

Prof.ing. Francesco Serafini

QUIZ DI FISICA

Semestre filtro di medicina

Nuova edizione
SYLLABUS 2026

ESTRATTO DIMOSTRATIVO

Questo documento è un estratto dal libro ad uso dimostrativo.
Per ciascuna U.D. sono presentati tre quiz completi



Logica
Test

L'autore

Francesco Serafini dopo la maturità classica si è laureato con lode in ingegneria chimica a ventitré anni.

Dopo cinque anni di esperienza nell'industria chimica si è dedicato alla formazione. Docente nelle scuole superiori, si occupa di preparazione al superamento dei test di ammissione alle facoltà a numero chiuso. Ha coordinato oltre cinquanta corsi seguendo più di mille studenti. Durante questa esperienza ha messo a punto un metodo personale di formazione particolarmente efficace.

Ha scritto la presente raccolta di quiz in collaborazione con Logica Test.

A norma di legge è vietata la riproduzione, anche parziale, del presente volume e di parte di esso con qualsiasi mezzo senza l'autorizzazione scritta dell'autore.

prof.ing. Francesco Serafini

SEMESTRE FILTRO - QUIZ DI FISICA

Tutti i diritti riservati

È vietata la riproduzione anche parziale

Il successo inizia dalle scelte

NOTA SULL'ESTRATTO DIMOSTRATIVO

Questo estratto riproduce l'impostazione del volume completo. Per ogni sezione delle varie Unità Didattiche sono stati mantenuti tre quesiti con le relative spiegazioni. La tabella delle risposte resta completa e, accanto a ciascun numero, indica sinteticamente l'argomento trattato dagli altri quiz presenti nel libro.

Le tabelle complete permettono quindi di valutare l'ampiezza e l'organizzazione dell'opera, mentre i quesiti riportati consentono di verificarne concretamente il livello e la qualità delle spiegazioni.

Per consultare o acquistare il volume completo vai su: <https://amzn.eu/d/0hy83OAj>

Introduzione

Questo libro nasce con un obiettivo preciso: offrire agli studenti del primo semestre delle facoltà di Medicina, Odontoiatria e Veterinaria – il cosiddetto *semestre filtro* – uno strumento aggiornato, mirato ed efficace per affrontare l'esame di Fisica, una delle prove più selettive e temute.

Avevamo già pubblicato un libro di quiz che si basava sul syllabus 2025. Per il 2026 il Ministero dell'Università e della Ricerca ha apportato alcune modifiche. Molti argomenti già trattati sono stati ricollocati all'interno delle diverse unità didattiche, mentre altri sono stati eliminati.

I quesiti proposti nel presente volume derivano in larga parte dalla precedente raccolta, ma sono stati accuratamente riordinati per seguire la struttura del nuovo syllabus 2026.

La selezione dei quesiti è stata effettuata con l'obiettivo di offrire un ventaglio ampio e articolato di contenuti, capace di coprire tutte le possibili tipologie di domanda. Ogni quiz è stato formulato e valutato in modo da garantire un livello di difficoltà adeguato a una prova universitaria.

I quiz sono organizzati per argomenti e seguono fedelmente la scansione del programma, così da consentire allo studente di monitorare la propria preparazione in modo ordinato e sistematico. Alcuni quesiti risulteranno più semplici, altri più impegnativi: è una differenza naturale e necessaria per verificare sia l'acquisizione delle conoscenze fondamentali sia la capacità di applicarle in situazioni più complesse.

Lo studente che intende prepararsi adeguatamente all'esame di Fisica del semestre filtro dovrà affrontare tutti gli argomenti, nessuno escluso. Solo attraverso uno studio completo e rigoroso la preparazione potrà dirsi solida e tale da consentire di affrontare con successo la prova.

Il valore di questa raccolta non risiede soltanto nell'accurata costruzione dei quiz, ma anche nelle **ampie spiegazioni** che li accompagnano, concepite per offrire un concreto supporto allo studio. Quando lo studente commette un errore o non riesce a rispondere a un quesito, può consultare la relativa spiegazione, recuperare i concetti teorici necessari e colmare le eventuali lacune nella propria preparazione.

Buon lavoro!

Francesco Serafini

UNITÀ DIDATTICA 1. Introduzione ai metodi della fisica**(impegno didattico valutato in CFU= 0.2, di cui almeno il 20% dedicato ad esercitazioni)**

- 1.1 Interpretare elementi di base di matematica e fisica (grafici e formule). Risolvere operazioni tra vettori; eseguire conversioni tra unità di misura:
- 1.2 Notazione scientifica.
- 1.3 Grandezze fisiche, dimensione ed unità di misura, Sistema Internazionale delle unità di misura. Conversioni tra unità di misura e stima ordine di grandezza. Grandezze estensive ed intensive. Grandezze scalari e vettoriali.
- 1.4 Funzioni trigonometriche elementari.
- 1.5 Vettori: definizione, componenti, operazioni (*esempi*: somma, differenza, prodotto scalare e prodotto vettoriale).

UNITÀ DIDATTICA 2. Meccanica**(impegno didattico valutato in CFU= 1.4, di cui almeno il 25% dedicato ad esercitazioni)**

- 2.1 Cinematica del punto materiale: definizione di posizione e spostamento nel tempo. Concetto di traiettoria e legge oraria. Velocità media e velocità istantanea, accelerazione media e accelerazione istantanea. Studio dei moti rettilinei e curvilinei, con esempi significativi: moto rettilineo uniforme, moto uniformemente accelerato, caduta libera, moto parabolico. Moto circolare uniforme e accelerazione centripeta.
- 2.2 Dinamica del punto materiale: analisi delle interazioni tra corpi e formulazione dei tre principi della dinamica. Significato fisico del principio di inerzia e condizioni per l'equilibrio statico (prima legge). Legame tra forza risultante e accelerazione (seconda legge). Azione e reazione tra corpi in interazione (terza legge). Applicazione ai concetti di equilibrio traslazionale. Definizione di forza e principali esempi: forza peso, forza gravitazionale, forze di contatto e forza di attrito (statico e dinamico), tensione, forze elastiche e legge di Hooke per molle ideali.
- 2.3 Lavoro ed energia: concetto di lavoro meccanico come effetto di una forza applicata su un corpo. Definizione di potenza e relazione con il lavoro svolto in un intervallo di tempo. Teorema dell'energia cinetica. Lavoro e confronto tra forze conservative e forze non conservative. Definizione di energia potenziale. Esempi: energia potenziale gravitazionale ed energia potenziale elastica. Energia meccanica come somma di energia cinetica ed energia potenziale. Teorema di conservazione dell'energia meccanica nei sistemi ideali.
- 2.4 Quantità di moto: introduzione al concetto di quantità di moto e di impulso. Principio di conservazione della quantità di moto nei sistemi isolati.
- 2.5 Sistemi di corpi: definizione di centro di massa e descrizione del suo moto. Caratteristiche del corpo rigido. Momento torcente e condizioni per l'equilibrio rotazionale. Leve nel corpo umano.

UNITÀ DIDATTICA 3. Meccanica dei fluidi**(impegno didattico valutato in CFU= 1.2, di cui almeno il 25% dedicato ad esercitazioni)**

- 3.1 Stati di aggregazione della materia: caratteristiche fondamentali dei fluidi rispetto ai solidi. Definizione di pressione e densità e loro ruolo nel comportamento statico e dinamico dei fluidi.
- 3.2 Leggi dell'idrostatica: legge di Stevino per la pressione nei liquidi in funzione della profondità; principio di Pascal per la trasmissione della pressione nei fluidi incompressibili; principio di Archimede per la spinta che un fluido esercita su un corpo immerso. Analisi delle condizioni di galleggiamento. Strumenti e metodi per la misura della pressione (esperimento di Torricelli, manometro).
- 3.3 Fluidi in movimento (idrodinamica): concetti di flusso e portata, distinzione tra moto stazionario e turbolento, con attenzione particolare al moto laminare. Equazione di continuità e conservazione della massa nei fluidi ideali. Teorema di Bernoulli e applicazioni alla circolazione sanguigna (stenosi e aneurisma).
- 3.4 Fluidi reali e viscosità: analisi del moto laminare, profilo parabolico della velocità, concetto di gradiente di velocità. Legge di Poiseuille e resistenze idrauliche in serie e in parallelo.
- 3.5 Fenomeni di superficie: tensione superficiale e suoi effetti su piccole quantità di liquido. Fenomeni di capillarità e comportamento delle interfacce fluide, sia piane che curve. Pressione di curvatura e sua descrizione qualitativa mediante la legge di Laplace.

UNITÀ DIDATTICA 4. Onde meccaniche**(impegno didattico valutato in CFU= 0.4, di cui almeno il 20% dedicato ad esercitazioni)**

- 4.1 Onde meccaniche: introduzione alla natura delle onde meccaniche come fenomeni di propagazione di energia e perturbazione attraverso un mezzo materiale. Concetto di oscillatore armonico come modello base di generazione di onde. Definizione di frequenza, periodo, pulsazione e lunghezza d'onda. Velocità di propagazione delle onde e relazione tra i parametri ondulatori. Equazione di propagazione per onde armoniche semplici. Esempi di onde monodimensionali: onde trasversali su una corda e onde longitudinali, come quelle sonore nei fluidi.
- 4.2 Principi di sovrapposizione e interferenza.
- 4.3 Energia trasportata dalle onde: concetto di energia associata a un'onda meccanica. Potenza trasportata da un'onda in un mezzo elastico. Intensità dell'onda come quantità fisica misurabile, legata all'energia trasportata per unità di area e di tempo. Legge dell'inverso del quadrato della distanza.
- 4.4 Onde acustiche: propagazione del suono nei diversi mezzi materiali, con particolare attenzione alla velocità del suono. Relazione tra intensità acustica e percezione sonora. Definizione di livello di intensità sonora in decibel.
- 4.5 Effetto Doppler: descrizione qualitativa.

UNITÀ DIDATTICA 5. Termodinamica**(impegno didattico valutato in CFU= 1, di cui almeno il 30% dedicato ad esercitazioni)**

- 5.1 Concetti fondamentali: definizione di sistema e ambiente. Variabili termodinamiche (pressione, volume, temperatura) e stato termodinamico. Funzioni di stato. Temperatura e sue scale di misura. Gas perfetti ed equazione di stato.
- 5.2 Calore e capacità termica: scambi di energia sotto forma di calore. Definizione di capacità termica e calore specifico, con riferimento ai gas ideali. Fenomeni di cambiamento di stato fisico (fusione, evaporazione, condensazione), calore latente. Calorimetria.
- 5.3 Meccanismi di trasmissione del calore: conduzione termica, convezione e irraggiamento.
- 5.4 Primo principio della termodinamica: definizione e significato fisico. Energia interna, calore e lavoro. Applicazione del primo principio alle trasformazioni termodinamiche. Trasformazioni reversibili e irreversibili. Trasformazioni canoniche nei gas ideali: isoterma, isocora, isobara, adiabatica, con confronto qualitativo dei comportamenti.
- 5.5 Secondo principio della termodinamica: enunciati fondamentali e concetto di irreversibilità. Cicli termodinamici: definizione e funzionamento. Macchine termiche, rendimento, ciclo di Carnot. Entropia come funzione di stato, implicazioni macroscopiche e interpretazione statistica. Legame tra variazione dell'entropia e direzione naturale dei processi termodinamici.

UNITÀ DIDATTICA 6. Elettricità e magnetismo**(impegno didattico valutato in CFU= 1.2, di cui almeno il 30% dedicato ad esercitazioni)**

- 6.1 Carica elettrica e interazioni: proprietà fondamentali della carica elettrica, unità di misura, conservazione della carica. Interazione tra cariche puntiformi e legge di Coulomb. Definizione di campo elettrico e rappresentazione tramite linee di forza. Campo generato da una carica puntiforme o da una distribuzione di più cariche puntiformi. Moto di una carica in un campo elettrico uniforme.
- 6.2 Energia e potenziale elettrico: energia potenziale associata a una distribuzione di cariche. Definizione di potenziale elettrico e differenza di potenziale. Conservazione dell'energia per una carica in movimento in un campo elettrico.
- 6.3 Conduttori e dielettrici (isolanti): descrizione qualitativa dei fenomeni di induzione elettrostatica e di polarizzazione.
- 6.4 Corrente elettrica: corrente continua, intensità di corrente, generatore elettrico ideale e differenza di potenziale applicata. Conduzione nei conduttori ohmici. Leggi di Ohm, resistenza e resistività dei materiali. Potenza elettrica dissipata per effetto Joule. Combinazione di resistenze in serie e in parallelo.
- 6.5 Capacità e condensatori: concetto di capacità elettrica. Capacità del condensatore piano, effetto della presenza di un dielettrico. Energia immagazzinata in un condensatore carico. Collegamenti di condensatori in serie e in parallelo.
- 6.6 Campo magnetico: origine del campo magnetico dalle correnti elettriche (Esperimento di Oerstedt). Forza di Lorentz su una carica in moto e su un filo percorso da corrente. Moto circolare di una carica elettrica in un campo magnetico uniforme.
- 6.7 Induzione elettromagnetica: variazione del flusso magnetico e generazione di forza elettromotrice. Legge di Faraday-Neumann-Lenz. Correnti indotte e loro verso.

UNITÀ DIDATTICA 7. Fisica delle radiazioni

(impegno didattico valutato in CFU= 0.6, di cui almeno il 20% dedicato ad esercitazioni)

- 7.1 Radiazione elettromagnetica: natura ondulatoria delle onde elettromagnetiche come combinazione di campi elettrici e magnetici oscillanti perpendicolari tra loro; caratteristiche fondamentali (lunghezza d'onda, frequenza, velocità di propagazione, ampiezza e intensità dell'onda).
- 7.2 Spettro della radiazione elettromagnetica: suddivisione dello spettro in regioni (onde radio, microonde, infrarosso, luce visibile, ultravioletto, raggi X, raggi gamma), ordine crescente di frequenza e decrescente di lunghezza d'onda.
- 7.3 Quantizzazione dell'energia: concetto di fotone come quanto di energia associato alla radiazione; relazione tra energia del fotone e frequenza.
- 7.4 Assorbimento della radiazione elettromagnetica (legge di Lambert-Beer).
- 7.5 Radioattività e decadimenti radioattivi: definizione di nucleo instabile, concetto di isotopi radioattivi. Attività e legge del decadimento radioattivo, emivita. Tipi principali di decadimento (alfa, beta, gamma) e trasformazioni nucleari associate.
- 7.6 Radiazioni elettromagnetiche ionizzanti e non ionizzanti: distinzione basata sull'energia trasportata dalla radiazione rispetto all'energia di ionizzazione degli atomi. Esempi di radiazioni non ionizzanti (onde radio, microonde, infrarosso) e ionizzanti (raggi X, raggi gamma).
- 7.7 Ottica: leggi della riflessione e della rifrazione della luce, concetto di indice di rifrazione. Legge dei punti coniugati per le lenti convergenti sottili e formazione delle immagini.

