

1. **Velocità media**: La velocità media di un oggetto è definita come il rapporto tra lo spostamento totale e il tempo totale impiegato per percorrerlo. È una grandezza scalare che non tiene conto della variazione della velocità durante il moto. Si calcola come: $v_{media} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$
- Velocità istantanea**: La velocità istantanea di un oggetto è la velocità in un determinato istante di tempo. È una grandezza vettoriale che dipende dalla variazione della posizione rispetto al tempo in un intervallo infinitesimo. Si può calcolare come il limite del rapporto tra lo spostamento e il tempo quando il tempo tende a zero: $v_{istantanea} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$

2. X

3. L'accelerazione di gravità, indicata con g , è l'accelerazione a cui sono soggetti gli oggetti in caduta libera sulla superficie terrestre a causa della forza gravitazionale esercitata dalla Terra. Questa accelerazione è **costante** in condizioni normali vicino alla superficie terrestre e indipendente dalla massa dell'oggetto. $g = 9.81 m/s^2$, $g = \frac{GM}{R^2}$.

4. Il **moto circolare uniforme** è un tipo di moto in cui un oggetto si muove lungo una **traiettoria circolare** con velocità di modulo **costante**. Anche se il valore della velocità non cambia, la direzione del vettore velocità cambia continuamente in quanto l'oggetto si muove lungo la circonferenza.

$$T = \frac{2\pi r}{v}, v = \frac{2\pi r}{T} = 2\pi r f, a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$$

5. $v(t) = v_x(t)\hat{i} + v_y(t)\hat{j}, \dots$

6. Leggi della dinamica di Newton:

- Principio di inerzia**: $\sum F = 0 \Rightarrow v = \text{costante}$
- Legge fondamentale della dinamica**: $\sum F = ma$
- Azione e reazione**: $F_{AB} = -F_{BA}$

7. Un sistema di riferimento è detto **inerziale** se, in esso, un corpo non soggetto a forze esterne (o su cui agiscono forze che si bilanciano) rimane in quiete o si muove di moto rettilineo uniforme.

In altre parole, un sistema di riferimento inerziale è quello in cui è valida la **prima legge della dinamica** (principio di inerzia).

8. La **legge di gravitazione universale** formulata da Isaac Newton descrive l'interazione gravitazionale tra due corpi dotati di massa. Questa legge afferma che **ogni particella dotata di massa nell'universo attrae ogni altra particella con una forza direttamente proporzionale al prodotto delle loro masse e inversamente proporzionale al quadrato della loro distanza**.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

9. **Massa**: quantità di materia in esso contenuta.

Peso: la forza gravitazionale esercitata su un corpo da parte di un altro corpo.

10. $F_c = m \cdot \frac{v^2}{r}$

11. L'**attrito** è una forza che si oppone al movimento relativo tra due superfici a contatto. Esistono diversi tipi di attrito, ma i principali sono:

- Attrito statico**: L'attrito che si verifica tra due superfici che non scivolano l'una sull'altra. La sua intensità è variabile e si adatta per mantenere il corpo in equilibrio, fino a un massimo che si chiama **forza di attrito statico massima** $F_{statico\ max}$, che può essere descritta da: $F_{statico\ max} = \mu_s N$
- Attrito dinamico** (o cinetico): Si verifica quando le superfici sono in movimento relativo. La forza di attrito dinamico è generalmente inferiore rispetto a quella statica e viene descritta dalla formula: $F_{dinamico} = \mu_K N$

12. Il **lavoro** (L) compiuto da una forza è una misura dell'energia trasferita da una forza che agisce su un corpo mentre questo si sposta. Il lavoro è definito come il prodotto scalare tra la forza e lo spostamento del corpo. La formula generale per il lavoro di una forza costante è:

$$L = \vec{F} \cdot \vec{d} = F \cdot d \cdot \cos \theta$$

13. $L = \Delta E_k = E_{k,f} - E_{k,i}$

14. L'**energia potenziale gravitazionale** è l'energia che un oggetto possiede a causa della sua posizione in un campo gravitazionale. In altre parole, è l'energia immagazzinata in un corpo a causa della sua elevazione rispetto alla superficie terrestre o rispetto ad un altro corpo che esercita una forza gravitazionale.

