esercita quando un corpo è già in movimento. La formula è sempre la stessa, con la differenza che al posto del coefficiente di attrito statico, sostituiamo quello di attrito dinamico.

12) Discutere il principio della relatività galileiana con un esempio

Il principio della relatività galileiana esprime il concetto secondo cui ogni sistema è in movimento in relazione ad un altro sistema. Rifacendosi al primo principio della dinamica secondo cui un corpo non soggetto a forze esterne o è in stato di quiete oppure si muove di moto rettilineo uniforme, si introduce il concetto di sistema inerziale. Un sistema inerziale è infatti un sistema che soddisfa le regole del principio sopracitato. Ma cosa accade se un corpo si trova su di un sistema inerziale e viene osservato dall'esterno? Galileo rispose a questa domanda nella seconda giornata del Dialogo sopra i Due Massimi Sistemi, in cui esprime quello che poi sarà designato come il principio di relatività. Galilei sostiene infatti che se un libro è appoggiato su di un tavolo all'interno del vagone di un treno, esso apparirà fermo per l'osservatore nel treno, ma in moto per chi stesse sulla banchina ad osservare il passaggio del treno. Verificò anche che saltando su una nave in movimento, verso poppa e verso prua, si percorreva la stessa distanza con la stessa forza applicata al salto (quindi la stessa fatica in tutti e due i versi del salto). Da questi studi ne venne fuori che le leggi della meccanica sono le stesse in tutti i sistemi di riferimento inerziali, qualunque sia la velocità con cui essi si muovono rispetto agli altri. Non è infatti possibile eseguire un esperimento di meccanica al chiuso e trarne fuori la situazione di moto del sistema.

FORZE

1) Discutere il teorema del lavoro e dell'energia cinetica con una applicazione

L'energia cinetica (o di movimento) di un corpo che si muove a velocità v è il lavoro che deve essere fatto per portare quella massa m alla velocità v partendo da ferma. È dunque la capacità di un corpo di compiere un lavoro ed è definita dalla relazione $K = (1/2)mv^2$. L'energia cinetica è anche uguale al lavoro che la massa può compiere quando viene fermata.

2) Discutere il principio di conservazione dell'energia e il concetto di energia potenziale

L'energia potenziale di un corpo è l'energia presente in un corpo in virtù della sua posizione rispetto ad un piano di riferimento. È una forza conservativa, ovvero non dipende dal percorso che l'oggetto compie, ma dalla posizione in cui si trova. La differenza tra energia potenziale iniziale e finale è uguale all'opposto del lavoro che si compie per portare il corpo dalla posizione iniziale a quella finale. Se un corpo si trova ad una certa altezza, l'energia potenziale ha formula $U = mgh$ dove h è l'altezza a cui si trova il corpo e mg è il valore della forza peso che agisce su quel corpo. Durante il moto di un sistema fisico senza attriti, l'energia meccanica si conserva nei sistemi isolati. Se prendiamo un sasso e lo teniamo sospeso, per la definizione di energia potenziale, e considerando la Terra nel nostro sistema (il che ci permette di fare delle osservazioni non poco importanti) esso avrà un'energia potenziale U_i pari alla forza peso che lo richiama alla superficie. Se lancio in aria il sasso, arrivato all'apice della sua traiettoria, esso avrà un'energia potenziale U_f diversa da U_i . Per la definizione di energia potenziale possiamo dire che $U_f - U_i = -W_{i-f}$ e quindi $W_{i-f} = U_i - U_f$. Lo stesso discorso vale per l'energia cinetica del sasso, la cui differenza, per definizione, sappiamo essere uguale al lavoro compiuto per passare dalla posizione i a quella f $K_f - K_i = W_{i-f}$. A questo punto basta eguagliare i due membri per avere $K_f - K_i = U_i - U_f$, e svolgendo un passaggio in più possiamo scrivere $K_i + U_i = K_f + U_f$. Questo ci dice che l'energia meccanica totale iniziale è uguale a quella finale, quindi si conserva. Quando uno dei due membri nel passaggio dalla situazione i a quella f diminuisce, l'altro aumenta per mantenere costante la quantità di energia del sistema.

- 3) **Discutere il principio di conservazione dell'energia con un esempio**
- 4) **Discutere la legge di conservazione dell'energia meccanica**
- 5) **Discutere il principio di conservazione dell'energia meccanica in presenza di forze dissipative**

URTI E SISTEMI DI PUNTI MATERIALI

1) Discutere il concetto di conservazione della quantità di moto

La quantità di moto è definita come il prodotto tra la massa e la velocità a cui si muove un corpo. È un vettore che ha stesso verso e direzione di quella velocità, ma con modulo diverso poiché dipende anche dalla massa del corpo. La quantità di moto si conserva in un sistema isolato. Prendiamo un sistema composto da due carrellini di massa uguale m collegati da una molla compressa tenuta ferma da un filo. Se si calcola la quantità di moto del sistema, sarà pari a zero poiché i carrellini sono fermi $v=0$. Se tagliamo il filo, i carrellini verranno spinti ai lati opposti, con velocità uguali ma opposte. Quindi la quantità di moto del singolo corpo cambia, ma quella del sistema rimane invariata, uguale a zero, perché le velocità sono uguali e opposte. Stesso discorso se i carrellini hanno massa diversa. Quello con massa maggiore, una volta tagliato il filo, si muoverà con velocità pari alla metà del carrellino con massa minore.