Unità didattica 1 - Introduzione ai metodi della fisica

1.3 Grandezze fisiche, dimensione ed unità di misura, Sistema Internazionale delle unità di misura. Conversioni tra unità di misura e stima ordine di grandezza. Grandezze estensive ed intensive. Grandezze scalari e vettoriali.

1.5 Vettori: definizione, componenti, operazioni (*esempi*: somma, differenza, prodotto scalare e prodotto vettoriale).

1. Qual è l'unità del Sistema Internazionale per la pressione e quale relazione corretta la definisce in termini di unità fondamentali?
- A) pascal; $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$
 - B) pascal; $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$
 - C) newton; $1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$
 - D) atmosfera; $1 \text{ atm} = 1 \text{ N/m}^2$
 - E) joule; $1 \text{ J} = 1 \text{ N/m}^2$
13. Quale tra le seguenti affermazioni è corretta riguardo al radiante?
- A) È adimensionale perché è il rapporto tra due lunghezze
 - B) È un'unità derivata ma con dimensione fisica diversa da 1
 - C) È un'unità fondamentale del SI
 - D) Non può essere usato in funzioni trigonometriche
 - E) È equivalente a 180°
30. Il prodotto vettoriale tra due vettori restituisce un vettore perpendicolare al piano dei due vettori, secondo la regola della mano _____.

Altri quiz nel [volume completo](#)

Quiz	Tipo	Risposta corretta	Quiz	Tipo	Risposta corretta
1	Risposta multipla	B	18	Unità di misura	
2	Analisi dimensionale		19	Grandezze vettoriali	
3	Grandezze fisiche e vettori		20	Grandezze fisiche e vettori	
4	Unità di misura		21	Vettori	
5	Spostamento		22	Principio di inerzia	
6	Lavoro meccanico		23	Grandezze fisiche e vettori	
7	Vettori		24	Grandezze fisiche e vettori	
8	Vettori		25	Unità di misura	
9	Grandezze scalari e vettoriali		26	Grandezze fisiche e vettori	
10	Vettori		27	Grandezze fisiche e vettori	
11	Vettori		28	Grandezze fisiche e vettori	
12	Grandezze fisiche e vettori		29	Grandezze scalari e vettoriali	
13	Risposta multipla	A	30	Completamento	DESTRA
14	Grandezze fisiche e vettori		31	Grandezze fisiche e vettori	
15	Densità				
16	Energia cinetica				
17	Analisi dimensionale				

Spiegazione dei quiz

Quiz 1 – Risposta B

Nel Sistema Internazionale la pressione si misura in pascal. Per definizione, la pressione è la forza distribuita su una superficie: quindi si ottiene dividendo una forza per un'area. $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$

Questa relazione è molto utile perché permette di controllare immediatamente la coerenza dimensionale nelle formule della meccanica dei fluidi e della termodinamica.

Perché le altre risposte sono errate:

A: Qui compare un prodotto $\text{N} \cdot \text{m}$ che è lavoro-energia (joule), non pressione.

C: La relazione proposta è corretta, ma definisce il newton (unità di forza), non il pascal.

D: L'atmosfera non è un'unità SI; inoltre 1 atm vale circa $1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$, non 1 N/m^2 .

E: Il joule è un'unità di energia; N/m^2 è pressione, non energia.

Quiz 13 – Risposta A

Il radiante è definito come rapporto tra la lunghezza dell'arco s e il raggio r di una circonferenza. Essendo un rapporto tra due lunghezze, è un numero puro adimensionale.

$$\theta (\text{rad}) = s/r$$

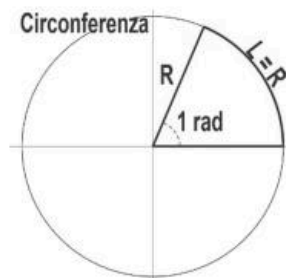
In fisica e in matematica l'uso dei radianti è essenziale, perché molte formule (per esempio quelle delle derivate delle funzioni trigonometriche) valgono in modo semplice solo se l'angolo è espresso in radianti.

Per convertire la misura di un angolo tra radianti e gradi si usa la relazione:

$$\alpha_{\text{gradi}}: 360 = \alpha_{\text{rad}}: 2\pi$$

Gradi	Radiani
0°	0
30°	$\pi/6$
45°	$\pi/4$
60°	$\pi/3$
90°	$\pi/2$

Gradi	Radiani
0°	0
90°	$\pi/2$
180°	π
270°	$3\pi/2$
360°	2π



Perché le altre risposte sono errate:

B: È considerato un'unità derivata adimensionale: non introduce una nuova dimensione fisica.

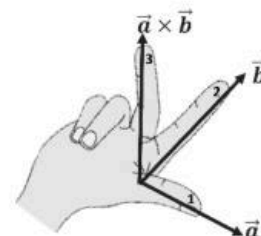
C: Non è una delle sette unità fondamentali del SI.

D: È proprio l'opposto: le funzioni trigonometriche, in ambito scientifico, si usano normalmente in radianti.

E: 180° corrispondono a π radianti, non a 1 radiante.

Quiz 30 – Risposta DESTRA

Per stabilire il verso del prodotto vettoriale si usa la regola della mano DESTRA: orientando pollice e indice come i due vettori, il dito medio indica la direzione del vettore risultante.



RICHIAMI DI TEORIA E FORMULE per l'Unità Didattica 2

Meccanica

2.1 Cinematica del Punto Materiale

La cinematica si occupa della descrizione geometrica del moto dei corpi, trascurando le cause (forze) che lo hanno generato. Il punto materiale è un'astrazione che riduce l'oggetto a un punto geometrico dotato di massa.

L'asse [asse=retta orientata dotata del punto origine] sul quale vengono studiati i moti rettilinei viene chiamato a volte s e a volte x



➤ Posizione, Velocità e Accelerazione

Per descrivere il moto è necessario definire la posizione in funzione del tempo. La variazione di posizione nel tempo definisce la velocità, mentre la variazione della velocità definisce l'accelerazione. È fondamentale distinguere tra il valore medio (calcolato su un intervallo di tempo finito) e il valore istantaneo (il limite per intervalli di tempo infinitesimi, ovvero la derivata).

✦ Velocità media: $\vec{v}_{media} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t}$ Velocità istantanea: $\vec{v}(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t} = \frac{d\vec{s}}{dt}$

✦ Accelerazione media: $\vec{a}_{media} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ Accelerazione istantanea: $\vec{a}(t) = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2 \vec{s}}{dt^2}$

➤ Moto Rettilineo Uniforme

È il moto più semplice, caratterizzato da una traiettoria rettilinea e da una velocità costante in modulo, direzione e verso. In assenza di accelerazione, lo spazio percorso è direttamente proporzionale al tempo trascorso.

✦ Legge oraria ($a = 0$): $x(t) = x_0 + v_0 t$

➤ Moto Rettilineo Uniformemente Accelerato

In questo moto l'accelerazione è costante. Ciò implica che la velocità varia linearmente nel tempo, mentre la posizione varia con legge quadratica. Questo modello descrive accuratamente la caduta dei gravi nel vuoto (trascurando l'attrito dell'aria).

✦ Legge della velocità: $v(t) = v_0 + at$
 ✦ Legge oraria della posizione: $x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$
 ✦ Relazione velocità-spostamento (senza il tempo esplicito): $v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$

➤ Caduta dei Gravi

Il moto di caduta libera di un corpo (trascurando la resistenza dell'aria) è un caso particolare di moto rettilineo uniformemente accelerato in cui l'accelerazione a coincide con l'accelerazione di gravità $g \approx 9,8 \text{ m/s}^2$. Si considera in questo caso un asse s orientato verso il basso. Considerando un corpo che cade da fermo $v_0 = 0$, le equazioni del moto permettono di ricavare le seguenti relazioni fondamentali.

✦ Tempo di caduta: Il tempo necessario per un corpo che cade da fermo è direttamente proporzionale alla radice quadrata dell'altezza iniziale h .

dall'altezza iniziale h .

massa del corpo.

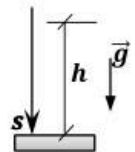
✦ Spazio percorso: Lo spazio percorso da un corpo che cade da fermo è direttamente proporzionale al quadrato del tempo trascorso.

In intervalli di tempo uguali, il corpo percorre spazi sempre maggiori.

La relazione tra lo spazio percorso e il quadrato del tempo stesso, si può dimostrare anche dal principio di conservazione dell'energia meccanica.

La velocità finale del corpo all'istante di impatto al suolo è legata all'altezza dalla formula $v_f = \sqrt{2gh}$.

La velocità finale è indipendente dal tempo di volo se è noto lo spostamento verticale.



ESTRATTO DIMOSTRATIVO
 Questo documento è un estratto dal libro ad uso dimostrativo.
 I RICHIAMI TEORICI sono presenti nel libro

➤ Moto Parabolico bidimensionale - Moto del Proiettile

È un moto bidimensionale che risulta dalla composizione di due moti indipendenti: un moto rettilineo uniforme lungo l'asse orizzontale x e un moto uniformemente accelerato soggetto alla gravità g lungo l'asse verticale y .

➤ Sistema delle leggi orarie:

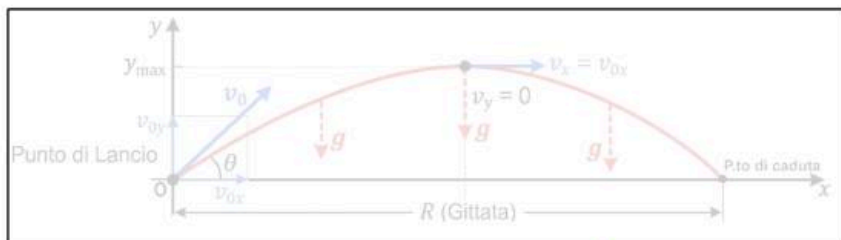
$$\begin{cases} x(t) = x_0 + v_0 \cos \theta \cdot t \\ y(t) = y_0 + v_0 \sin \theta \cdot t - \frac{1}{2} g t^2 \end{cases}$$

➤ Equazione della traiettoria (una parabola nel piano xy):

$$y(x) = (\tan \theta)x - \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \theta} x^2$$

La gittata, ovvero la massima distanza orizzontale raggiunta da un proiettile lanciato con angolo che ricade a terra (alla stessa quota di lancio) è calcolabile con:

$$x_{max} = \frac{v_0^2 \sin(2\theta)}{g}$$



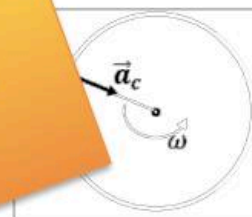
Il tempo totale di volo per un lancio che torna alla quota iniziale è: $T = \frac{2 \cdot v_0 \sin \theta}{g}$

➤ Moto Circolare Uniforme

Un corpo che si muove su una circonferenza a velocità costante compie comunque un'accelerazione, detta centripeta, dovuta al continuo cambio di direzione del vettore velocità. Questa accelerazione è diretta verso il centro della circonferenza.

Relazione tra velocità tangenziale v e angolo θ :

$$v = \omega \cdot r$$



ESTRATTO DIMOSTRATIVO

Questo documento è un estratto dal libro ad uso dimostrativo.
I RICHIAMI TEORICI sono presenti nel libro

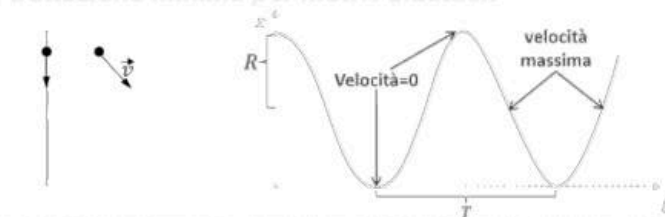
Il moto armonico è un moto "moto armonico" che però è alla base della trattazione di molti altri argomenti. Per questo motivo, pur essendo un po' fuori dal tema, ne riportiamo una trattazione minima per motivi didattici.

È il tipo di moto che si osserva in molti sistemi soggetti a una forza di richiamo elastica. La posizione varia periodicamente nel tempo secondo una funzione sinusoidale.

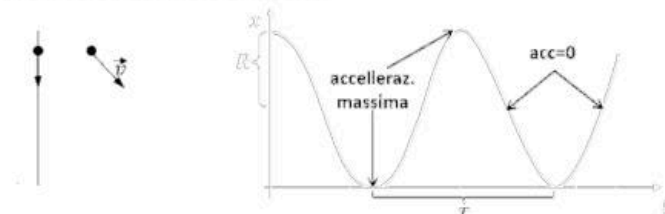
Legge oraria (con ampiezza A , pulsazione ω e fase ϕ):

$$x(t) = A \cos(\omega t + \phi)$$

Pulsazione $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$



La velocità è massima, in modulo, al centro e nulla agli estremi, dove il verso del moto si inverte.



L'accelerazione, al contrario della velocità, è nulla al centro e massima agli estremi, per la stessa ragione.

2.2 Dinamica del Punto Materiale

La dinamica studia le cause del moto, identificate nelle forze (interazioni tra corpi). Alla base vi sono i tre principi formulati da Isaac Newton.

> I Principi della Dinamica

Il legame fondamentale tra la forza risultante agente su un corpo e la variazione del suo stato di moto è espresso dalla seconda legge di Newton. La prima legge (inerzia) è un caso particolare della seconda (forza nulla), mentre la terza (azione-reazione) descrive la simmetria delle interazioni.