$$U = mgh$$

15. Il principio di **conservazione dell'energia meccanica totale** afferma che, in un sistema fisico isolato, dove non agiscono forze esterne non conservative (come l'attrito o la resistenza dell'aria), l'energia meccanica totale si conserva nel tempo. Questo significa che la somma dell'**energia cinetica** e dell'**energia potenziale** di un corpo rimane costante durante il moto.

$$E = K + U$$

16. X

17. La **potenza** è una grandezza fisica che misura il **tasso di lavoro svolto** o il **tasso di trasferimento di energia** in un determinato intervallo di tempo. In altre parole, rappresenta la quantità di lavoro fatto (o di energia trasferita) in un'unità di tempo. $P = \frac{L}{\Delta t}$

- La **potenza media** si riferisce alla potenza calcolata su un intervallo di tempo finito. È la **media** del tasso di lavoro compiuto in un determinato intervallo di tempo Δt . In altre parole, la potenza media è il lavoro totale compiuto diviso per il tempo totale in cui quel lavoro è stato eseguito.

$$P_{media} = \frac{\Delta L}{\Delta t}$$

- La **potenza istantanea** è la potenza in un preciso istante di tempo. Essa descrive il **tasso di variazione del lavoro** (o dell'energia) in un momento specifico. La potenza istantanea è una grandezza che può cambiare continuamente, in quanto dipende dalla velocità e dalla forza al momento in questione.

$$P = Fv \cos \theta$$

18. La **legge di Coulomb** descrive l'intensità della forza elettrica che agisce tra due cariche puntiformi. La legge afferma che:

$$F = k_e \frac{|q_1 q_2|}{r^2}$$

19. Le **linee di campo elettrico** rappresentano la direzione e il verso del campo elettrico in ogni punto dello spazio. Esse sono un concetto visuale utile per comprendere come il campo elettrico si distribuisce attorno a una carica. Le linee di campo hanno le seguenti caratteristiche:

- Partono dalle cariche positive** e **arrivano verso le cariche negative**. In altre parole, le linee di campo si dirigono sempre lontano da una carica positiva e verso una carica negativa.

2. Le linee di campo **non si intersecano mai**.

3. La densità delle linee di campo (cioè la distanza tra le linee) è proporzionale all'intensità del campo elettrico: più linee sono vicine, più il campo elettrico è forte.

4. Le linee di campo sono sempre **perpendicolari** alla superficie di un conduttore carico.

20. Il **teorema di Gauss**, o **legge di Gauss**, è una formulazione fondamentale dell'elettrostatica che mette in relazione il **flusso del campo elettrico** attraverso una superficie chiusa con la carica elettrica totale racchiusa all'interno di quella superficie. Il teorema afferma che:

$$\Phi_E = \frac{Q_{inside}}{\epsilon_0}$$

21. Le **superfici equipotenziali** sono superfici nello spazio in cui il **potenziale elettrico** è costante. In altre parole, in ogni punto di una superficie equipotenziale, il valore del potenziale elettrico è lo stesso. Queste superfici rappresentano aree in cui non si compie lavoro per spostare una carica di test, poiché la differenza di potenziale tra due punti della superficie è nulla.

1. **Perpendicolarità tra il campo elettrico e le superfici equipotenziali**.

2. La direzione del campo elettrico in un punto è sempre orientata dal **potenziale più alto** verso il **potenziale più basso**.

22. X

23. L'energia immagazzinata in un condensatore può essere calcolata usando diverse formule, che dipendono dalle grandezze note. Esistono vari modi per esprimere l'energia, ma la forma più comune è la seguente:

$$U = \frac{1}{2} CV^2$$

24. La **legge di Ohm** descrive la relazione tra la corrente elettrica che attraversa un conduttore, la differenza di potenziale applicata ai suoi estremi e la resistenza del conduttore. La legge è espressa dalla seguente formula:

$$V = I \cdot R$$

25. X

26. Quando una **carica elettrica** si muove in un **campo magnetico**, essa sperimenta una forza chiamata **forza di Lorentz**, che agisce sulla carica in modo perpendicolare sia alla velocità della carica che alla direzione del campo magnetico.