2) Discutere la teoria degli urti monodimensionali

Gli urti monodimensionali, sono quelli che avvengono su una retta, detti anche urti centrali. In tutti gli urti, la quantità di moto si conserva. Per convenzione, facilitiamo lo studio degli urti classificandoli come elastici o anelastici. Gli urti elastici sono quelli in cui si conserva non solo la quantità di moto ma anche l'energia cinetica. In questo tipo di urti i due corpi, dopo l'urto, si muovono separatamente. Se i due corpi (proiettile e bersaglio) hanno massa uguale, quando il proiettile colpisce il bersaglio (che era fermo), essi si scambiano le velocità. Se il proiettile ha massa maggiore, una volta avvenuto l'urto, proiettile e bersaglio si muoveranno nella stessa direzione, ma con velocità diverse. Il proiettile trasferirà parte della sua velocità al bersaglio, che avrà v maggiore. Se il proiettile ha massa minore, dopo l'urto entrambi i corpi si muoveranno, ma con versi opposti. L'altro tipo di urto, quello anelastico, conserva solamente la quantità di moto. Qui i corpi, dopo la collisione, si muovono assieme, come un unico corpo. La massa del corpo aumenta, ma la velocità diminuisce, permettendo di conservare Q .

3) Discutere il modello di urto elastico centrale con un esempio

Un urto elastico centrale è un urto che avviene tra due corpi e che conserva la quantità di moto del sistema ed anche la sua energia cinetica. Un urto elastico centrale dipende dalle masse dei due diversi corpi che collidono. Un urto elastico può interessare due corpi di massa uguale che quindi si scambiano le proprie velocità, come nel biliardo, quando la palla bianca viene lanciata contro un'altra palla ferma, che colpisce perfettamente centrale, sia ha che la velocità con cui inizialmente era stata lanciata la palla viene trasmessa in modulo direzione e verso alla palla colpita, prendendo essa stessa la velocità precedente della palla colpita ($v=0$). Se invece le due masse sono diverse, come nel gioco delle bocce, dove la boccia grande con massa maggiore viene lanciata contro il boccino di massa minore, l'urto centrale, se avviene, porta, in grazia alla conservazione della quantità di moto e dell'energia cinetica, ad un trasferimento di velocità dal corpo a massa più elevata a quello a massa minore (che stava fermo, quindi con velocità zero). Alla collisione, la boccia trasferirà parte della sua velocità al boccino che si muoverà con velocità uguale in verso e direzione, ma con modulo diverso e maggiore della boccia che continuerà a muoversi nello stesso verso e direzione, ma con modulo di velocità minore. Il terzo tipo di urto elastico è quello dove la massa dell'oggetto in velocità è minore dell'oggetto in quiete, come quando si scontrano due persone e quella a massa minore va a battere contro quella a massa maggiore. La velocità del soggetto a massa minore, dopo l'urto, sarà opposta in verso rispetto a quella iniziale, mentre la

velocità sarà diminuita perché in parte ceduta al corpo con massa maggiore, che avrà appunto acquistato velocità in verso e direzione uguali a quella in partenza del corpo a massa minore, ma diversa in modulo.

4) Discutere il concetto di urto completamente elastico con esempio

5) Discutere la teoria degli urti completamente anelastici con un esempio

L'urto completamente anelastico conserva sì la quantità di moto, ma al contrario di quello elastico non conserva l'energia cinetica. Non c'è infatti una relazione tra l'energia cinetica prima e dopo l'urto. La massa prima dell'urto è minore di quella dopo l'urto stesso. I due corpi infatti, in un urto anelastico, rimangono congiunti, conservando la quantità di moto e quindi diminuendo la velocità del corpo. Un esempio può essere quello dei pattinatori sul ghiaccio. Il pattinatore che si muove verso la pattinatrice in quiete avrà una sua massa m_1 e una sua velocità v_1 (la pattinatrice avrà massa $m_2 < m_1$ e velocità $v_2 = 0$ perché in quiete). All'impatto con la pattinatrice, i due corpi partiranno insieme, come un corpo unico di massa $M = m_1 + m_2$ e velocità v_3 proporzionale alla massa e alla quantità di moto che si conserva dal moto prima dell'urto. Il vettore velocità cambierà modulo ma non direzione e verso, che rimarranno invariati. Oppure quello che avviene tra un'auto ed un camion. Alcuni pezzi si deformano, grazie alla dispersione dell'energia cinetica che, appunto, non conservandosi, viene dispersa sotto altre forme.

6) Discutere i fenomeni rotatori dei corpi rigidi con un esempio

Un corpo rigido può essere soggetto a due tipi di moto: rotazionale e traslazionale. Il moto traslazionale per un corpo rigido si verifica lungo una retta, mentre il moto rotazionale è più complesso. Esso ha una grandezza dinamica tutta sua chiamata momento angolare che è il corrispondente rotazionale della quantità di moto di un corpo. Se consideriamo una particella che si muove rispetto a un punto che chiamiamo centro e che possiede una certa quantità di moto possiamo definire il momento angolare del punto come il prodotto vettoriale tra il vettore che congiunge il polo con la posizione della particella e il vettore quantità di moto. $L = r \times p$. Il momento angolare è dunque un vettore che possiede modulo, direzione e verso. La direzione del vettore è quella perpendicolare al piano individuato dai vettore r e p , il verso lo possiamo individuare con la regola della mano destra, il modulo si calcola $L = rpsen(\alpha)$. Analogamente all'esempio sopra descritto per un punto materiale, per i corpi rigidi vale lo stesso principio.

7) Discutere il concetto di momento angolare nei corpi rigidi

8) Discutere il concetto di centro di massa di un corpo e le condizioni di equilibrio di un corpo rigido

Il centro di massa di un corpo rigido è il centro attorno al quale il corpo ruota. Esso si muove come un punto materiale che possiede tutta la massa del sistema e che è soggetto alla stessa forza esterna risultante a cui è sottoposto il sistema. Considerando i punti del corpo libero come particelle di massa m_1 e m_2 , il centro di massa non sarà il punto medio tra i due, ma il punto in cui il corpo è in equilibrio. Quindi se le due masse m_1 e m_2 sono uguali, esso sarà il punto medio della congiungente, altrimenti sarà più prossimo alla particella con massa maggiore. Se il sistema che ruota è isolato (privo dell'influenza di forze esterne), la traiettoria del centro di massa sarà approssimabile ad una retta. Se il sistema non è isolato, il suo moto sarà approssimabile ad una parabola.