Secondo Principio (Legge fondamentale): $\sum \vec{F}_i = m\vec{a}$

> Le Forze Fondamentali in Meccanica

Analizziamo le espressioni analitiche delle forze più comuni:

- + **Forza Peso:** La forza con cui la Terra attrae un corpo vicino alla superficie. $\vec{P} = m\vec{g}$
- + **Legge di Gravitazione Universale:** La forza attrattiva generale tra due masse puntiformi qualsiasi separate da una distanza r . $F_G = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$
- + **Forza Elastica (Legge di Hooke):** La forza di richiamo esercitata da una molla di una certa costante elastica k su un corpo che si è spostato di una quantità $\vec{x}$ rispetto all'equilibrio. $\vec{F}_{el} = -k\vec{x}$
- + **Forze di Attrito:** Forze di contatto che si oppongono al moto.
 - + **Attrito statico** (impedisce l'inizio del moto): $F_{st} \leq F_{st,max}$
 - + **Attrito dinamico** (frena il moto in atto): $F_{d} = \mu_d \cdot N$

> Il piano inclinato

Nello studio del moto su un piano inclinato, la forza di richiamo agente sul corpo deve essere bilanciata dalla reazione vincolare.

+ Componenti del peso su un piano inclinato

Il peso $\vec{P}$ può essere scomposto in due componenti: una parallela al piano inclinato e una perpendicolare ad esso.

La componente parallela $P_{\parallel}$ è quella che tende a far scivolare il corpo giù per il piano, mentre la componente perpendicolare $P_{\perp}$ è quella che preme il corpo contro il piano.

La reazione vincolare $\vec{N}$ (normale) agisce perpendicolarmente al piano e si oppone a $P_{\perp}$. La sua intensità è data da $N = P_{\perp} = m \cdot g \cdot \cos \theta$.

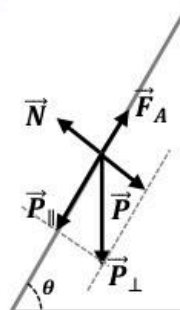
Il ruolo dell'attrito: se il corpo è in moto, l'attrito dinamico F_d si oppone al moto e la sua intensità è data da $F_d = \mu_d \cdot N = \mu_d \cdot m \cdot g \cdot \cos \theta$.

In questo caso, l'accelerazione netta del corpo lungo il piano è data dalla differenza tra la componente parallela del peso e la forza d'attrito:

$$a \approx g(\sin \theta - \mu_d \cos \theta)$$

ESTRATTO DIMOSTRATIVO

Questo documento è un estratto dal libro ad uso dimostrativo.
I RICHIAMI TEORICI sono presenti nel libro



2.3 Lavoro ed Energia

L'approccio energetico riformula la meccanica basandosi su grandezze scalari. Il concetto chiave è che il lavoro compiuto dalle forze trasferisce energia al sistema, modificandone la velocità (energia cinetica) o la configurazione (energia potenziale).

Lavoro e Potenza

Il lavoro misura l'energia trasferita da una forza quando il suo punto di applicazione si sposta. La potenza misura la rapidità con cui questo lavoro viene compiuto.

➤ **Lavoro** (per forza costante e spostamento rettilineo): $L = \vec{F} \cdot \vec{s} = Fs \cos \theta$

A volte si usa la lettera W per indicare il lavoro (dall'inglese Work)

➤ **Potenza istantanea:** $P = \frac{dL}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v}$

➤ **Teorema dell'Energia Cinetica**

Esiste una relazione diretta tra il lavoro totale compiuto da tutte le forze agenti su un corpo e la variazione della sua velocità (rappresentata dall'energia cinetica K).

Definizione di Energia Cinetica e Teorema:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \quad \Rightarrow \quad L_{tot} = K$$

➤ **Energia Potenziale e Conservazione dell'Energia**

Per le forze "conservative" (come la gravitazione) il lavoro compiuto dipende solo dagli estremi. Possiamo quindi associare a queste forze un'energia potenziale. La somma di energia cinetica e potenziale è costante.

➤ **Energia Potenziale**

➤ **Energia**

ESTRATTO DIMOSTRATIVO
Questo documento è un estratto dal libro ad uso dimostrativo.
I RICHIAMI TEORICI sono presenti nel libro

2.4 Quantità di Moto

La quantità di moto è una grandezza vettoriale che combina l'inerzia (massa) e il movimento (velocità). È particolarmente utile nello studio dei sistemi isolati e degli urti, dove le forze interne sono complesse ma la quantità di moto totale si conserva.

➤ **Impulso e Variazione della Quantità di Moto**

L'azione di una forza per un intervallo di tempo definisce l'impulso, che è la causa diretta della variazione della quantità di moto.

➤ **Definizione e Teorema dell'Impulso:** $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$; $\vec{I} = \vec{F}_{media} \cdot \Delta t = \Delta \vec{p}$

➤ **Conservazione della Quantità di Moto**

Se la risultante delle forze esterne agenti su un sistema è nulla, la quantità di moto totale del sistema rimane costante nel tempo. Questo principio è la chiave per risolvere i problemi di urto.

➤ **Legge di conservazione (sistemi isolati):** $\sum \vec{p}_{iniziale} = \sum \vec{p}_{finale}$

2.5 Sistemi di Corpi e Proprietà dei Materiali

L'estensione della meccanica ai corpi estesi richiede l'introduzione di un punto rappresentativo, il centro di massa, e lo studio delle proprietà di deformazione dei materiali reali sotto carico.

➤ Centro di Massa

Il centro di massa è il punto geometrico che si muove come se tutta la massa del sistema fosse concentrata in esso e tutte le forze esterne fossero applicate in quel punto.

➤ Posizione del Centro di Massa (media pesata delle posizioni):

$$\vec{r}_{cm} = \frac{\sum_i m_i \vec{r}_i}{\sum_i m_i}$$

➤ Caratteristiche del Corpo Rigido

Un corpo rigido è un modello ideale di corpo esteso nel quale la distanza tra due punti qualsiasi rimane costante; forma e dimensioni non cambiano e le deformazioni vengono trascurate. Il movimento generale è la combinazione della traslazione del centro di massa e della rotazione attorno al centro di massa. Un corpo rigido possiede sei gradi di libertà: tre traslazionali e tre rotazionali.

➤ Momento Torcente (o Momento di una Forza)

Una forza applicata a un corpo rigido può produrre una rotazione. Il momento torcente rispetto a un polo è definito dal prodotto vettoriale tra la forza e il braccio.

Il suo modulo è:

dove θ è l'angolo tra la forza e la retta d'azione perpendicolare tra il polo e la retta d'azione.

Si misura in Nm. Se la retta d'azione passa per il polo, il momento è nullo. Nel caso contrario, la retta d'azione è a distanza $r \sin \theta$ dal polo. Nei problemi piani si assumono in genere la forza e il braccio perpendicolari.

➤ Condizioni

Un corpo rigido è in equilibrio quando l'accelerazione angolare è nulla. La condizione è che la somma dei momenti rispetto allo stesso polo, sia nulla:

$$\sum \tau = 0$$

Ciò non implica necessariamente che il corpo sia fermo: può ruotare con velocità angolare costante. Nel piano, la somma dei momenti antiorari deve uguagliare quella dei momenti orari. Per l'equilibrio statico completo devono essere nulle sia la risultante delle forze sia la risultante dei momenti:

$$\sum \vec{F} = 0 \quad e \quad \sum \tau = 0$$

In due dimensioni si usano quindi le tre condizioni

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$\sum \tau = 0$$

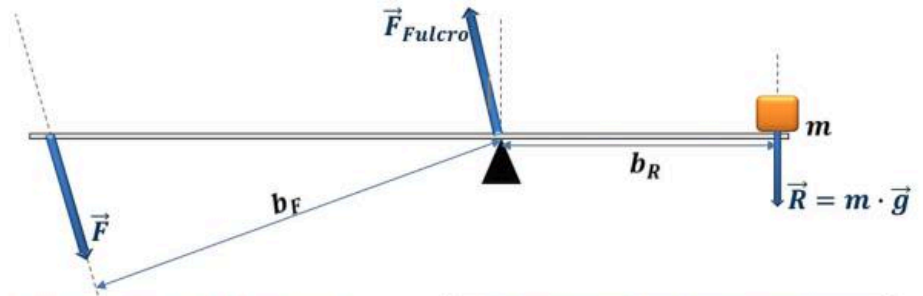
ESTRATTO DIMOSTRATIVO

Questo documento è un estratto dal libro ad uso dimostrativo.
I RICHIAMI TEORICI sono presenti nel libro

Le leve e le loro applicazioni nel corpo umano

Una leva è una macchina semplice costituita da un corpo rigido capace di ruotare attorno a un punto o a un asse fisso, detto **fulcro**. Su di essa agiscono una forza motrice, tradizionalmente chiamata **potenza**, e una forza da equilibrare o vincere, detta **resistenza**. La distanza perpendicolare tra il fulcro e la retta d'azione di ciascuna forza costituisce il rispettivo braccio.

In condizioni di equilibrio, i momenti prodotti dalla potenza e dalla resistenza rispetto al fulcro hanno uguale modulo e verso opposto.



CONDIZIONI DI EQUILIBRIO ALLE ROTAZIONI

$$\sum \vec{M}_i = \sum \vec{F}_i \times \vec{b}_i = 0$$

$$F \cdot b_F - R \cdot b_R = 0$$

$$F \cdot b_F = R \cdot b_R$$

CONDIZIONI DI EQUILIBRIO ALLE TRASLAZIONI

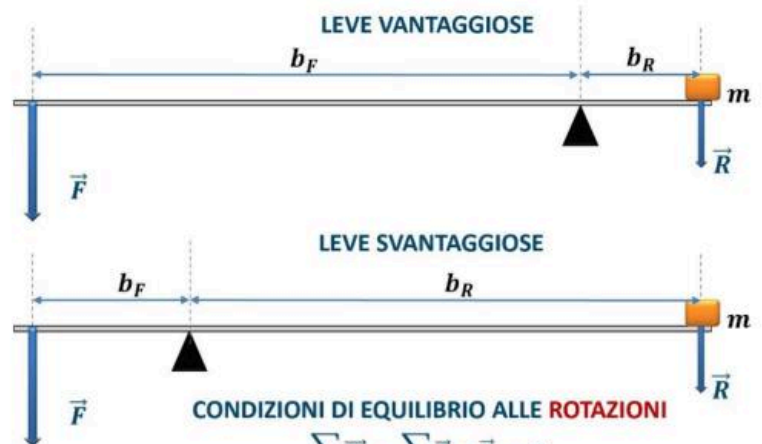
$$\sum \vec{F}_i = 0$$

$$\vec{F} + \vec{R} + \vec{F}_{Fulcro} = 0$$

$$\vec{F}_{Fulcro} = -(\vec{F} + \vec{R})$$

Leve di primo genere

Il fulcro è situato tra la potenza e la resistenza. Il vantaggio meccanico dipende dalla lunghezza relativa dei due bracci: la leva può quindi essere vantaggiosa, svantaggiosa oppure indifferente.



CONDIZIONI DI EQUILIBRIO ALLE ROTAZIONI

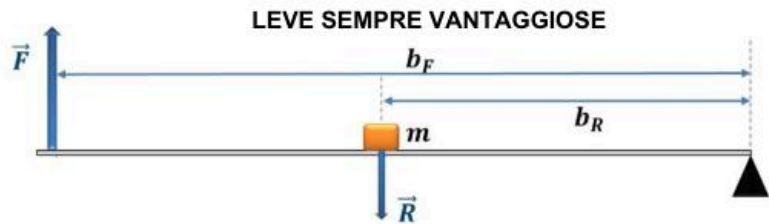
$$\sum \vec{M}_i = \sum \vec{F}_i \times \vec{b}_i = 0$$

$$F \cdot b_F - R \cdot b_R = 0$$

$$F \cdot b_F = R \cdot b_R$$

Leva di secondo genere

La resistenza è posta tra il fulcro e la potenza. Nel modello ideale il braccio della potenza è maggiore del braccio della resistenza; per questo la leva è vantaggiosa e consente di equilibrare un carico con una forza motrice minore.



CONDIZIONI DI EQUILIBRIO ALLE ROTAZIONI

$$\sum \vec{M}_i = \sum \vec{F}_i \times \vec{b}_i = 0$$

$$F \cdot b_F - R \cdot b_R = 0$$

$$F \cdot b_F = R \cdot b_R$$

Leva di terzo genere

La potenza è applicata tra il fulcro e la resistenza. Il braccio della potenza è più corto di quello della resistenza: la leva è svantaggiosa dal punto di vista della forza, ma favorisce rapidità, ampiezza e precisione dello spostamento del punto resistente.



CONDIZIONI DI EQUILIBRIO ALLE ROTAZIONI

$$\sum \vec{M}_i = \sum \vec{F}_i \times \vec{b}_i = 0$$

$$F \cdot b_F - R \cdot b_R = 0$$

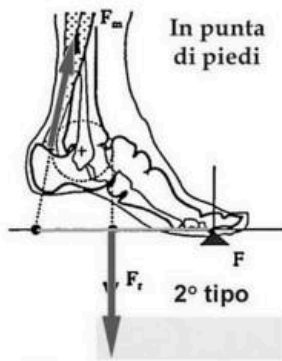
$$F \cdot b_F = R \cdot b_R$$

Le leve nel corpo umano

Nel modello biomeccanico più semplice, le **ossa** svolgono la funzione di aste rigide, le **articolazioni** costituiscono i fulcri, la forza sviluppata dai **muscoli** rappresenta la potenza e il peso del segmento corporeo o di un oggetto esterno rappresenta la resistenza. Si tratta di una schematizzazione: nella realtà intervengono più muscoli, reazioni articolari e linee d'azione che cambiano durante il movimento.

> Primo genere: equilibrio della testa

Nell'equilibrio della testa sul rachide cervicale, l'articolazione atlanto-occipitale è il fulcro. Il peso della testa tende a produrre una rotazione in avanti, mentre i muscoli estensori posteriori del collo esercitano il momento opposto. Il fulcro si trova quindi tra potenza e resistenza.