$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$$

27. X

28. La **legge della circuitazione di Ampère** afferma che l'integrale del campo magnetico \vec{B} una curva chiusa è proporzionale alla corrente che attraversa la superficie delimitata dalla curva. Si esprime come:

$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I$$

29. L'unità di misura dell'**ampere** (A), è definita operativamente come la corrente costante che, se mantenuta in due conduttori paralleli, di lunghezza infinita e posti a una distanza di 1 metro l'uno dall'altro nel vuoto, genera una forza tra di essi pari a:

$$2 \times 10^{-7} \frac{N}{m}$$

30. La **legge di Faraday-Neumann-Lenz** descrive il fenomeno dell'induzione elettromagnetica, che si verifica quando un campo magnetico variabile nel tempo induce una corrente elettrica in un circuito chiuso. La legge si enuncia come segue: ϵ : forza elettromotrice(f.e.m):

$$\epsilon = - \frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t}$$

31. Le **onde elettromagnetiche** sono onde che si propagano nel vuoto o in un mezzo materiale e sono composte da campi elettrici e magnetici che oscillano perpendicolarmente tra loro e perpendicolarmente alla direzione di propagazione dell'onda. Le principali caratteristiche delle onde elettromagnetiche sono:

1. **Natura trasversale**: Le onde elettromagnetiche sono onde trasversali, il che significa che le vibrazioni dei campi elettrici e magnetici avvengono perpendicolarmente alla direzione di propagazione dell'onda. Il campo elettrico oscilla in una direzione e il campo magnetico in una direzione perpendicolare a quella del campo elettrico e della direzione di propagazione.

2. **Velocità di propagazione**: La velocità di propagazione di un'onda elettromagnetica nel vuoto è una costante universale ed è pari alla velocità della luce, indicata con c , che è circa: $c \approx 3 \times 10^8 m/s$.

3. **Frequenza e lunghezza d'onda**: Le onde elettromagnetiche sono caratterizzate dalla loro **frequenza** (f) e dalla **lunghezza d'onda** (λ), che sono inversamente proporzionali tra loro. La relazione che lega questi due parametri è: $c = f\lambda$

4. **Spettro elettromagnetico**: Le onde elettromagnetiche coprono un ampio intervallo di frequenze e lunghezze d'onda, formando lo **spettro elettromagnetico**.

32. La legge di Ampère-Maxwell afferma che il **campo magnetico** in un punto è causato dalla **corrente elettrica** che passa attraverso quella regione e dalla **variazione temporale** di un campo elettrico. La prima parte della legge, $\mu_0 \vec{J}$, è identica alla legge di Ampère e descrive come una corrente elettrica stabile (come quella che scorre in un filo) crea un campo magnetico attorno a sé. La seconda parte, $\mu_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$, aggiunge una nuova componente, indicando che anche un **campo elettrico variabile nel tempo** genera un campo magnetico, anche in assenza di correnti elettriche.

$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \left(I + \epsilon_0 \frac{\Delta \Phi_E}{\Delta t} \right)$$

33. Le **onde elettromagnetiche** sono oscillazioni di campi elettrici e magnetici che si propagano nello spazio. Esse non necessitano di un mezzo materiale per propagarsi e possono viaggiare anche nel vuoto. Questo tipo di onda è la base di molti fenomeni fisici e tecnologie moderne, come la luce visibile, le microonde, le onde radio e i raggi X.

Come sono state confermate sperimentalmente le Onde Elettromagnetiche da Hertz: Hertz utilizzò un **oscillatore elettrico** per produrre onde elettromagnetiche. Il dispositivo era costituito da un circuito oscillante che creava una **scarica elettrica ad alta frequenza** tra due elettrodi separati, generando onde elettromagnetiche.