L'equilibrio di un corpo rigido è quella condizione per cui il corpo non è soggetto ad alcuna traslazione né rotazione e si verifica quando la somma delle forze esterne e la somma dei momenti

delle forze esterne sono entrambe nulle. Poiché un punto materiale si dice in equilibrio quando la risultante delle forze agenti su di esso è nulla, possiamo intendere il corpo rigido come un'estensione di questo principio intendendolo come somma di punti all'equilibrio.

9) Discutere le condizioni di equilibrio di un corpo rigido

FUIDI

1) Discutere il concetto di pressione e la sua applicazione ai fluidi

2) Discutere il concetto di pressione e il principio di Pascal

In generale la pressione è il rapporto tra la forza normale agente su una superficie e la superficie stessa. La sua unità di misura è il Pascal. In un liquido, essa dipende anche dalla natura del liquido e dalla profondità a cui si trova tale superficie, inoltre la pressione esercitata sulla faccia di un corpo immerso in un liquido è uguale ed opposta a quella esercitata sulla faccia opposta. Il principio di Pascal afferma che quando avviene un aumento di pressione in un'area limitata di un fluido, questo aumento viene trasmesso anche a tutto il resto del fluido. Questo aumento si trasmette in ogni punto con la stessa intensità, indipendentemente dalla direzione. Questo principio viene utilizzato nella riuscita di molti strumenti come la pressa idraulica, i freni idraulici presenti nella maggior parte dei veicoli a motore ad oggi costruiti. Un sistema che sottostà al principio di Pascal, potrebbe essere un sistema di vasi comunicanti quando ad essi fossero applicate sulle superfici libere del fluido, due superfici rigide mobili. Se noi applicassimo una pressione al primo vaso, la superficie rigida del secondo verrebbe spinta in alto dall'aumento di pressione esercitato dal fluido. Questo è l'esemplificazione del martinetto idraulico, che permette di sollevare grandi pesi (auto) con una piccola forza poiché il rapporto tra le forze è proporzionale a quello tra le aree $F/f=A/a$.

3) Discutere i principi fisici alla base del fenomeno dei vasi comunicanti

Il fenomeno dei vasi comunicanti regola il comportamento di due o più vasi riempiti con un liquido e collegati tra di loro per cui il liquido, indipendentemente dall'ampiezza dei vasi, raggiunge la stessa altezza. Se prendiamo dei vasi, e li mettiamo in comunicazione tra di loro, riempiendone uno solo, noteremo che non si riempirà solo quello in cui stiamo versando il liquido ma anche tutti i vasi con cui è in comunicazione. Inoltre, tutti i vasi si riempiranno allo stesso modo, ovvero il livello del liquido presente nei diversi vasi sarà lo stesso in ognuno di essi. Le facce libere del liquido saranno tutte alla stessa altezza, indipendentemente dal diametro dei diversi vasi. Se invece poniamo in comunicazione due vasi che contengono livelli differenti di liquido, essi non si trovano in equilibrio, e il fenomeno che osserveremo è quello del ristabilirsi dell'equilibrio, notando il passaggio dal contenitore con livello più alto, a quello con livello più basso, fino al raggiungimento del medesimo livello. Questo fenomeno si deduce dalla legge di Stevino. Poiché sappiamo che la pressione dipende dalla profondità (o altezza) abbiamo che profondità diverse corrispondono a pressioni diverse. Quindi se una colonna presenta una colonna di liquido più alta di quella di una seconda colonna troviamo che la pressione esercitata sul fondo della prima colonna è maggiore della pressione sul fondo della seconda. Se i due vasi sono comunicanti, si ha una differenza di pressione tra i due fondali. Il liquido non rimane fermo, ma si ha una spinta dal punto a pressione più alta a quello a pressione più bassa. Si ha una ricerca dell'equilibrio di pressione che si ha una volta che i due liquidi hanno raggiunto la stessa altezza e quindi la colonna con il livello più alto ha abbassato il suo livello e viceversa.

4) Descrivere i principi fisici alla base del galleggiamento degli iceberg

Il principio alla base del galleggiamento degli iceberg è il principio di Archimede che dice che un corpo immerso in un fluido è sottoposto ad un sistema di forze la cui risultante è detta spinta di Archimede S_a , diretta verso l'alto ed uguale al peso del volume spostato: $S_a = \rho V g$, dove ρ è la densità del fluido, V il volume del fluido spostato e g l'accelerazione di gravità. Perché un corpo

galleggi però, è necessario che la densità ρ^o dell'oggetto sia maggiore di quella del fluido. Quindi per l'oggetto avremo $Sa = \rho^o V_{sg}$ (V_s è il volume del solido immerso) e $P(Sa) = \rho Vg$. Eguagliando i due termini troviamo che $V_s/V = \rho/\rho^o$ e quindi il rapporto tra i due volumi è inversamente proporzionale al rapporto tra le rispettive densità. Quindi essendo il ghiaccio più denso dell'acqua, esso galleggerà, immergendo la maggior parte del suo volume, poiché la differenza di densità è molto piccola.

5) Discutere il principio fisico in base al quale si costruiscono i dirigibili

Come i sommergibili.

6) Spiegare i principi fisici che permettono ai sommergibili di spostarsi in verticale sotto il mare

...Quindi un sommergibile per spostarsi in verticale sotto il mare deve necessariamente contrastare la spinta di Archimede e lo fa riempiendo alcune apposite stanze, dette casse, con acqua, aumentando la propria forza peso e riuscendo quindi a contrastare la spinta proveniente dal basso. Per risalire, la forza peso deve diminuire e quindi l'acqua deve uscire dal sommergibile. Questo avviene grazie alla reversibilità del processo di allagamento; l'espulsione dell'acqua avviene tramite il riempimento di una cassa allagata con dell'aria compressa che quindi espelle l'acqua permettendo la risalita.