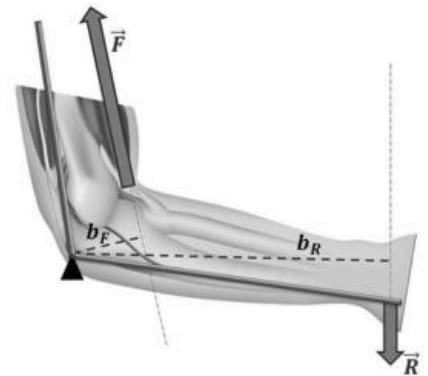


> Secondo genere: sollevamento sulle punte

Quando il corpo si solleva sulle punte dei piedi, il fulcro è localizzato nella regione metatarso-falangea appoggiata al suolo. Il peso corporeo agisce tra il fulcro e la forza trasmessa dal tricipite surale attraverso il tendine di Achille al calcagno. La disposizione corrisponde a una leva di secondo genere.

> Terzo genere: flessione dell'avambraccio

Durante la flessione dell'avambraccio, l'articolazione del gomito costituisce il fulcro; il bicipite brachiale applica la potenza sul radio, in un punto compreso tra il gomito e la resistenza rappresentata dal peso dell'avambraccio e dell'eventuale carico tenuto nella mano. È una leva di terzo genere, la configurazione più frequente nell'apparato locomotore.



Osservazione biomeccanica. L'inserzione dei muscoli vicino alle articolazioni comporta spesso uno svantaggio meccanico in termini di forza. In compenso, una piccola contrazione muscolare produce uno spostamento più ampio e veloce dell'estremità distale del segmento, caratteristica essenziale per la mobilità e la precisione dei gesti.

Unità didattica 2 – Meccanica

2.1 Cinematica del punto materiale: definizione di posizione e spostamento nel tempo. Concetto di traiettoria e legge oraria. Velocità media e velocità istantanea, accelerazione media e accelerazione istantanea. Studio dei moti rettilinei e curvilinei, con esempi significativi: moto rettilineo uniforme, moto uniformemente accelerato, caduta libera, moto parabolico. Moto circolare uniforme e accelerazione centripeta.

1. Quale affermazione descrive correttamente lo spostamento rispetto alla distanza percorsa?
- A) La distanza è vettoriale, lo spostamento è scalare
 - B) Lo spostamento dipende dal percorso, la distanza no
 - C) La distanza è sempre minore o uguale al modulo dello spostamento
 - D) Lo spostamento è la variazione vettoriale di posizione, la distanza è la lunghezza del percorso
 - E) Spostamento e distanza coincidono sempre nei moti curvilinei
2. In un grafico posizione-tempo $x(t)$, la velocità istantanea in un punto è data da:
- A) L'area sotto la curva $x(t)$
 - B) La pendenza della tangente al grafico nel punto
 - C) La pendenza della secante tra il punto e l'origine
 - D) La curvatura del grafico nel punto
 - E) Il valore di $x(t)$ diviso per t
32. In un grafico $v(t)$, lo spostamento è dato dall'_____ sottesa dalla curva.

Altri quiz nel [volume completo](#)

Quiz	Tipo	Risposta corretta	Quiz	Tipo	Risposta corretta
1	Risposta multipla	D	21	Cinematica	
2	Risposta multipla	B	22	Cinematica	
3	Velocità istantanea		23	Spostamento	
4	Cinematica		24	Accelerazione	
5	Cinematica		25	Frequenza	
6	Caduta libera		26	Accelerazione	
7	Caduta libera		27	Accelerazione	
8	Forze di attrito		28	Moto parabolico	
9	Cinematica		29	Moto parabolico	
10	Accelerazione		30	Moto armonico	
11	Moto circolare		31	Periodo	
12	Moto armonico		32	Completamento	AREA
13	Accelerazione		33	Accelerazione	
14	Velocità media		34	Accelerazione	
15	Velocità istantanea		35	Cinematica	
16	Cinematica		36	Cinematica	
17	Accelerazione		37	Moto parabolico	
18	Accelerazione		38	Moto parabolico	
19	Accelerazione		39	Moto armonico	
20	Velocità istantanea				

Spiegazione dei quiz

Quiz 1 – Risposta D

Lo spostamento è una grandezza vettoriale: rappresenta la variazione di posizione tra l'istante iniziale e quello finale e dipende unicamente dai due punti estremi. La distanza percorsa, invece, è una grandezza scalare e misura la lunghezza totale del cammino effettivamente seguito lungo la traiettoria. In molti moti reali le due quantità differiscono in modo marcato: si può percorrere molta distanza seguendo un percorso tortuoso e tuttavia ottenere uno spostamento piccolo, o anche nullo.



Perché le altre risposte sono errate:

A: È l'opposto: la distanza è scalare, mentre lo spostamento è vettoriale.

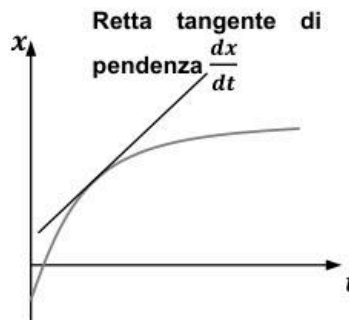
B: È l'opposto: lo spostamento non dipende dal percorso; la distanza, invece, dipende dal cammino seguito.

C: La disuguaglianza corretta è $\text{distanza} \geq |\text{spostamento}|$. L'uguaglianza vale solo se il percorso è rettilineo senza inversioni.

E: In un moto curvilineo, in generale, distanza e spostamento non coincidono; possono coincidere solo in casi particolari.

Quiz 2 – Risposta B

In un grafico posizione-tempo, la velocità istantanea corrisponde alla derivata della posizione rispetto al tempo. Dal punto di vista geometrico, ciò significa che in ciascun punto la velocità istantanea è data dalla pendenza della retta tangente alla curva $x(t)$ in quel punto. $v = dx/dt$



Perché le altre risposte sono errate:

A: L'area sotto $x(t)$ avrebbe dimensioni di lunghezza-tempo e non rappresenta una grandezza cinematica standard.

C: Una secante fornisce una pendenza media su un intervallo: corrisponde alla velocità media, non a quella istantanea.

D: La curvatura (o concavità) del grafico è legata alla variazione della pendenza, quindi all'accelerazione, non alla velocità.

E: Il rapporto x/t è una velocità media "rispetto all'origine" e non coincide, in generale, con la velocità istantanea.

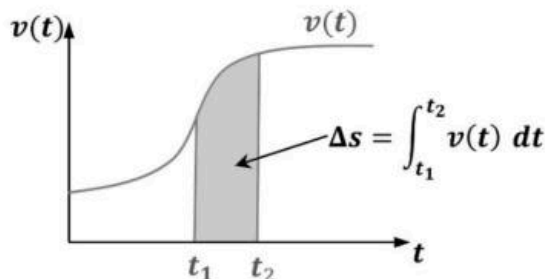
Quiz 32 – Risposta AREA

In un grafico velocità-tempo, lo spostamento corrisponde geometricamente all'area sottesa alla curva. Per comprendere questo concetto in modo rigoroso, bisogna ricorrere alla definizione di velocità istantanea $v(t)$ come derivata della posizione $s(t)$ rispetto al tempo: $v(t) = \frac{ds(t)}{dt}$

Questa relazione ci dice che la velocità rappresenta il tasso di variazione della posizione. Per trovare lo spostamento (la variazione di posizione) conoscendo la velocità, dobbiamo compiere l'operazione inversa della derivazione, ovvero l'integrazione. Separando le variabili nell'equazione precedente $ds = v(t) \cdot dt$ e integrando tra un istante iniziale t_1 e un istante finale t_2 , otteniamo: $\Delta s = s(t_2) - s(t_1) = \int_{t_1}^{t_2} v(t) dt$

Secondo il Teorema Fondamentale del Calcolo Integrale, l'integrale definito $\int_{t_1}^{t_2} v(t) dt$ rappresenta esattamente l'area della regione piana compresa tra la curva della funzione $v(t)$, l'asse delle ascisse (asse dei tempi) e le rette verticali $t = t_1$ e $t = t_2$.

È fondamentale distinguere tra spostamento e distanza percorsa basandosi sul segno dell'area:



- Le aree al di sopra dell'asse dei tempi (dove $v(t) > 0$) corrispondono a uno spostamento positivo (in avanti).
- Le aree al di sotto dell'asse dei tempi (dove $v(t) < 0$) corrispondono a uno spostamento negativo (all'indietro).

Lo spostamento totale è la somma algebrica di queste aree, mentre la distanza totale percorsa sarebbe l'integrale del valore assoluto della velocità $\int |v(t)| dt$.

Unità didattica 2 – Meccanica

2.2 Dinamica del punto materiale: analisi delle interazioni tra corpi e formulazione dei tre principi della dinamica. Significato fisico del principio di inerzia e condizioni per l'equilibrio statico (prima legge). Legame tra forza risultante e accelerazione (seconda legge). Azione e reazione tra corpi in interazione (terza legge). Applicazione ai concetti di equilibrio traslazionale. Definizione di forza e principali esempi: forza peso, forza gravitazionale, forze di contatto e forza di attrito (statico e dinamico), tensione, forze elastiche e legge di Hooke per molle ideali.

4. Quale distinzione tra massa e peso è corretta?

- A) La massa e il peso coincidono numericamente in qualunque luogo dell'universo
- B) Il peso è una proprietà intrinseca del corpo, indipendente dal campo gravitazionale
- C) La massa dipende dall'accelerazione di gravità, il peso no
- D) La massa misura l'inerzia; il peso è la forza gravitazionale esercitata sul corpo
- E) La massa si misura in newton e il peso in chilogrammi

5. Un blocco di massa 2 kg è su un piano inclinato di 60° (attrito trascurabile). Qual è il valore della reazione normale N? (Prendi $g = 10 \text{ m/s}^2$.)

- A) 20 N
- B) 5 N
- C) 17,3 N
- D) 40 N
- E) 10 N

38. Un blocco di massa 2 kg su piano a 60° ($g=10$) ha reazione normale $N = \underline{\hspace{2cm}}$ N.

Altri quiz nel [volume completo](#)

Quiz	Tipo	Risposta corretta	Quiz	Tipo	Risposta corretta
1	Accelerazione		21	Legge di Hooke	
2	Principio di inerzia		22	Gravitazione	
3	Accelerazione		23	Dinamica	
4	Risposta multipla	D	24	Vettori	
5	Risposta multipla	E	25	Accelerazione	
6	Forze di attrito		26	Principio di inerzia	
7	Forze di attrito		27	Gravitazione	
8	Accelerazione		28	Dinamica	
9	Traiettoria		29	Forze di attrito	
10	Accelerazione		30	Forze di attrito	
11	Gravitazione		31	Dinamica	
12	Legge di Hooke		32	Legge di Hooke	
13	Accelerazione		33	Legge di Hooke	
14	Forze di attrito		34	Terza legge di Newton	
15	Dinamica		35	Gravitazione	
16	Forze di attrito		36	Unità di misura	
17	Dinamica		37	Principio di inerzia	
18	Accelerazione		38	Completamento	10
19	Gravitazione				
20	Impulso				

Spiegazione dei quiz

Quiz 4 – Risposta D

La massa è una proprietà intrinseca del corpo che misura l'inerzia, cioè la resistenza a cambiare velocità. Il peso invece è una forza: è l'interazione gravitazionale esercitata su quel corpo, e vale $P = m \cdot g$. Poiché g dipende dal luogo (superficie terrestre, quota, altri pianeti), il peso cambia mentre la massa resta invariata. Con questa distinzione interpretiamo correttamente situazioni come ascensori accelerati, orbite e apparente "assenza di peso".

Perché le altre risposte sono errate:

A: Massa e peso coincidono solo in casi particolari (e solo numericamente) e comunque il peso varia con g ; dunque non sono uguali "ovunque".

B: Il peso non è intrinseco: dipende dal campo gravitazionale locale, quindi cambia se cambia g .

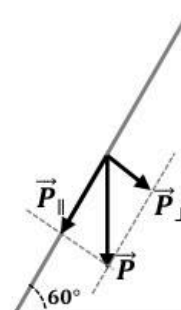
C: È il contrario: la massa non dipende da g ; il peso sì, perché è una forza gravitazionale.

E: Le unità sono invertite: la massa si misura in chilogrammi (kg), il peso in newton (N).

Quiz 5 – Risposta E

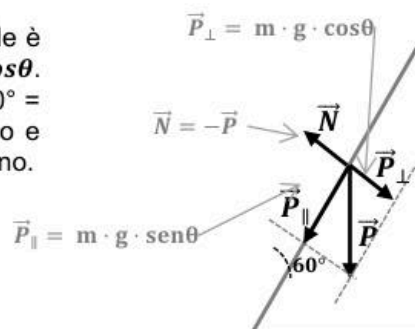
Su un piano inclinato senza attrito la reazione normale N è la componente del peso perpendicolare al piano. Si scompone quindi il peso $\mathbf{P} = m \cdot \mathbf{g}$ nelle componenti:

$P_{\perp} = m \cdot g \cdot \cos\theta$ e $P_{\parallel} = m \cdot g \cdot \sin\theta$. Con $m = 2 \text{ kg}$ e $g = 10 \text{ m/s}^2$, il peso vale 20 N ; con $\theta = 60^\circ$ si ha $\cos 60^\circ = 1/2$, quindi $N = 20 \cdot 1/2 = 10 \text{ N}$.



Quiz 38 – Risposta 10

Per il blocco sul piano inclinato la reazione normale è 10 N . La normale è pari alla componente del peso perpendicolare al piano: $N = m \cdot g \cdot \cos\theta$. Con $m = 2 \text{ kg}$ e $g = 10 \text{ m/s}^2$ si ha $m \cdot g = 20 \text{ N}$; con $\theta = 60^\circ$ si usa $\cos 60^\circ = 1/2$, quindi $N = 20 \cdot 1/2 = 10 \text{ N}$. Il punto chiave è non confondere seno e coseno: la componente perpendicolare usa il coseno dell'angolo del piano.



Unità didattica 2 – Meccanica

2.3 Lavoro ed energia: concetto di lavoro meccanico come effetto di una forza applicata su un corpo. Definizione di potenza e relazione con il lavoro svolto in un intervallo di tempo. Teorema dell'energia cinetica. Lavoro e confronto tra forze conservative e forze non conservative.

Definizione di energia potenziale. Esempi: energia potenziale gravitazionale ed energia potenziale elastica. Energia meccanica come somma di energia cinetica ed energia potenziale. Teorema di conservazione dell'energia meccanica nei sistemi ideali.