1. **Generazione delle onde:** L'oscillatore elettrico consisteva in un circuito risonante che, quando eccitato, emetteva onde elettromagnetiche. La scarica elettrica tra due elettrodi, separati da un piccolo spazio, generava onde elettromagnetiche in un determinato intervallo di frequenze.
2. **Rilevazione delle onde:** Hertz ha posizionato un altro **ricevitore a distanza** dall'oscillatore, un dispositivo che era in grado di rilevare le onde elettromagnetiche, costituito da una **piccola scintilla** in un circuito simile a quello dell'oscillatore. Quando l'onda elettromagnetica proveniente dall'oscillatore raggiungeva il ricevitore, si verificava una piccola scarica nella scintilla, indicando che l'onda era stata ricevuta.
3. **Conferma della teoria:** Hertz ha dimostrato che le onde elettromagnetiche si propagano nello spazio vuoto e che si comportano esattamente come le onde di luce. Per esempio:
 - Le onde elettromagnetiche mostravano fenomeni come la **riflessione**, la **rifrazione** e la **diffrazione**, proprio come le onde luminose.
 - La velocità di propagazione delle onde elettromagnetiche, misurata nel suo esperimento, coincideva con la velocità della luce, confermando che si trattava di onde elettromagnetiche.
34. Lo **spettro elettromagnetico** rappresenta l'intera gamma di onde elettromagnetiche, ordinate in base alla loro **lunghezza d'onda** (o **frequenza**). Ogni tipo di onda nell'intero spettro elettromagnetico si differenzia per la lunghezza d'onda e la frequenza, ma tutte condividono le stesse proprietà fondamentali, come la velocità di propagazione nel vuoto. Lo spettro elettromagnetico è generalmente diviso in diverse **regioni** che coprono un ampio intervallo di lunghezze d'onda, ciascuna delle quali ha applicazioni e caratteristiche specifiche.
35. Il **modello atomico di Rutherford** (1911) descrive l'atomo come composto da un **nucleo centrale**, carico positivamente, e da **elettroni** che si muovono attorno ad esso. Questo modello derivò dall'esperimento di **scattering di particelle alfa**, che mostrò che la maggior parte dell'atomo è vuota, con il nucleo che concentra quasi tutta la massa e la carica positiva. Tuttavia, il modello di Rutherford aveva **limiti significativi**:
 1. Non spiegava la **stabilità** dell'atomo, poiché secondo la teoria classica gli elettroni in orbita dovrebbero emettere radiazione e spiraleggiare verso il nucleo.
 2. Non giustificava il **tipo di spettro di emissione** osservato dagli atomi (discontinuo invece di continuo).
 3. Non indicava una forza che mantenesse stabile la posizione degli elettroni attorno al nucleo.
36. L'**effetto fotoelettrico** è il fenomeno in cui gli **elettroni** vengono emessi da una superficie metallica quando essa è illuminata da luce. L'emissione avviene solo se la luce ha una **frequenza minima** e l'energia degli elettroni emessi dipende dalla **frequenza** della luce, non dalla sua intensità. Albert **Einstein** spiegò l'effetto fotoelettrico usando la teoria quantistica, proponendo che la luce sia composta da **fotoni**, ciascuno con energia proporzionale alla sua **frequenza** ($E = h \cdot f$). Se la frequenza della luce è troppo bassa, gli elettroni non vengono emessi, anche se l'intensità è alta. Questa spiegazione fu cruciale per lo sviluppo della **meccanica quantistica** e per la comprensione del **dualismo onda-particella** della luce.
37. La **quantizzazione dell'energia** negli spettri di emissione atomici implica che gli atomi possono **assumere solo valori discreti** di energia. In altre parole, un atomo non può avere un'energia qualsiasi, ma solo determinate energie, che corrispondono a livelli energetici specifici e ben definiti. Quando un atomo assorbe o emette **radiazione elettromagnetica**, l'energia del fotone deve corrispondere alla **differenza di energia** tra due livelli energetici discreti dell'atomo. Questo fenomeno è alla base degli **spettri di emissione** osservati, nei quali vediamo delle **linee spettrali** corrispondenti a transizioni tra livelli energetici specifici.
38. Il **modello atomico di Bohr** (1913) descrive l'atomo di idrogeno e introduce l'idea che gli elettroni si muovano su orbite **quantizzate**, cioè orbite stazionarie con energie discrete. I principali postulati sono:
 1. **Orbite stazionarie:** Gli elettroni si muovono su orbite specifiche senza emettere radiazione.
 2. **Quantizzazione dell'energia:** L'energia di un elettrone è quantizzata e dipende dal raggio dell'orbita.
 3. **Momento angolare quantizzato:** Il momento angolare dell'elettrone è un multiplo intero di \hbar .
 4. **Transizioni energetiche:** Quando un elettrone salta da un'orbita a un'altra, emette o assorbe fotoni con energia uguale alla differenza tra le energie delle orbite.
39. Le **proprietà elettriche dei materiali** dipendono dalla loro **struttura a bande**, che descrive la disposizione degli stati elettronici in un materiale. La struttura a bande si suddivide principalmente in **banda di valenza** e **banda di conduzione**, separate da un **gap energetico** (band gap).
 1. **Conduttori** (es. metalli):
 - Gli elettroni nella banda di valenza sono **liberi di muoversi** nella banda di conduzione, anche a temperatura ambiente.
 - La banda di valenza e la banda di conduzione si sovrappongono o sono molto vicine, quindi gli elettroni possono facilmente condurre elettricità.
 2. **Isolanti:**
 - Gli elettroni nella banda di valenza sono separati dalla banda di conduzione da un **ampio band gap**.
 - Gli elettroni non possono facilmente passare nella banda di conduzione, quindi non conducono elettricità a temperatura ambiente.
 3. **Semiconduttori** (es. silicio):
 - Il **band gap** è **piccolo**, quindi a temperatura elevata o con l'aggiunta di energia (come nel doping), gli elettroni possono saltare dalla banda di valenza alla banda di conduzione.
 - I semiconduttori conducono l'elettricità solo in condizioni particolari (temperatura alta, luce, doping).
 4. **Superconduttori:**
 - A temperature molto basse, alcuni materiali mostrano la proprietà di **superconduttività**, dove la resistenza elettrica diventa zero. Questo è dovuto alla formazione di coppie di elettroni (coppie di Cooper) che si muovono senza resistenza.
40. **Drogaggio:**