7) Discutere il teorema di Bernoulli con un esempio di applicazione

Il teorema di Bernoulli trova un nesso tra altezza e pressione di un fluido. Il suo teorema deve però essere applicato ad un fluido ideale (incompressibile e senza viscosità), che si muove di moto stazionario in un condotto a pareti rigide. Il moto stazionario è un moto che mantiene la stessa velocità delle molecole del fluido, in sezione. Ovvero la velocità del fluido è uguale per tutte le sue molecole in ogni sezione, ma più piccola è la sezione, maggiore sarà la velocità, poiché la portata (rapporto tra volume e intervallo di tempo impiegato ad attraversare tale volume) è la stessa. Consideriamo un condotto con sezione e altezza variabile nel quale scorra un fluido ideale. Prendendo in considerazione due punti di tale condotto, troviamo che ogni punto ha una sua sezione, una pressione, una velocità di scorrimento del fluido e una sua altezza. Se ρ è la densità del fluido, il teorema di Bernoulli dice che la somma dei tre termini che compaiono nell'equazione è sempre la stessa, indipendentemente dalla sezione e dall'altezza a cui essi si trovano. In particolare ci dice che la somma dei termini indicati nell'equazione è costante in ogni punto del condotto. Quindi i rapporti che troviamo sono sempre costanti, ma secondo la legge di Stevino, la pressione varia al variare dell'altezza del fluido quindi nell'equazione di Bernoulli deve esserci una compensazione reciproca, ma vale sempre la legge di Stevino. Quindi se voglio misurare la pressione del cuore, non potendo mettere lo strumento di misurazione intorno al cuore stesso, lo posso fare misurando quella di un punto alla stessa altezza, perciò quando dal medico viene misurata la pressione, il punto di misurazione al braccio è alla stessa altezza del cuore. Infatti se il braccio lo tengo alzato, la somma delle componenti al braccio sarà uguale a quella al cuore, ma in proporzioni diverse.

TEMPERATURA

1) Discussione della teoria cinetica dei gas perfetti

Un gas perfetto è una modellizzazione ideale, che semplifica lo studio dei fenomeni che avvengono nella realtà. Un gas perfetto rispetta perfettamente la teoria degli urti completamente elastici. Si modella infatti come sfere rigide (particelle) che urtano perfettamente elastiche tra di loro e contro le pareti del recipiente in cui sono contenute. L'equazione di stato del gas perfetto, sappiamo grazie ad Avogadro, è $PV = nRT$. La teoria cinetica dei gas è quella teoria che dimostra la correlazione tra l'equazione di stato dei gas e l'energia cinetica come l'abbiamo studiata fino ad ora. Per dimostrare questa correlazione prendiamo un gas monoatomico in un recipiente con

pistone mobile. Quando una particella urta contro il pistone, poiché il gas è perfetto, l'urto è completamente elastico, quindi la particella torna indietro con lo stesso modulo di velocità ma con direzione opposta. In questo caso cambierà dunque solo la sua ordinata, ma non l'ascissa. La variazione di quantità di moto in questo urto sarà $2mv_x$ che per il teorema dell'impulso possiamo scrivere come $F\Delta t = 2mv_x$. Poiché Δt è il tempo che impiega la molecola per tornare ad urtare il pistone avremo che, presa la lunghezza del cilindro $\Delta t = 2l/v_x$ e sono presenti nN_a molecole di gas la forza sarà $F = (nN_a/l)mv_x^2$ e la pressione $P = F/A = (nN_a/V)mv_x^2$. Abbiamo però considerato solo una direzione dell'urto, ma poiché il moto è casuale, non ci sono direzioni privilegiate, quindi $v_x^2 = 1/3(v^2)$ e quindi $PV = (2/3)nN_a(mv^2/2) = (2nN_a/3)E_c$, dove E_c è l'energia cinetica media delle molecole. $PV = nRT$ quindi da $nRT = 2nN_aE_c/3$ ricaviamo $E_c = (R/N_a)T3/2 = 3TK/2$ dove K è detta costante di Boltzman. Noi abbiamo però considerato un gas perfetto monoatomico, ma se non avessimo considerato un gas biatomico a manubrio rigido avremmo trovato che $E_c = (5/2)KT$ e se il manubrio fosse stato non rigido $E_c = (7/2)KT$. Quindi, poiché un gas monoatomico ha come gradi di libertà v_x , v_y e v_z , possiamo concludere che il numeratore non rappresenta altro che il grado di libertà del sistema, quindi in generale potremmo scrivere che $E_c = (\alpha/2)KT$.

2) Discutere la teoria cinetica dei gas

3) Discutere il significato dell'equazione di stato dei gas perfetti e il legame con la scala Kelvin

L'equazione di stato dei gas perfetti non è altro che la generalizzazione di tre trasformazioni dimostrate sperimentalmente quali isoterma (T costante), isocora (V costante) e isobara (P costante) che portano a tre diverse leggi:

1. T costante: pV costante
2. V costante: p/T costante
3. P costante: V/T costante

Quindi l'equazione dei gas perfetti mette in relazione tutte le leggi sopra citate e include anche la costante R e il numero di moli, secondo la legge di Avogadro che, posto p e T costante recita $n/V = \text{costante}$.

Sperimentalmente si notò che tutti i grafici della legge di Charles-Gay Lussac (p costante) avevano un andamento lineare di volume e temperatura che formavano dunque una retta. Questa retta intersecava sempre gli assi alla temperatura di -273.15°C . Lord Kelvin propose di usare questo valore come zero assoluto di una nuova scala termometrica, in cui, appunto, lo zero assoluto corrisponde ad una situazione utopica, dove il volume del gas ideale è nullo. È infatti un valore ideale e non raggiungibile perché a questa temperatura il volume è zero e questo non ha significato fisico.

4) Discutere il fenomeno di zero assoluto in temperatura e le motivazioni della scala termometrica assoluta

La scala termometrica assoluta è più attendibile in quanto si basa su fondamentali proprietà della termodinamica, e le formule fondamentali risultano molto semplificate se usata la scala Kelvin. Inoltre la scala kelvin non si basa su un fenomeno soggetto a condizioni precise come l'ebollizione o il congelamento dell'acqua a 25°C e 1atm , ma si basa su valori assoluti, indipendenti dalle condizioni esterne quali lo zero ASSOLUTO e la temperatura del punto triplo dell'acqua.