11. Se una forza è perpendicolare allo spostamento istantaneo, il lavoro elementare dL è:

- A) Massimo
- B) Sempre positivo
- C) Sempre negativo
- D) Nullo
- E) Uguale alla potenza

13. Su piano orizzontale liscio, la reazione normale compie lavoro totale:

- A) Nullo, perché è perpendicolare allo spostamento
- B) Positivo, perché sostiene il corpo
- C) Negativo, perché si oppone al peso
- D) Dipendente dalla velocità
- E) Uguale a $m g h$

29. L'energia potenziale elastica di una molla ideale è proporzionale al _____ dell'elongazione.

Altri quiz nel [volume completo](#)

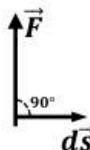
Quiz	Tipo	Risposta corretta	Quiz	Tipo	Risposta corretta
1	Spostamento		22	Spostamento	
2	Spostamento		23	Forze di attrito	
3	Spostamento		24	Lavoro meccanico	
4	Spostamento		25	Lavoro meccanico	
5	Lavoro meccanico		26	Lavoro meccanico	
6	Spostamento		27	Lavoro ed energia	
7	Gravitazione		28	Potenza	
8	Legge di Hooke		29	Completamento	QUADRATO
9	Energia cinetica		30	Spostamento	
10	Forze di attrito		31	Forze di attrito	
11	Risposta multipla	D	32	Lavoro ed energia	
12	Lavoro ed energia		33	Lavoro ed energia	
13	Risposta multipla	A	34	Potenza	
14	Spostamento		35	Spostamento	
15	Lavoro meccanico		36	Spostamento	
16	Lavoro meccanico		37	Potenza	
17	Lavoro meccanico		38	Lavoro meccanico	
18	Spostamento		39	Lavoro ed energia	
19	Terza legge di Newton		40	Unità di misura	
20	Potenza		41	Legge di Hooke	
21	Energia cinetica				

Spiegazione dei quiz

Quiz 11 – Risposta D

Il lavoro elementare è $dL = \vec{F} \cdot d\vec{s} \cdot \cos\theta$. Se la forza è perpendicolare allo spostamento istantaneo, $\theta = 90^\circ$ e $\cos 90^\circ = 0$: quindi $dL = 0$.

Questo spiega perché forze vincolari come la normale (su un vincolo liscio) possono cambiare la direzione del moto senza cambiare l'energia cinetica: fanno forza, ma non trasferiscono energia tramite lavoro.



Perché le altre risposte sono errate:

A: Con $\theta=90^\circ$ il lavoro non è massimo ma nullo, perché la componente lungo lo spostamento è zero.

B: Non è positivo: vale esattamente zero.

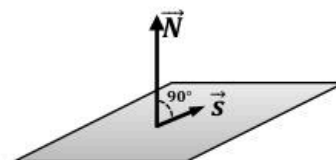
C: Non è negativo: vale esattamente zero.

E: Il lavoro è nullo e quindi anche la potenza associata a quella forza è nulla, ma non sono la stessa cosa.

Quiz 13 – Risposta A

Su un piano orizzontale liscio lo spostamento è orizzontale, mentre la reazione normale è verticale. Forza e spostamento sono quindi perpendicolari e il prodotto scalare è nullo: la normale non compie lavoro totale.

Questo non significa che la reazione normale sia "inutile": è essenziale per vincolare il moto, ma non trasferisce energia meccanica lungo lo spostamento.



Perché le altre risposte sono errate:

B: Sostenere non implica compiere lavoro: serve uno spostamento nella direzione della forza, che qui manca.

C: La normale non "si oppone" allo spostamento orizzontale; è perpendicolare al moto, quindi il lavoro è zero.

D: Il lavoro della normale dipende dall'angolo con lo spostamento, non dalla velocità: qui è nullo perpendicolarmente.

E: Non c'è variazione di quota (h): la relazione mgh non è pertinente.

Quiz 29 – Risposta QUADRATO

Per una molla ideale l'energia potenziale elastica è data da $U_{el} = \frac{1}{2} \cdot k \cdot x^2$ dove x rappresenta l'elongazione o deformazione elastica e k è la costante elastica della molla. U cresce con il quadrato di x .



Unità didattica 2 – Meccanica**2.4 Quantità di moto: introduzione al concetto di quantità di moto e di impulso. Principio di conservazione della quantità di moto nei sistemi isolati.**

4. In un grafico forza–tempo, l'impulso su un intervallo è rappresentato da:

- A) L'area sottesa dalla curva $F(t)$ nel tempo
- B) La pendenza della curva in ogni istante
- C) Il valore massimo della forza
- D) Il valore medio della velocità
- E) L'area sottesa nel grafico velocità–tempo

8. Una forza costante di 10 N agisce per 0,2 s su un corpo. Il modulo dell'impulso vale:

- A) 2 N·s
- B) 0,2 N·s
- C) 20 N·s
- D) 50 N·s
- E) 2 J

14. In un grafico forza–tempo, l'impulso corrisponde all'_____ sottesa dalla curva.

Altri quiz nel [volume completo](#)

Quiz	Tipo	Risposta corretta	Quiz	Tipo	Risposta corretta
1	Spostamento		11	Impulso	
2	Spostamento		12	Quantità di moto	
3	Quantità di moto		13	Impulso	
4	Risposta multipla	A	14	Completamento	AREA
5	Energia cinetica		15	Centro di massa	
6	Accelerazione		16	Impulso	
7	Quantità di moto		17	Quantità di moto e impulso	
8	Risposta multipla	A			
9	Quantità di moto				
10	Quantità di moto				

Spiegazione dei quiz

Quiz 4 – Risposta A

L'impulso di una forza esterna è definito come l'integrale della forza nel tempo sull'intervallo considerato.

Questa definizione permette di trattare anche forze variabili nel tempo (come nei contatti brevi di un urto).

$$J = \int_{t_1}^{t_2} F(t) dt$$

Geometricamente, l'integrale definito corrisponde all'area sottesa dalla curva $F(t)$ tra gli estremi considerati: una forza grande applicata per poco tempo può dare lo stesso impulso di una forza minore applicata più a lungo, se l'area è la stessa.

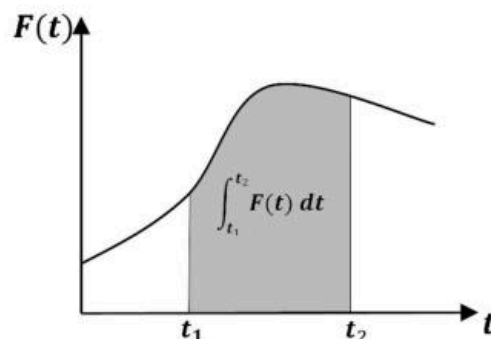
Perché le altre risposte sono errate:

B: La pendenza della curva rappresenta la derivata temporale della forza, non l'integrale.

C: Il valore massimo della forza non tiene conto della durata dell'azione, quindi non determina da solo l'impulso.

D: La velocità media non si ricava direttamente da un grafico forza-tempo senza conoscere massa e condizioni iniziali.

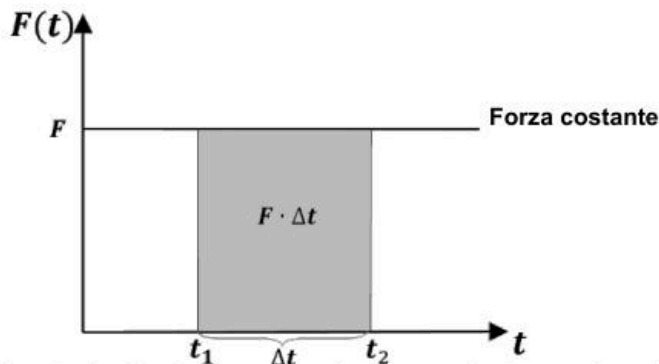
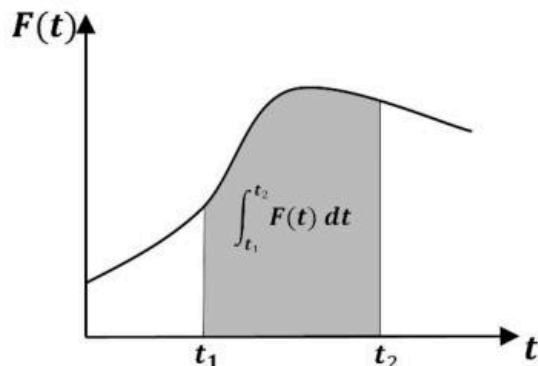
E: L'area sotto il grafico velocità-tempo rappresenta lo spostamento, non l'impulso.



Quiz 8 – Risposta **A**

Per una **forza costante** l'impulso è dato dal prodotto tra forza e intervallo di tempo di applicazione.

$$J = \int_{t_1}^{t_2} F(t) dt = F \cdot \Delta t$$



Con $F = 10 \text{ N}$ e $\Delta t = 0,2 \text{ s}$ si ottiene $J = 2 \text{ N} \cdot \text{s}$. Si noti che $\text{N} \cdot \text{s}$ è dimensionalmente equivalente a $\text{kg} \cdot \text{m/s}$, come deve essere per una variazione di quantità di moto.

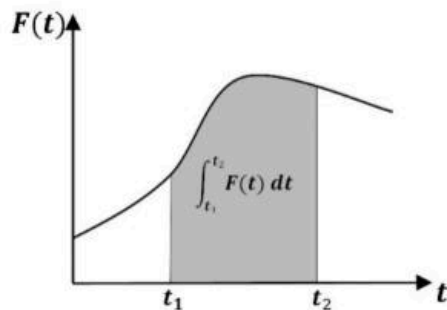
$$J = F \Delta t = 10 \text{ N} \cdot 0,2 \text{ s} = 2 \text{ N} \cdot \text{s}$$

"

Quiz 14 – Risposta **AREA**

In un grafico forza-tempo, l'impulso è l'integrale della forza nel tempo: $J = \int F(t) dt$

Geometricamente, l'integrale definito è rappresentato dall'area compresa tra la curva $F(t)$ e l'asse dei tempi.



Unità didattica 2 – Meccanica

2.5 Sistemi di corpi: definizione di centro di massa e descrizione del suo moto. Caratteristiche del corpo rigido. Momento torcente e condizioni per l'equilibrio rotazionale. Leve nel corpo umano.

47. Nel modello semplificato del mantenimento del capo in equilibrio sull'articolazione atlanto-occipitale, quale descrizione è corretta?
- A) È una leva di secondo genere, perché il peso del capo è situato tra i muscoli posteriori e il fulcro.
 - B) È una leva di terzo genere, perché la potenza è sempre applicata anteriormente al fulcro.
 - C) È una leva di primo genere, con il fulcro tra il peso del capo e la forza dei muscoli posteriori del collo.
 - D) Non è una leva, perché il capo non può ruotare rispetto alla colonna vertebrale.
 - E) È una leva di secondo genere soltanto quando il soggetto guarda verso il basso.
48. Quando una persona si solleva sulle punte dei piedi, quale schema di leva descrive tradizionalmente il sistema piede-caviglia?
- A) Leva di secondo genere: fulcro nell'avampiede, resistenza rappresentata dal peso corporeo e potenza trasmessa dal tendine di Achille.
 - B) Leva di primo genere: fulcro nel tendine di Achille e potenza applicata nell'avampiede.
 - C) Leva di terzo genere: potenza rappresentata dal peso corporeo tra caviglia e avampiede.
 - D) Leva di primo genere: il peso corporeo agisce posteriormente al tendine di Achille.
 - E) Leva priva di fulcro, perché il piede rimane a contatto con il suolo.
51. Nel modello della leva che descrive l'equilibrio del capo, la prima vertebra cervicale che partecipa all'articolazione con l'occipite è l'_____.

Altri quiz nel [volume completo](#)

Quiz	Tipo	Risposta corretta	Quiz	Tipo	Risposta corretta
1	Forze di attrito		31	Centro di massa	
2	Centro di massa		32	Centro di massa	
3	Seconda legge di Newton		33	Corpi rigidi e leve	
4	Accelerazione		34	Accelerazione	
5	Legge di Hooke		35	Intensità delle onde	
6	Forze di attrito		36	Centro di massa	
7	Densità		37	Forze di attrito	
8	Corpi rigidi e leve		38	Forze di attrito	
9	Centro di massa		39	Corpo rigido	
10	Accelerazione		40	Corpo rigido	
11	Legge di Hooke		41	Spostamento	
12	Legge di Hooke		42	Potenza	
13	Centro di massa		43	Potenza	
14	Centro di massa		44	Potenza	
15	Spostamento		45	Potenza	
16	Corpo rigido		46	Corpi rigidi e leve	
17	Lavoro meccanico		47	Risposta multipla	C
18	Corpo rigido		48	Risposta multipla	A
19	Corpi rigidi e leve		49	Leve	
20	Lavoro meccanico		50	Leve	
21	Momento torcente		51	Completamento	ATLANTE
22	Corpi rigidi e leve		52	Potenza	
23	Momento torcente				
24	Momento torcente				
25	Momento torcente				
26	Momento torcente				
27	Momento torcente				
28	Principio di inerzia				

29	Equilibrio rotazionale			
30	Corpi rigidi e leve			

Spiegazione dei quiz

Quiz 47 – Risposta C

Nel modello classico, l'articolazione atlanto-occipitale costituisce il fulcro. Il peso del capo agisce anteriormente rispetto al fulcro e tende a fletterlo, mentre i muscoli estensori posteriori del collo esercitano una forza sul lato opposto e producono un momento estensorio.

Poiché il fulcro è interposto tra resistenza e potenza, il sistema viene descritto come leva di primo genere. La reale biomeccanica cervicale coinvolge più articolazioni e numerosi muscoli, ma la schematizzazione conserva valore didattico.