Il **drogaggio** è un processo che consiste nell'introdurre piccole quantità di **impurità** (atomi di altri elementi) in un semiconduttore per modificarne le sue proprietà elettriche. Questo processo è cruciale per la creazione di dispositivi elettronici come transistor, diodi e circuiti integrati. Il drogaggio modifica la **concentrazione di portatori di carica** (elettroni e "buchi") nel materiale, migliorando la sua capacità di condurre elettricità. Esistono due tipi principali di drogaggio:
1. **Drogaggio di tipo n (n-type):**
 - Si aggiungono atomi **donatori** (ad esempio, fosforo o arsenico) al semiconduttore di tipo **silicio**.
 - Gli atomi donatori hanno **5 elettroni di valenza** (contro i 4 del silicio) e, quindi, cedono uno degli elettroni in eccesso alla banda di conduzione.
 - Questo **aumenta la concentrazione di elettroni liberi** nel materiale, rendendolo **più conduttivo**.
 - Il **semiconduttore drogato di tipo n** ha quindi una **maggiore concentrazione di portatori negativi** (elettroni).
2. **Drogaggio di tipo p (p-type):**
 - Si aggiungono atomi **accettori** (ad esempio, boro) che hanno solo **3 elettroni di valenza** (meno di 4, come il silicio).

- Poiché manca un elettrone nella struttura atomica, si formano delle "buchi" nella banda di valenza, che si comportano come **portatori di carica positiva**.

- Questi "buchi" possono muoversi attraverso il materiale come se fossero cariche positive.

- Il **semiconduttore** drogato di tipo p ha quindi una **maggiore concentrazione di portatori positivi** (buchi).

Effetti del drogaggio:

- **Drogaggio di tipo n:** Aumenta la conduttività del semiconduttore aggiungendo più elettroni liberi.
- **Drogaggio di tipo p:** Aggiunge "buchi", migliorando la conduttività attraverso il movimento dei portatori di carica positiva.

In entrambi i casi, il drogaggio consente di **controllare la densità dei portatori di carica** nel semiconduttore, permettendo di progettare dispositivi elettronici con le proprietà desiderate.

Utilizzo pratico:

Il drogaggio di tipo n e p è alla base della **realizzazione dei giunzioni p-n**, che sono cruciali per il funzionamento di molti dispositivi elettronici, come i **diodi**, i **transistor** e le **celle solari**. La **giunzione p-n** forma una regione in cui gli elettroni si combinano con i "buchi", creando una **barriera di potenziale** che consente di controllare il flusso di corrente in modo unidirezionale.