CALORE

- 1) **Discutere il concetto di temperatura assoluta ed il suo legame con il secondo principio della termodinamica**
- 2) **Spiegare il concetto di calore latente di fusione ed una applicazione**

Il calore è una forma di energia. Quando si parla di calore latente si intende la quantità di calore necessaria (isotermicamente) per compiere un passaggio di stato. Ogni materiale ha il suo calore latente, e dipende dalla pressione e dalla temperatura. Il calore latente serve a calcolare la quantità di calore scambiato nel passaggio di stato, dipendentemente dalla massa secondo la relazione $Q=mL$. Il calore latente di fusione, più in particolare, è quella quantità di calore necessaria alla fusione di tutta la massa del corpo in oggetto. Ad esempio, nel passaggio di stato ghiaccio-acqua, si ha che alla pressione atmosferica $L=80$ kcal/kg. Supponiamo di avere 1 kg di ghiaccio, il calore necessario affinché il passaggio di stato sia completo sarà $Q=mL=1$ kg 80 kcal/kg= 80 kcal.

- 3) **Discussione delle trasformazioni isobare in termodinamica**

Una trasformazione isobara è una trasformazione che si verifica a temperatura costante. Per il primo principio della termodinamica se ha che $L=Q-\Delta U$, e quindi per una trasformazione isobara è possibile calcolare il lavoro, l'energia scambiata e l'energia interna al sistema. Per una trasformazione isobara, si ha un aumento di volume e poiché il lavoro lo possiamo scrivere come l'area del sottografico abbiamo che $L=P\Delta V$ ma $PV=nRT$ quindi $P\Delta V=nR\Delta T$. Calcolando il ΔU abbiamo che $\Delta U=nC_v\Delta T$ che è la variazione di energia interna di un sistema con n moli di sostanza a calore specifico a volume costante C_v in un intervallo di tempo ΔT . Da $L=Q-\Delta U$ possiamo quindi ricavare Q che sarà $Q=L+\Delta U=nR\Delta T+nC_vR\Delta T=(R+C_v)n\Delta T$ che è uguale al prodotto del numero di moli per il calore specifico a pressione costante in un intervallo di tempo ΔT .

- 4) **Discutere la differenza tra i concetti di calore e temperatura**

La temperatura è una grandezza fisica misurabile con strumenti (termometri) e ha diverse scale di misurazione (C K F). La temperatura è anche definita variabile di stato poiché il suo valore è valido nell'istante in cui si misura e non prima e dopo. Calore e temperatura, benché sempre accomunati, dal punto di vista fisico presentano delle differenze. Il calore infatti è una forma di energia che può essere assorbita o ceduta da un sistema a livello molecolare; è una forma di energia che può essere convertita in lavoro meccanico ed essere immagazzinata sotto forma di energia interna. Uno scambio di calore tra due corpi può portare ad una variazione di temperatura (fino al raggiungimento di uno stato di equilibrio termico) oppure al passaggio di stato di un corpo. L'unità di misura del calore è il Joule, benché siano in uso ancora oggi le diciture kcal e cal. Se prediamo ad esempio due corpi a temperature diverse T_1 e T_2 , avremo che, una volta messi in contatto, il corpo a temperatura maggiore cederà calore a quello a temperatura minore, che lo assorbirà, fino ad uno stato di equilibrio. È quindi l'energia (calore) a passare tra i due corpi e non la temperatura!

- 5) **Discussione del meccanismo di funzionamento di una macchina frigorifera**

Una macchina frigorifera segue il secondo principio della termodinamica, secondo cui (enunciato di Clausius) *non è possibile realizzare una trasformazione che abbia come unico effetto quello di far passare il calore da una sorgente fredda ad una più calda*. Il frigorifero funziona infatti con l'intervento di un lavoro esterno: la corrente elettrica. La corrente elettrica non è l'unico effetto "esterno" al passaggio di calore. Internamente alla macchina si ha una compressione e decompressione di un gas refrigerante che in pratica sottrae calore agli alimenti posti al suo interno, raffreddandoli. Il gas riscaldato è a bassa pressione, va nella serpentina del condensatore, che lo rende ad alta pressione e lo trasforma in un liquido, dissipando il calore all'esterno della macchina. Il liquido arriva ad un vaporizzatore che vaporizzandolo ne abbassa la pressione e il ciclo ricomincia. Questo ci indica che non c'è solamente un passaggio di calore tra due sorgenti a temperature diverse, ma esistono altri effetti prodotti all'interno della macchina come l'espansione

e la compressione del gas. Tutto ciò la rende una macchina termica poiché si ha una ciclizzazione del passaggio di calore.

6) Discussione delle varie formulazioni del concetto di entropia

L'entropia è una variabile di stato, dipende dunque solo da A e B, e non dal percorso che c'è tra i due punti, si può pensare come la misura di quanto un sistema sia vicino allo stato di equilibrio o come la realizzazione della probabilità di realizzazione di un sistema. È la misura del grado di disordine di un sistema, o per meglio dire, la spontaneità di una trasformazione.

Termodinamicamente è definita dall'equazione $\Delta S = \int \Delta Q/T$ quando la trasformazione è reversibile, altrimenti si ha una disuguaglianza. È importante dire che in un sistema isolato, l'entropia è sempre maggiore o uguale a zero, è sempre in aumento, tende quindi sempre di più verso un maggior disordine, un più alto equilibrio, una maggiore spontaneità; ma quando un sistema isolato raggiunge una configurazione di massima entropia non può più subire modificazioni, ha raggiunto l'equilibrio. Dal primo principio della termodinamica possiamo scrivere la variazione di entropia come $\Delta S = R \int dV/V + c_v \int dT/T$. L'entropia può anche essere definita secondo una definizione statistica che considera i macrostati e i microstati di un sistema e li mette in relazione attraverso un'equazione. Per prima cosa è necessario che sia chiaro il fatto che ad un macrostato possono corrispondere diversi microstati; poi definiamo W come il numero di microstati corrispondenti ad un certo grado di disordine di un macrostato. Facendo un semplice calcolo di probabilità e indicando con $P = W/W^\circ$ (dove W° è il numero totale dei microstati corrispondenti al macrostato in questione) possiamo dedurre che maggiore sarà W, maggiore sarà la probabilità che quel microstato si verifichi. Quindi lo stato termodinamico più probabile è quello con W maggiore (più è disordinato, maggiori saranno le probabilità di realizzazione di quello stato). A questo punto possiamo definire entropia del sistema $S = K \ln(W/W^\circ) = K \ln P$, dove K è detta costante di Boltzman.