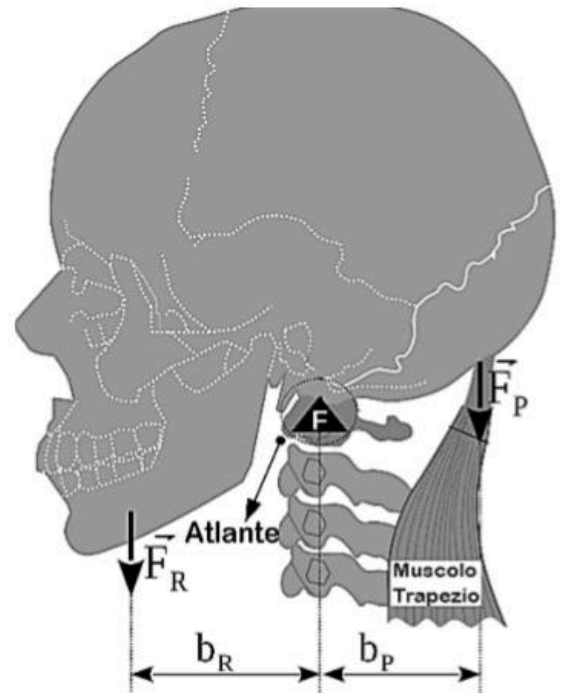
Perché le altre risposte sono errate:

A: In una leva di secondo genere la resistenza deve trovarsi tra fulcro e potenza. Nel caso del capo, il fulcro è invece interposto tra la linea d'azione del peso e quella dei muscoli posteriori.

B: La potenza non è interposta tra fulcro e resistenza: i muscoli posteriori agiscono posteriormente al fulcro, mentre il peso del capo agisce anteriormente.

D: Il capo può compiere flessione ed estensione rispetto alla regione cervicale; pertanto il sistema può essere rappresentato mediante un modello di leva.

E: L'inclinazione del capo modifica i bracci e l'intensità dei momenti, ma non rende automaticamente il peso interposto tra fulcro e potenza.



Quiz 48 – Risposta **A**

Nel sollevamento sulle punte, l'appoggio sull'avampiede costituisce il fulcro. La resistenza, legata al peso corporeo trasmesso attraverso la regione della caviglia, si trova tra il fulcro e la potenza esercitata posteriormente dal tricipite surale attraverso il tendine di Achille.

La resistenza è quindi interposta tra fulcro e potenza, configurando una leva di secondo genere. Si tratta di uno dei pochi esempi classici di leva corporea vantaggiosa nella forza.

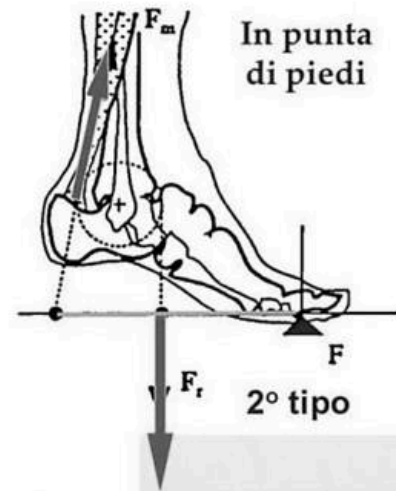
Perché le altre risposte sono errate:

B: Il tendine di Achille trasmette la potenza muscolare e non rappresenta il fulcro. Il fulcro è fornito dal contatto dell'avampiede con il suolo.

C: Il peso corporeo rappresenta la resistenza, non la potenza. Inoltre, nella configurazione descritta è la resistenza a essere interposta.

D: La disposizione proposta non corrisponde alla geometria del sollevamento sulle punte e non identifica correttamente i tre elementi del sistema.

E: Il contatto con il suolo non elimina il fulcro; al contrario, il punto di appoggio anteriore fornisce il vincolo attorno al quale il piede ruota.

Quiz 51 – Risposta **ATLANTE**

La parola corretta è **ATLANTE**. L'atlante è la prima vertebra cervicale e si articola superiormente con i condili occipitali. Nel modello semplificato, l'articolazione atlanto-occipitale fornisce il fulcro tra il peso del capo e la forza dei muscoli posteriori del collo.



RICHIAMI DI TEORIA E FORMULE per l'Unità Didattica 3

Meccanica dei fluidi

3.1 Stati di aggregazione della materia

I fluidi (liquidi e gas) si distinguono dai solidi per l'incapacità di resistere a sforzi di taglio costanti, assumendo la forma del contenitore. Il loro comportamento è descritto macroscopicamente attraverso grandezze scalari come la densità e la pressione.

Densità e Pressione

La densità ρ esprime la massa per unità di volume di una sostanza, mentre la pressione P rappresenta la forza esercitata perpendicolarmente su una superficie.

Definizione della densità: $\rho = m/V$

Definizione della densità: $\rho = \frac{m}{V}$ Definizione della pressione: $P = \frac{F_{\perp}}{A}$

3.2 Leggi dell'idrostatica

L'idrostatica studia i fluidi in equilibrio. In un fluido a riposo, la pressione varia con la profondità e si trasmette integralmente in ogni punto.

➤ Legge di Stevino

La pressione esercitata da un liquido a una profondità h dipende dalla densità del liquido e dall'accelerazione di gravità.

Pressione idrostatica: $P = P_0 + \rho gh$

➤ Principio di Pascal e di Archimede

Secondo Pascal, una variazione di pressione applicata a un fluido confinato si trasmette inalterata a ogni punto del fluido e alle pareti del contenitore. Il principio di Archimede stabilisce che ogni corpo immerso in un fluido riceve una spinta verticale verso l'alto pari al peso del volume di fluido spostato.

Spinta di Archimede: $S_A = \rho_f \cdot g \cdot V_{imm}$

Condizioni di Galleggiamento: Un corpo galleggia se la sua densità media è inferiore a quella del fluido in cui è immerso $\rho_c < \rho_f$. La frazione del volume

immerso del corpo è determinabile dalla relazione $\frac{\rho_{corpo}}{\rho_{fluido}} = \frac{V_{imm}}{V_{tot}}$

➤ Misura della Pressione: l'esperimento di Torricelli definisce la pressione atmosferica standard

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 101325 \text{ Pa}$$

I manometri a tubo aperto misurano la pressione relativa: $P_{rel} = \rho gh$

3.3 Fluidi in movimento (Idrodinamica)

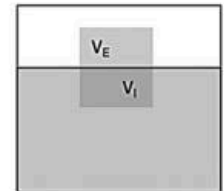
L'idrodinamica analizza il moto dei fluidi ideali (non viscosi e incompressibili) e le leggi di conservazione della massa e dell'energia.

➤ Portata ed Equazione di Continuità

La portata Q è la quantità di fluido che attraversa una sezione di area A in un intervallo di tempo Δt . Per un fluido incompressibile, la portata è costante.

➤ Portata e Equazione di Bernoulli

L'equazione di Bernoulli esprime la conservazione dell'energia meccanica per unità di volume lungo una linea di flusso. Per un fluido incompressibile e non viscoso, la somma della pressione statica P , dell'energia cinetica $\frac{1}{2}\rho v^2$ e dell'energia potenziale ρgh è costante.



$$V_{tot.} = V_{imm.} + V_{emerso}$$

ESTRATTO DIMOSTRATIVO
Questo documento è un estratto dal libro ad uso dimostrativo.
I RICHIAMI TEORICI sono presenti nel libro

➤ **Applicazioni Fisiologiche:** In una stenosi (restringimento vasale), la velocità aumenta e la pressione diminuisce (effetto Venturi), potendo causare il collasso del vaso.



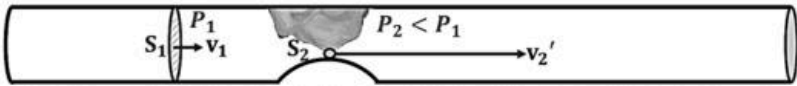
$$v_2 = v_1 \cdot \frac{S_1}{S_2}$$
$$v_2 > v_1$$

$$P_1 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_1^2 + \cancel{\rho \cdot g \cdot h_1} = P_2 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_2^2 + \cancel{\rho \cdot g \cdot h_2}$$

$\downarrow$
 P diminuisce

$\uparrow$
 v aumenta

$$P_2 = P_1 - \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot (v_2^2 - v_1^2)$$



Collasso del vaso sanguigno a causa della depressione interna



Quando un frammento di placca entra in circolo, può causare il passaggio del sangue in una stenosi e provocare un infarto

In un aneurisma (dilatazione)

si può avere la rottura;

ESTRATTO DIMOSTRATIVO

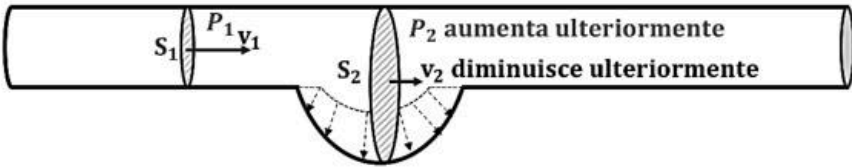
Questo documento è un estratto dal libro ad uso dimostrativo.
I RICHIAMI TEORICI sono presenti nel libro

$$P_1 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_1^2 + \cancel{\rho \cdot g \cdot h_1} = P_2 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_2^2 + \cancel{\rho \cdot g \cdot h_2}$$

$\downarrow$
 P aumenta

$\uparrow$
 v diminuisce

$$P_2 = P_1 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot (v_1^2 - v_2^2)$$



In corrispondenza dell'aumento di sezione, a causa dell' aumento di pressione, la parete venosa, che è una membrana elastica, avrà una maggiore tensione che causa un ulteriore allargamento della arteria stessa. Fenomeno dell' Aneurisma. A causa del superamento del limite di elasticità della parete arteriosa un Aneurisma può rompersi causando gravi emorragie.

3.4 Fluidi reali e viscosità

I fluidi reali presentano attrito interno, detto viscosità μ , che dissipa energia sotto forma di calore.

Legge di Poiseuille e Resistenze Idrauliche

In regime laminare, la portata in un condotto cilindrico è proporzionale alla quarta potenza del raggio. La resistenza idraulica R si oppone al flusso.

➤ Legge di Poiseuille: $Q = \frac{\Delta P}{R} = \frac{\pi r^4 \Delta P}{8 \mu L}$

➤ Resistenza Idraulica: $R = \frac{8 \mu L}{\pi r^4}$

➤ Resistenze in Serie e Parallelo

Nel sistema circolatorio, i vasi possono essere disposti in serie (stessa portata) o in parallelo (stessa differenza di pressione).

Serie: $R_{eq} = \sum R_i$

Parallelo: $\frac{1}{R_{eq}} = \sum \frac{1}{R_i}$ ovvero $R_{eq} = \frac{1}{\sum \frac{1}{R_i}}$

➤ Numero di Reynolds (Re)

Il numero di Reynolds è un gruppo

l'importanza relativa delle forze d'inerzia rispetto alle forze viscose.

- * Significato: Rapporto tra forze d'inerzia e forze viscose (che tendono a rallentare il fluido) e le forze d'inerzia (che tendono a accelerare il fluido).
- * Utilizzo: Permette di prevedere se il flusso è laminare o turbolento.
- * Valori di riferimento sono:

Valore	Descrizione
$Re < 2000$	Flusso laminare. Le forze viscose prevalgono. La velocità è massima al centro e nulla alle pareti (profilo parabolico).
$2000 < Re < 4000$	Regime instabile. Il flusso può oscillare tra laminare e turbolento a seconda delle perturbazioni esterne.
$Re > 4000$	Flusso turbolento. Il moto è caotico e disordinato. Le forze d'inerzia prevalgono. Si formano vortici e rimescolamenti. Il profilo di velocità è più appiattito.

La formula generale è: $Re = \frac{\rho \cdot v \cdot L}{\mu} = \frac{v \cdot L}{\nu}$

Dove:

- * ρ (kg/m^3): Densità del fluido;
- * v (m/s): Velocità media del fluido (o velocità della corrente indisturbata);
- * L (m): Lunghezza caratteristica (dipende dalla geometria del sistema);
- * μ ($Pa \cdot s$ o $kg/(m \cdot s)$): Viscosità dinamica del fluido;
- * ν (m^2/s): Viscosità cinematica ($\nu = \mu / \rho$).

È facile verificare che il numero di Reynolds è adimensionale: $Re = \frac{\rho \cdot v \cdot L}{\mu} = \left(\frac{kg \cdot m}{m^3 \cdot s} \cdot \frac{m}{kg \cdot s} \right) = \text{adimensionale}$

3.5 Fenomeni di superficie

Le molecole sulla superficie di un liquido sono soggette a una forza netta verso l'interno, creando una tensione superficiale γ .

➤ Legge di Laplace: descrive la differenza di pressione ΔP tra l'interno e l'esterno di una superficie curva (bolle, alveoli, vasi).

+ Superficie sferica (Alveoli): $\Delta P = \frac{2\gamma}{r}$

+ Superficie cilindrica (Vasi): $\Delta P = \frac{\gamma}{r}$

➤ Legge di Jurin (Capillarità): l'altezza h raggiunta da un liquido in un capillare di raggio r dipende dalla

tensione superficiale e dall'angolo di contatto θ . Altezza capillare: $h = \frac{2\gamma \cos \theta}{\rho g r}$

Unità didattica 3 – Meccanica dei fluidi**3.1 Stati di aggregazione della materia: caratteristiche fondamentali dei fluidi rispetto ai solidi. Definizione di pressione e densità e loro ruolo nel comportamento statico e dinamico dei fluidi.**

14. In un sistema di vasi comunicanti contenenti lo stesso liquido in quiete, la pressione sul fondo:
- A) È maggiore nel vaso con il diametro più largo.
 - B) È maggiore nel vaso con il diametro più stretto per il fenomeno della capillarità.
 - C) Dipende esclusivamente dalla quota del livello libero del liquido rispetto al fondo.
 - D) Dipende dalla forma geometrica dei vasi.
 - E) È sempre pari alla pressione atmosferica.
31. Se applichiamo una forza tangenziale alla superficie libera di un liquido, gli strati del liquido iniziano a _____ l'uno sull'altro.
41. In un condotto orizzontale, se la velocità del fluido aumenta a causa di una strozzatura, cosa accade alla pressione interna del fluido in quel punto?
- A) La pressione aumenta per spingere il fluido più veloce, secondo l'effetto Venturi
 - B) La pressione diminuisce di una quantità pari a $\frac{1}{2} \cdot \rho_{fluido} \cdot (v_2 - v_1)$
 - C) La pressione diventa nulla.
 - D) La pressione diminuisce di una quantità pari a $\frac{1}{2} \cdot \rho_{fluido} \cdot (v_2^2 - v_1^2)$
 - E) La pressione rimane costante.