7) Discutere il concetto di entropia e le connessioni con il secondo principio della termodinamica

(come sopra). Poiché la definizione statistica dell'entropia fa corrispondere l'equilibrio macroscopico alla distribuzione energetica realizzata dal massimo numero di configurazioni microscopiche esprimendo l'entropia con tale numero, possiamo interpretare la seconda legge della termodinamica in termini probabilistici, come una legge che afferma la prevalenza del passaggio spontaneo da stati meno probabili (più ordinati) a stati più probabili (più disordinati) fino al raggiungimento dell'equilibrio. Il sistema Universo, essendo un sistema isolato, va sempre verso una maggiore entropia, verso un grado di disordine maggiore. Per verificare questa ipotesi possiamo considerare entrambe le formulazioni di entropia (termodinamica e statistica). Se consideriamo l'espansione isoterma reversibile di una mole di gas perfetto da V_a a $V_b = 2V_a$ sappiamo che dal punto di vista termodinamico abbiamo:

e dal punto di vista statistico:

Se invece la trasformazione è irreversibile abbiamo la formulazione di Clausius che possiamo verificare come di seguito:

8) Discutere il ciclo di Carnot e la sua relazione con i cicli termici reali

Il ciclo di Carnot fu idealizzato per macchine reversibili, quindi con un ΔU finale pari a 0 e un $\Delta S = 0$. Un processo si dice reversibile quando sia il sistema interessato che l'ambiente esterno tornano allo stato di partenza. Il ciclo di Carnot si divide in 4 fasi:

- espansione isoterma (T_2)
- espansione adiabatica

- compressione isoterma (T_1)
- compressione adiabatica

Dal punto di vista dell'entropia, poiché la trasformazione è reversibile, possiamo scrivere che $\Delta S=0$ e quindi:

Ma $Q_1/Q_2=T_1/T_2$ lo posso scrivere solo se considero una macchina ideale di Carnot perché avrò $\Delta S=Q_2/T_2-Q_1/T_1=0$. Ma se considero il rendimento $\eta=L/Q_2=(Q_2-Q_1)/Q_2=1-Q_1/Q_2$ devo necessariamente considerare T_1 diverso da T_2 (non ci sarebbe scambio di calore) e T_1 diverso da 0 K, poiché se T_1 fosse uguale a 0 K andrebbe contro il secondo principio della termodinamica enunciato da Kelvin. Queste è la dimostrazione che lo zero assoluto non è raggiungibile e che tutto il calore assorbito non può essere trasformato in lavoro se la trasformazione è ciclica e quindi avere rendimento uguale a uno. Quindi il ciclo di Carnot è applicabile ai cicli termici reali quando T_1 è diverso da T_2 e T_1 è anche diverso dallo zero assoluto.

9) Discutere il ciclo di Carnot e la sua applicazione alle macchine termiche

ONDE

1) Discutere il concetto di fenomeno ondulatorio e le principali caratteristiche

Un'onda elastica è una perturbazione che si propaga in un mezzo senza il trasporto di materia. È quindi una propagazione di energia. Un'onda è caratterizzata da un periodo T che è il tempo che impiega a compiere un'oscillazione completa, una velocità $v=\lambda/T$ e una frequenza $f=1/T$. Un'onda è definita anche da un'intensità, che è l'energia che attraversa nell'unità di tempo una superficie unitaria e si misura in watt/m^2 .

Le onde possono essere longitudinali, quando la propagazione dell'onda ha la stessa direzione di propagazione (molla) oppure trasversali, quando la direzione dell'onda è ortogonale alla perturbazione (onda del mare).

Un esempio di onda è quella sonora, onda longitudinale derivata dalla compressione e decompressione dell'aria circostante (o del mezzo elastico). La frequenza, che abbiamo detto essere $f=1/T$ si misura in Hz e quella del suono udibile all'orecchio umano è compresa tra i 20 Hz e i 20000 Hz. Al di sotto di 20 Hz si parla di infrasuoni (udibili ai cani) e al di sopra dei 20000 Hz si tratta di ultrasuoni. Con le sperimentazioni si è dimostrato che la propagazione del suono è maggiore, quanto è maggiore la densità del mezzo di propagazione.

2) Discutere le differenze tra un modello ondulatorio ed uno particellare di fenomeno fisico

ELETTROSTATICA

1) Discutere il concetto di campo elettrico e il suo legame con la legge di Coulomb

Il campo elettrico è lo spazio nel quale un corpo ridente dell'azione elettrica di una carica che genera il campo. Osservando infatti due cariche che poste a distanza risentivano l'una degli effetti dell'altra, vennero teorizzate due ipotesi possibili di interazione: l'azione a distanza, secondo cui le cariche si scambiavano messaggeri, e la teoria di campo secondo cui le cariche modificano lo spazio circostante in modo che anche le altre si accorgano della sua esistenza. Per convenzione fu adottata la teoria di campo perché più semplice e qui troviamo

l'applicazione delle leggi di Coulomb riguardanti le cariche elettriche. Coulomb osservò sperimentalmente che per due cariche elettriche puntiformi valeva che: la forza è direttamente proporzionale all'inverso del quadrato del raggio congiungente $F \propto 1/r^2$; la forza è direttamente proporzionale al prodotto tra le due cariche $F \propto q_1q_2$; la direzione della forza che lega le cariche è diretta lungo la congiungente delle cariche; se le due cariche hanno segni uguali si respingono, se i segni sono diversi tendono ad attrarsi. In conclusione $F=(1/4\pi\epsilon_0\epsilon_r)(q_1q_2/r^2)$. Se supponiamo di avere due cariche puntiformi che interagiscono possiamo con la legge di Coulomb calcolare la forza che le lega. Ma se vogliamo calcolare l'energia del campo elettrico, quanto una carica modifica lo spazio intorno a sé, dobbiamo considerare la seconda carica messa in relazione dalla legge di Coulomb, come carica di prova molto minore di quella che vogliamo calcolare e quindi trascurabile. Il vettore campo elettrico è quindi definito da $E=F/q=(1/4\pi\epsilon_0)(Q/r^2)$. Il campo elettrico si misura in N/C, dove C è l'unità di misura delle cariche elettriche. Ma il campo elettrico può essere puntiforme, e quindi calcolabile come sopra descritto, può essere generato da un'interazione di cariche diverse. Qui il campo elettrico risulterà come la somma di tutti i campi elettrici agenti nel punto che stiamo considerando. Se invece a generare un capo è una distribuzione infinita di carica, abbiamo un campo elettrico costante e lo spostamento della carica che si trova al suo interno è determinata dalla legge oraria del moto uniformemente accelerato. Il campo elettrico funziona dunque come il campo gravitazione tra due pianeti. Le formule sono infatti molto affini, e se consideriamo i due pianeti come puntiformi e carichi, possiamo trovare il campo elettrico che li lega.

2) Discutere il concetto di campo elettrico e di potenziale elettrico

Il potenziale elettrico non è altro che il rapporto tra l'energia potenziale elettrica del campo elettrico calcolato in un punto e la carica di prova che si trova in quel punto. Si definisce potenziale elettrico, e si indica con V , il lavoro che occorre compiere per portare una carica unitaria da un punto qualsiasi del campo elettrico all'infinito (un punto infinitamente lontano esterno al campo). Il potenziale elettrico varia da punto a punto in un campo: a punti diversi dello spazio corrispondono potenziali diversi. Il lavoro da compiere per portare una carica unitaria da un punto A (potenziale elettrico V_A) a un punto B (potenziale elettrico V_B), entrambi interni al campo, sarà dato dalla differenza di potenziale (Δ) tra i due punti del campo. Se la carica spostata non è unitaria, ma vale genericamente q , il lavoro da compiere per spostarla da un punto A a un punto B del campo elettrico si ottiene moltiplicando la differenza di potenziale (Δ) per la carica:

$$L = q(V_A - V_B)$$

Questa formula ci dice tra l'altro che se il potenziale nel punto A è uguale al potenziale nel punto B , il lavoro da compiere per portare una carica da A a B è nullo. Le superfici di un campo elettrico dove il potenziale rimane invariato si chiamano superfici equipotenziali: lo spostamento di una carica su queste superfici non richiede lavoro. In un campo elettrico generato da una carica puntiforme, per esempio, le superfici equipotenziali sono le sfere che hanno per centro la carica, mentre in un campo generato da una carica piana sono i piani paralleli alla carica.

Quando tra due punti esiste una differenza di potenziale, significa in conclusione che occorre compiere del lavoro per spostare una carica all'interno del campo elettrico. Esiste dunque una sorta di dislivello elettrico, che viene anche detto tensione elettrica.

La relazione tra campo elettrico e potenziale

Se il campo elettrico è uniforme (costante in intensità, direzione e verso), si può ricavare la relazione tra campo elettrico e potenziale. Ricordando la relazione tra forza e lavoro (il lavoro è dato dal prodotto della forza per lo spostamento), possiamo scrivere che il lavoro elettrico è dato da:

$$L = F s$$

dove s è lo spostamento, F la forza elettrica e L il lavoro.

Poiché

$$F = qE$$

dove E è il campo elettrico, possiamo scrivere che

$$L = qEs$$

Dalla definizione di differenza di potenziale (Δ)

$$\Delta V = \frac{L}{q} = qE \frac{s}{q} = Es$$

la relazione tra differenza di potenziale e campo elettrico è semplicemente:

$$E = \frac{\Delta V}{s}$$

Questa formula ci dice che in un campo elettrico uniforme, conoscendo la differenza di potenziale tra due punti, possiamo esprimere l'intensità del campo elettrico. La direzione e il verso del campo saranno diretti dai punti a potenziale più alto ai punti a potenziale più basso.

3) Discutere il teorema di Gauss e la connessione con la legge di Coulomb

Il teorema di Gauss ci parla dei flussi di carica all'interno delle superfici chiuse, legandolo inevitabilmente con la legge di Coulomb, dalla quale è dipendente. La veridicità di una infatti impone la veridicità dell'altra. Prima di tutto è necessario chiarire cosa si intende con flusso. Il flusso attraverso una superficie non è altro che la quantità di carica del campo elettrico di una carica puntiforme o non, che passa attraverso una superficie dotata di un'area e di un versore perpendicolare alla superficie che la orienta nello spazio. Se A è il vettore di cui definiamo il flusso e S è la superficie abbiamo che:

Quindi il flusso di un campo elettrico sarà dato dalla somma di tutte le cariche interne alla superficie diviso la costante dielettrica:

4) Discutere il teorema di Gauss per l'elettrostatica

5) Discutere il concetto di capacità elettrostatica di un corpo e di condensatore

La capacità elettrica è il rapporto tra la carica che viene conferita ad un conduttore isolato ed il potenziale che esso assume: $C=Q/V$. Poiché:

Quindi la capacità elettrica non dipende dalla carica conferita al conduttore ma solo dalla sua forma geometrica e dal coefficiente del mezzo dielettrico in cui è immerso. Un condensatore a facce piane e parallele ha la stessa capacità quando è scarico e quando è caricato. La sua capacità è misurabile conoscendo la sua forma geometrica;

CORRENTI E MAGNETISMO

1) Discutere il concetto di resistenza elettrica con esempio

La resistenza elettrica descrive la forza di attrito che si verifica in un conduttore al passaggio di una corrente e che ne impedisce l'accelerazione. È definita come il rapporto tra il potenziale del generatore (la tensione) e la corrente che scorre nel conduttore: $R=V/i$. La sua unità di misura è l'Ohm. Secondo la seconda legge di Ohm, è specifica di ogni conduttore ed è calcolabile in base alle caratteristiche fisiche del materiale attraversato dalla corrente. Infatti $R=\rho(d/A)$ dove d è la lunghezza del conduttore e A la sezione. Invece ρ è la cosiddetta resistività, che dipende solamente dal materiale del conduttore e dalla temperatura a cui si trova. In un circuito elettrico le resistenze possono trovarsi in serie o in parallelo, e le loro proprietà sono descritte dai principi di Kirchoff. Se le resistenze sono poste in serie, esse sono attraversate dalla stessa corrente i , se invece sono in parallelo, presentano la stessa differenza di potenziale.