Altri quiz nel [volume completo](#)

Quiz	Tipo	Risposta corretta	Quiz	Tipo	Risposta corretta
1	Densità		31	Completamento	SCORRERE
2	Vettori		32	Densità	
3	Densità		33	Teorema di Bernoulli	
4	Densità		34	Pressione idrostatica	
5	Densità		35	Pressione assoluta	
6	Proprietà dei fluidi		36	Pressione e principio di Pascal	
7	Densità		37	Proprietà dei fluidi	
8	Proprietà dei fluidi		38	Pressione atmosferica	
9	Viscosità		39	Galleggiamento	
10	Vettori		40	Proprietà dei fluidi	
11	Proprietà dei fluidi		41	Risposta multipla	D
12	Galleggiamento		42	Pressione idrostatica	
13	Intensità delle onde		43	Proprietà dei fluidi	
14	Risposta multipla	C	44	Spinta di Archimede	
15	Pressione atmosferica		45	Pressione atmosferica	
16	Pressione idrostatica		46	Portata e continuità	
17	Pressione atmosferica		47	Spostamento	
18	Spinta di Archimede		48	Viscosità	
19	Proprietà dei fluidi		49	Pressione idrostatica	
20	Proprietà dei fluidi		50	Proprietà dei fluidi	
21	Capacità elettrica		51	Proprietà dei fluidi	
22	Proprietà dei fluidi		52	Proprietà dei fluidi	
23	Proprietà dei fluidi		53	Pressione idrostatica	
24	Proprietà dei fluidi		54	Pressione e principio di Pascal	
25	Lenti sottili		55	Densità	
26	Pressione e principio di Pascal		56	Effetto Venturi	
27	Densità		57	Portata e continuità	
28	Analisi dimensionale		58	Numero di Reynolds	
29	Proprietà dei fluidi		59	Densità	
30	Galleggiamento		60	Unità di misura	

Spiegazione dei quiz

Quiz 14 – Risposta C

Nei vasi comunicanti con lo stesso liquido in quiete, la pressione sul fondo dipende solo dall'altezza della colonna di liquido sopra il punto: a parità di quota del livello libero, a parità di profondità la pressione è uguale, indipendentemente dalla forma dei vasi.

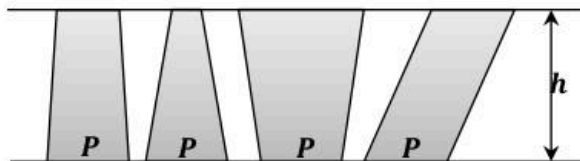
Perché le altre risposte sono errate:

A: Il diametro non compare nella legge idrostatica: conta la profondità, non la larghezza del recipiente.

B: La capillarità riguarda effetti di superficie e piccoli raggi; qui si parla di pressione idrostatica sul fondo in condizioni ordinarie.

D: La forma geometrica non influisce sul valore della pressione a una data profondità.

E: Sul fondo la pressione è maggiore di quella atmosferica (salvo $h = 0$), perché si somma il contributo pgh .



Quiz 31 – Risposta **SCORRERE**

Il verbo corretto è SCORRERE: applicando una forza tangenziale alla superficie libera, gli strati del liquido tendono a muoversi gli uni rispetto agli altri. L'attrito interno che si oppone a questo scorrimento è legato alla viscosità.

Quiz 41 – Risposta D

In un condotto orizzontale ideale, l'aumento di velocità comporta una diminuzione della pressione statica: parte dell'energia di pressione si trasforma in energia cinetica. Questo è l'effetto Venturi, una conseguenza del teorema di Bernoulli.

Per quantificare la variazione di pressione facciamo riferimento all'equazione di Bernoulli:

$$P_1 + \rho gh_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho gh_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

Poiché il condotto è orizzontale $h_1 = h_2$ e possiamo semplificare il termine ρgh . Rimane:

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

Dal quale ricaviamo

$$\Delta P = P_2 - P_1 = \frac{1}{2} \rho \cdot (v_1^2 - v_2^2)$$

Poiché nel restringimento del tubo $v_2 > v_1$, il termine $\frac{1}{2} \rho \cdot (\underline{v_1^2} - \underline{v_2^2})$ sarà negativo, ad indicare una diminuzione della pressione. La risposta corretta D esprime la diminuzione della pressione inglobando il termine negativo nell'espressione stessa:

Parleremo così di una diminuzione pari (in valore assoluto) a $\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot (\underline{v_2^2} - \underline{v_1^2})$

Perché le altre risposte sono errate:

A: È l'errore intuitivo più comune: non serve una pressione maggiore nel punto dove il fluido è più veloce; al contrario, la pressione statica cala.

Unità didattica 3 – Meccanica dei fluidi

3.2 Leggi dell'idrostatica: legge di Stevino per la pressione nei liquidi in funzione della profondità; principio di Pascal per la trasmissione della pressione nei fluidi incompressibili; principio di Archimede per la spinta che un fluido esercita su un corpo immerso. Analisi delle condizioni di galleggiamento. Strumenti e metodi per la misura della pressione (esperimento di Torricelli, manometro).

1. In acqua ($\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$) un punto si trova a 3,0 m di profondità. Assumendo $g = 10 \text{ m/s}^2$ e pressione atmosferica $P_0 = 1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$, quanto vale la pressione assoluta nel punto?
- A) $3,0 \times 10^4 \text{ Pa}$
 - B) $1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$
 - C) $1,3 \times 10^5 \text{ Pa}$
 - D) $2,0 \times 10^5 \text{ Pa}$
 - E) $3,0 \times 10^5 \text{ Pa}$
17. Nel classico esperimento di Torricelli, lo spazio sopra la colonna di mercurio nel tubo è detto "vuoto torricelliano". Dal punto di vista fisico, ciò significa che in quello spazio:
- A) La pressione è uguale a quella atmosferica
 - B) La pressione è pressoché nulla rispetto a quella atmosferica, salvo il vapore di mercurio
 - C) La pressione è maggiore di quella atmosferica perché il mercurio spinge verso l'alto
 - D) La pressione dipende dalla sezione del tubo
 - E) La pressione è determinata dal peso del tubo di vetro
21. La relazione che descrive l'aumento di pressione in un liquido con la profondità è nota come legge di _____.

Altri quiz nel [volume completo](#)

Quiz	Tipo	Risposta corretta	Quiz	Tipo	Risposta corretta
1	Risposta multipla	C	18	Pressione idrostatica	
2	Pressione atmosferica		19	Densità	
3	Idrostatica		20	Pressione atmosferica	
4	Idrostatica		21	Completamento	STEVINO
5	Idrostatica		22	Idrostatica	
6	Idrostatica		23	Idrostatica	
7	Galleggiamento		24	Pressione atmosferica	
8	Densità		25	Idrostatica	
9	Pressione assoluta		26	Idrostatica	
10	Pressione atmosferica		27	Spinta di Archimede	
11	Pressione manometrica		28	Galleggiamento	
12	Idrostatica		29	Spinta di Archimede	
13	Pressione atmosferica		30	Pressione e principio di Pascal	
14	Pressione atmosferica		31	Pressione atmosferica	
15	Densità		32	Spinta di Archimede	
16	Pressione atmosferica		33	Idrostatica	
17	Risposta multipla	B			

Spiegazione dei quiz

Quiz 1 – Risposta C

Nel liquido in quiete la pressione cresce linearmente con la profondità: prima si calcola l'aumento di pressione idrostatica dovuto alla colonna d'acqua sovrastante, poi lo si somma alla pressione atmosferica di superficie.

$$P = P_0 + \Delta p = P_0 + \rho gh$$

Con $h = 3,0 \text{ m}$ avremo $\Delta p = 1000 \cdot 10 \cdot 3,0 = 3,0 \cdot 10^4 \text{ Pa}$. La pressione assoluta è quindi:

$$P = P_0 + \Delta p = 100000 + 30000 = 130000 \text{ Pa} = 1,3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Che corrisponde a 1,3 atm.

Perché le altre risposte sono errate:

A: È solo la pressione idrostatica (manometrica) dovuta ai 3 m d'acqua; manca il contributo della pressione atmosferica.

B: È la pressione in superficie; trascura l'aumento con la profondità.

D: Sovrastima l'aumento di pressione: in acqua l'incremento di circa 1 atm si ha ogni ~10 m, non ogni metro.

E: È un valore tipico di profondità molto maggiori (ordine di decine di metri), non di 3 m.

Quiz 17 – Risposta B

Nel tubo capovolto, sopra la colonna di mercurio non c'è comunicazione con l'esterno: la colonna si assesta finché la pressione atmosferica sul bacino bilancia il suo peso. Sopra resta un volume quasi privo di gas; la pressione è molto piccola, limitata essenzialmente dalla tensione di vapore del mercurio.

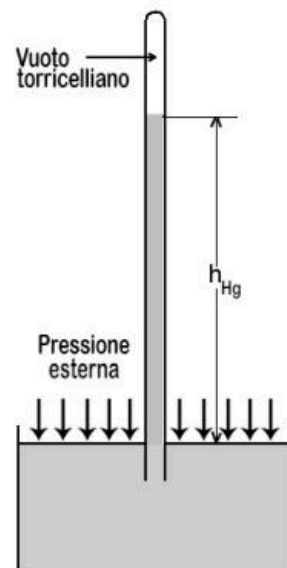
Perché le altre risposte sono errate:

A: Se sopra ci fosse pressione atmosferica, i livelli del mercurio si eguaglierebbero e la colonna non resterebbe sostenuta.

C: Il mercurio non "spinge verso l'alto": è sostenuto dalla pressione esterna che agisce sul bacino.

D: La sezione del tubo non entra nell'equilibrio idrostatico per la determinazione della pressione a una data altezza.

E: Il peso del vetro è sostenuto dal supporto; non fissa la pressione del gas (quasi assente) sopra la colonna.



Quiz 21 – Risposta STEVINO

Nel caso di un fluido in quiete soggetto a gravità, la pressione cresce con la profondità perché gli strati inferiori devono sostenere il peso degli strati sovrastanti. Questa dipendenza lineare è formalizzata nella legge di Stevino:

$$P = P_0 + \rho gh$$

Unità didattica 3 – Meccanica dei fluidi

3.3 Fluidi in movimento (idrodinamica): concetti di flusso e portata, distinzione tra moto stazionario e turbolento, con attenzione particolare al moto laminare. Equazione di continuità e conservazione della massa nei fluidi ideali. Teorema di Bernoulli e applicazioni alla circolazione sanguigna (stenosi e aneurisma).

1. In un condotto attraversato da un fluido incompressibile in moto stazionario, la portata volumetrica Q è definita come:
- A) la massa di fluido contenuta nel tratto di condotto considerato
 - B) la velocità media del fluido moltiplicata per la densità
 - C) il volume di fluido che attraversa una sezione nell'unità di tempo
 - D) la forza con cui il fluido spinge sulle pareti del condotto
 - E) la pressione del fluido divisa per la densità
11. Nel moto laminare in un tubo cilindrico, il profilo di velocità (in un fluido newtoniano) è tipicamente:
- A) costante in ogni punto della sezione
 - B) massimo al centro e nullo alle pareti (condizione di non slittamento)
 - C) massimo alle pareti e minimo al centro
 - D) nullo in tutto il tubo se la pressione è costante
 - E) a gradini, con strati tutti alla stessa velocità salvo uno strato di confine
19. Un moto di fluido caratterizzato da strati che scorrono ordinatamente senza vortici macroscopici è detto moto _____.

Altri quiz nel [volume completo](#)

Quiz	Tipo	Risposta corretta	Quiz	Tipo	Risposta corretta
1	Risposta multipla	C	16	Viscosità	
2	Viscosità		17	Unità di misura	
3	Velocità media		18	Idrodinamica	
4	Teorema di Bernoulli		19	Completamento	LAMINARE
5	Flusso in una stenosi		20	Viscosità	
6	Flusso in un aneurisma		21	Idrodinamica	
7	Teorema di Bernoulli		22	Idrodinamica	
8	Velocità media		23	Idrodinamica	
9	Idrodinamica		24	Idrodinamica	
10	Densità		25	Flusso in una stenosi	
11	Risposta multipla	B	26	Densità	
12	Portata e continuità				
13	Densità				
14	Densità				
15	Teorema di Bernoulli				

Spiegazione dei quiz

Quiz 1 – Risposta C

La portata volumetrica Q misura quanto fluido attraversa una sezione del condotto nell'unità di tempo

$$Q = \Delta V / \Delta t$$

È una grandezza di flusso, cioè si riferisce a ciò che "passa" attraverso una sezione, non a ciò che è "contenuto" in un tratto di tubo. Nel Sistema Internazionale si misura in m^3/s ; nel caso di velocità media uniforme sulla sezione $Q = A \cdot v$

Perché le altre risposte sono errate:

A: Descrive una quantità "contenuta" (massa in un tratto di condotto), non una quantità che attraversa una sezione nel tempo.

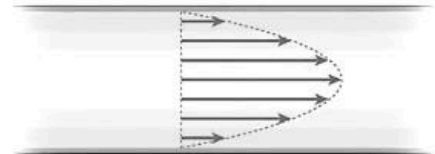
B: Il prodotto $p \cdot v$ non ha le dimensioni di una portata; per ottenere una portata massica servirebbe $p \cdot A \cdot v$.

D: La forza sulle pareti è legata alla pressione e alla distribuzione delle tensioni, non alla definizione di portata.

E: Il rapporto p/ρ è un termine energetico specifico (energia per unità di massa) che compare in Bernoulli, non una portata.

Quiz 11 – Risposta B

Nel moto laminare di un fluido newtoniano in un tubo, la viscosità e la condizione di non slittamento impongono velocità nulla a contatto con la parete. La velocità cresce avvicinandosi al centro, dove raggiunge il valore massimo, generando un profilo tipicamente parabolico (profilo di Poiseuille).



Perché le altre risposte sono errate:

A: Un profilo piatto è tipico del fluido ideale o, in media, di un regime fortemente turbolento; non del laminare viscoso.