2) Discussione del concetto di isolante e di conduttore e la legge di Ohm

È considerato isolante quel materiale che non permette alle cariche di muoversi liberamente, mentre un conduttore è colui che può essere attraversato dalle cariche e che quindi può essere utilizzato nel trasporto di correnti. Se prendiamo un conduttore metallico, per la prima legge di Ohm troviamo che l'intensità della corrente elettrica è proporzionale alla ddp applicata ai suoi estremi. Ovvero preso un filo conduttore, misurato il potenziale ai due estremi, nota la corrente e la resistenza del filo possiamo verificare che $V= Ri$.

3) Discussione del concetto di isolante e di conduttore e leggi di Kirchoff

Poiché in un conduttore le cariche sono libere di muoversi, ma esiste una forma di attrito (resistenza) che impedisce loro di assumere un'accelerazione costante, Kirchoff descrisse il comportamento delle resistenze in un circuito. Per prima cosa disse che la somma algebrica delle variazioni di potenziale elettrico lungo un percorso chiuso è zero, poi aggiunse che la somma delle correnti che entrano in un nodo è pari alla somma di quelle che escono. Un nodo, in un circuito chiuso è quel punto in cui il circuito si suddivide, andando in direzioni diverse, per poi ricongiungersi poco dopo. Con le sue leggi Kirchoff descrive il comportamento in serie e in parallelo delle resistenze in un circuito. Le resistenze in serie sono attraversate dalla stessa corrente, ma in base al tipo di resistenza sono a differenze di potenziale diverso. Le resistenze in parallelo invece si trovano alla stessa differenza di potenziale, ma non sono attraversate dalla stessa corrente poiché "la corrente che entra in un nodo è quella che esce".

4) Discutere il concetto di corrente elettrica e il suo legame con i fenomeni magnetici

La corrente elettrica è definita come la quantità di carica che passa nell'unità di tempo in una sezione del conduttore: $i = dq/dt$. Se le cariche sono libere di muoversi liberamente all'interno del materiale preso in considerazione parliamo di materiale CONDUTTORE, che permettendo la libera diffusione di cariche, permette anche una rapida diffusione del messaggio. Per il suo studio può essere modellizzata come un gas ideale, formato da particelle solide. Quando si parla di corrente elettrica dovremmo anche accennare al Potenziale, che è il rapporto tra la forza che lega due cariche e la carica posta nel punto dove calcoliamo questa grandezza. Per convenzione dunque la corrente elettrica ha un verso unitario, definito dalla direzione che hanno le cariche positive all'interno del conduttore. Sappiamo però che esistono due flussi di carica, quello delle cariche positive e quello delle cariche negative. Quelle positive si muovono verso potenziali decrescenti, mentre quelle negative verso potenziali in aumento. Sappiamo anche che una corrente elettrica può essere protagonista nel fenomeno di induzione magnetica e questo ci è spiegato dalla legge di Farady Newman, che descrive appunto il fenomeno dell'induzione elettromagnetica. Si consideri una spira di superficie S e un campo magnetico B . sappiamo che il flusso attraverso la spira è

Se il campo magnetico non è costante, possiamo verificare che per la legge di Faraday Newman

la variazione nel tempo del flusso del campo magnetico attraverso una spira produce una ddp indotta nella spira stessa. A sua volta la ddp produce un corrente che a sua volta produce un campo magnetico indotto che si oppone alla causa che lo ha prodotto. Sia ha un fenomeno di doppia induzione, dove un campo magnetico induce una corrente che a sua volta induce un altro campo magnetico.

5) Discutere le leggi di induzione elettromagnetica**6) Discutere il fenomeno di induzione elettromagnetica e la legge di Faraday-Lenz****7) Discutere le basi delle onde elettromagnetiche**

Dal fenomeno dell'induzione elettromagnetica sappiamo che un campo elettrico induce una corrente che a sua volta induce un campo magnetico. Quindi possiamo dire che una carica oscillante al vertice di una antenna produce un'onda elettromagnetica. Un'onda elettromagnetica è la propagazione di un campo elettrico e di un campo magnetico variabili ed accoppiati. Sono perpendicolari tra di loro e perpendicolare alla direzione di propagazione. Il primo fisico che studiò le onde magnetiche fu Maxwell che partendo dalle leggi dell'elettromagnetismo fu in grado di prevederle e di calcolarne la velocità nel vuoto mediante le costanti dell'elettromagnetismo

Poiché la sua legge andava contro alla relatività galileiana poiché non era propria di nessun sistema di riferimento, vennero suggerite diverse ipotesi di soluzione, ma all'inizio del 1900 si suppose che fosse la teoria dell'elettromagnetismo sbagliata. Vennero costruiti dei modelli sperimentali che permisero di fare accurate misure ed esperimenti che confermarono con altissima precisione (per l'epoca) la validità dell'elettromagnetismo.

8) Discutere il teorema di Gauss per i campi elettrici e quello per i campi magnetici

LUCE

1) Discutere le leggi della riflessione e rifrazione ottica tra due mezzi diversi

2) Discutere la legge di rifrazione dei raggi luminosi nello spettro del visibile

3) Discutere il principio di funzionamento delle fibre ottiche