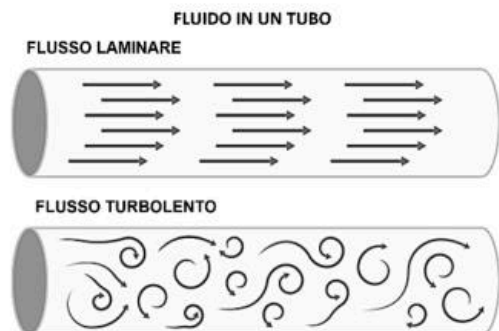
C: È contrario alla condizione di non slittamento: alle pareti la velocità è nulla, quindi non può essere massima.

D: Con pressione costante lungo il tubo non c'è gradiente di pressione che sostenga il flusso; ma nel moto laminare reale si assume proprio un gradiente di pressione che muove il fluido.

E: Il profilo "a gradini" non descrive correttamente un fluido newtoniano in regime laminare.

Quiz 19 – Risposta LAMINARE

Il moto laminare è caratterizzato da strati di fluido che scorrono ordinatamente, con linee di corrente regolari e senza vortici macroscopici. È tipico di bassi numeri di Reynolds, dove l'effetto viscoso domina sull'inerzia.



Unità didattica 3 – Meccanica dei fluidi**3.4 Fluidi reali e viscosità: analisi del moto laminare, profilo parabolico della velocità, concetto di gradiente di velocità. Legge di Poiseuille e resistenze idrauliche in serie e in parallelo.**

3. In un condotto cilindrico con moto laminare stazionario, quale relazione lega velocità massima $v_{\max}$ e velocità media $\bar{v}$?
- A) $v_{\max} = \bar{v}$
 - B) $v_{\max} = 2 \bar{v}$
 - C) $v_{\max} = 4 \bar{v}$
 - D) $\bar{v} = 2 v_{\max}$
 - E) $v_{\max} = \sqrt{2} \bar{v}$
9. In un aneurisma di un vaso, nel modello ideale (incomprimibile, stazionario, senza perdite) cosa accade a velocità e pressione statica rispetto al tratto di sezione normale?
- A) velocità minore, pressione minore
 - B) nessuna variazione
 - C) velocità minore, pressione maggiore
 - D) velocità maggiore, pressione minore
 - E) velocità maggiore, pressione maggiore
29. Nel flusso laminare completamente sviluppato in un tubo cilindrico, il profilo della velocità lungo il raggio è _____.

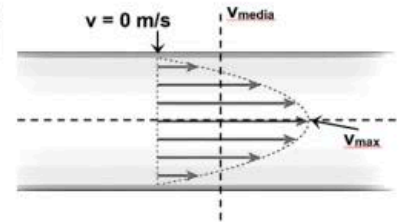
Altri quiz nel [volume completo](#)

Quiz	Tipo	Risposta corretta	Quiz	Tipo	Risposta corretta
1	Viscosità		23	Viscosità	
2	Viscosità e flusso laminare		24	Resistenze elettriche	
3	Risposta multipla	B	25	Resistenze elettriche	
4	Legge di Poiseuille		26	Viscosità	
5	Resistenze elettriche		27	Viscosità	
6	Resistenze elettriche		28	Viscosità e flusso laminare	
7	Numero di Reynolds		29	Completamento	PARABOLICO
8	Viscosità		30	Portata e continuità	
9	Risposta multipla	C	31	Analisi dimensionale	
10	Moto parabolico		32	Viscosità e flusso laminare	
11	Legge di Poiseuille		33	Viscosità e flusso laminare	
12	Viscosità e flusso laminare		34	Legge di Poiseuille	
13	Densità		35	Flusso in una stenosi	
14	Legge di Poiseuille		36	Flusso in un aneurisma	
15	Viscosità		37	Portata e continuità	
16	Resistenze elettriche		38	Viscosità	
17	Legge di Poiseuille		39	Viscosità e flusso laminare	
18	Densità		40	Legge di Poiseuille	
19	Velocità media		41	Numero di Reynolds	
20	Moto parabolico		42	Viscosità e flusso laminare	
21	Legge di Poiseuille				
22	Resistenze elettriche				

Spiegazione dei quiz

Quiz – 3 – Risposta **B**

Nel flusso di Poiseuille il profilo di velocità è parabolico: nullo alla parete e massimo sull'asse. Il valore massimo della velocità che si ha al centro del tubo è il doppio della velocità media. $v_{\max} = 2 \bar{v}_{\text{media}}$

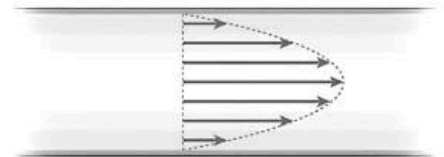


Quiz – 9 – Risposta **C**

Il ragionamento è simmetrico a quello del precedente quiz. Con un fluido incompressibile in moto stazionario, il principio di continuità (conservazione della portata $A_1 v_1 = A_2 v_2$) impone che, aumentando l'area della sezione di passaggio, la velocità diminuisca. Nel modello ideale di Bernoulli, che segue la relazione $P + \rho gh + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{costante}$, considerando h costante, la diminuzione di energia cinetica $\frac{1}{2} \rho v^2$ è compensato da un aumento della pressione statica P : nell'allargamento dell'aneurisma si ha quindi velocità minore e pressione maggiore.

Quiz – 29 – Risposta **PARABOLICO**

In regime laminare, con aderenza alla parete, la velocità è nulla al bordo e cresce verso il centro, dove raggiunge il massimo. La soluzione delle equazioni per il tubo cilindrico porta a una dipendenza quadratica dal raggio, cioè a un profilo parabolico.



Unità didattica 3 – Meccanica dei fluidi

3.5 Fenomeni di superficie: tensione superficiale e suoi effetti su piccole quantità di liquido. Fenomeni di capillarità e comportamento delle interfacce fluide, sia piane che curve. Pressione di curvatura e sua descrizione qualitativa mediante la legge di Laplace.

1. Quale affermazione descrive correttamente la tensione superficiale di un liquido?

- A) È la forza per unità di lunghezza esercitata tangenzialmente lungo una linea tracciata sulla superficie del liquido
- B) È la forza necessaria per comprimere un liquido di 1 m^3
- C) È la pressione esercitata dal liquido sulla parete del recipiente
- D) È l'energia cinetica media delle molecole in superficie
- E) È la densità di energia del liquido in condizioni isoterme

6. In un tubo capillare, se l'angolo di contatto θ è maggiore di 90° , quale comportamento ci si aspetta per un liquido come il mercurio su vetro?

- A) Depressione capillare con menisco convesso
- B) Risalita capillare con menisco concavo
- C) Risalita capillare con menisco convesso
- D) Depressione capillare con menisco concavo
- E) Assenza di qualunque effetto capillare, perché la capillarità dipende solo da p

21. La grandezza che descrive la forza per unità di lunghezza presente lungo la superficie di un liquido è la _____ superficiale.

Altri quiz nel [volume completo](#)

Quiz	Tipo	Risposta corretta	Quiz	Tipo	Risposta corretta
1	Risposta multipla	A	20	Tensione superficiale	
2	Tensione superficiale		21	Completamento	TENSIONE
3	Fenomeni di superficie		22	Fenomeni di superficie	
4	Surfattante e alveoli		23	Tensione superficiale	
5	Densità		24	Bagnabilità e menisco	
6	Risposta multipla	A	25	Tensione superficiale	
7	Tensione superficiale		26	Densità	
8	Densità		27	Tensione superficiale	
9	Analisi dimensionale		28	Fenomeni di superficie	
10	Legge di Laplace		29	Bagnabilità e menisco	
11	Tensione superficiale		30	Tensione superficiale	
12	Tensione superficiale		31	Capillarità	
13	Capillarità		32	Fenomeni di superficie	
14	Fenomeni di superficie		33	Fenomeni di superficie	
15	Densità		34	Fenomeni di superficie	
16	Fenomeni di superficie		35	Tensione superficiale	
17	Viscosità				
18	Capillarità				
19	Fenomeni di superficie				

Spiegazione dei quiz

Quiz 1 – Risposta A

La tensione superficiale nasce dal fatto che le molecole alla superficie di un liquido non sono circondate da altre molecole in tutte le direzioni: le forze intermolecolari risultano quindi sbilanciate e la superficie tende a comportarsi come un'interfaccia "tesa", perché prevalgono le attrazioni verso l'interno. Operativamente, si definisce come la forza tangenziale esercitata lungo una linea immaginaria tracciata sulla superficie, divisa per la lunghezza della linea stessa:

$$\gamma = F_T / L$$

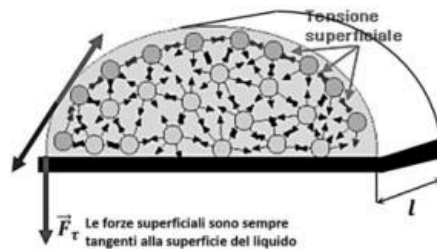
Perché le altre risposte sono errate:

B: Qui si confonde una proprietà di superficie con una proprietà volumica (compressibilità), che riguarda variazioni di volume sotto pressione.

C: La pressione è forza per unità di area ($\text{Pa} = \text{N/m}^2$) e in idrostatica dipende dalla profondità; non coincide con una forza per unità di lunghezza.

D: L'energia cinetica media delle molecole è legata alla temperatura, non è la definizione di tensione superficiale.

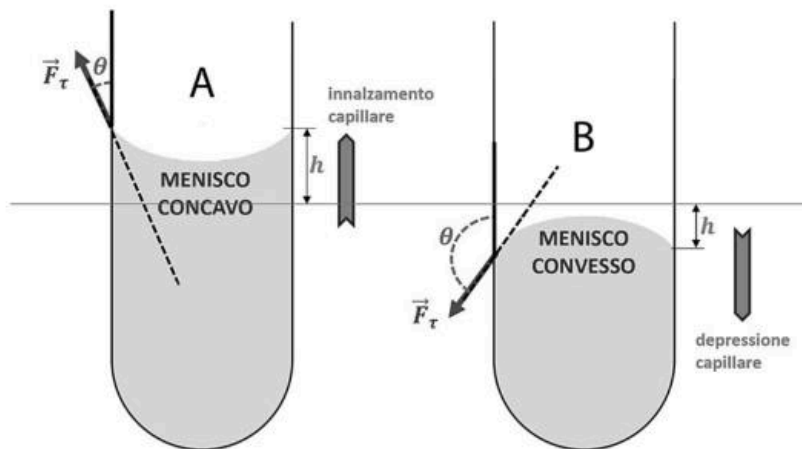
E: Una densità di energia è un'energia per unità di volume (J/m^3); la tensione superficiale è collegata a energia per unità di area (J/m^2).



Quiz 6 – Risposta A

Quando l'angolo di contatto è ottuso ($\theta > 90^\circ$) il liquido non bagna la parete: in queste condizioni $\cos\theta$ è negativo. Nella legge di Jurin $h = \frac{2\gamma \cos\theta}{\rho \cdot g \cdot r}$

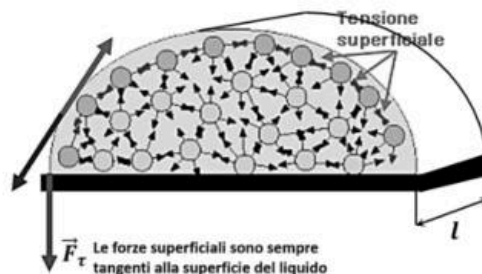
abbiamo $\cos\theta < 0$ e questo rende h negativo, cioè il livello nel capillare è più basso di quello esterno: si parla di depressione capillare. Il profilo della superficie è convesso, come tipicamente si osserva per il mercurio a contatto con il vetro.



Quiz 21 – Risposta TENSIONE

La tensione superficiale è definita come la forza tangenziale esercitata lungo una linea immaginaria tracciata sulla superficie, divisa per la

lunghezza della linea stessa: $\gamma = \frac{F_T}{L}$



RICHIAMI DI TEORIA E FORMULE per l'Unità Didattica 4

Onde meccaniche

4.1 Onde Meccaniche: Parametri e Propagazione

Un'onda meccanica è una perturbazione che si propaga in un mezzo materiale (solido, liquido o aeriforme) trasportando **energia** e **quantità di moto**, ma **non materia**. Le particelle del mezzo oscillano attorno a posizioni di equilibrio.

Grandezze Fondamentali

Per un'onda armonica (sinusoidale), le relazioni tra i parametri cinematici sono:

- Periodo T : Tempo necessario per compiere un'oscillazione completa [s].
- Frequenza f : Numero di oscillazioni nell'unità di tempo $[Hz = \frac{1}{s}]$.
- Pulsazione ω : Velocità angolare dell'oscillazione $[\frac{rad}{s}]$
- Lunghezza d'onda λ : Distanza spaziale tra due punti consecutivi in fase (es. due creste) [m].
- Velocità di propagazione v . È la velocità con cui la perturbazione avanza nel mezzo $[\frac{m}{s}]$.

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f = \frac{\omega}{k}$$

Funzione d'Onda Armonica (propagazione in una dimensione)

Descrive lo spostamento y di una particella in posizione x al tempo t : $y(x,t) = A \cos(kx \pm \omega t + \phi)$

Dove:

- A : Ampiezza massima dell'oscillazione.
- k : Numero d'onda ($k = \frac{2\pi}{\lambda}$).
- ϕ : Fase iniziale.
- Segno $\pm \omega t$: " - " propagazione verso destra (+x), " + " propagazione verso sinistra (-x)

> Tipologie di Onde

- + **Trasversali**: Oscillazione delle particelle perpendicolare alla direzione di propagazione (es. onde su una corda). Velocità su una corda tesa: $v = \sqrt{\frac{T_{\text{tensione}}}{\mu}}$ (dove μ è la densità lineare).
- + **Longitudinali**: Oscillazione parallela alla direzione di propagazione.

4.2 Principi di Sovrapposizione e Interferenza

Se due o più onde agiscono nello stesso punto, lo spostamento risultante è la somma degli spostamenti individuali (Principio di Sovrapposizione).

Date due onde coerenti con stessa frequenza:

- + **Interferenza Costruttiva**: Si verifica quando le creste (o i ventri) delle due onde coincidono.
- + **Interferenza Distruttiva**: Si verifica quando la cresta di una onda coincide con il ventre dell'altra.

ESTRATTO DIMOSTRATIVO
Questo documento è un estratto dal libro ad uso dimostrativo.
I RICHIAMI TEORICI sono presenti nel libro

➤ **Onde Stazionarie**

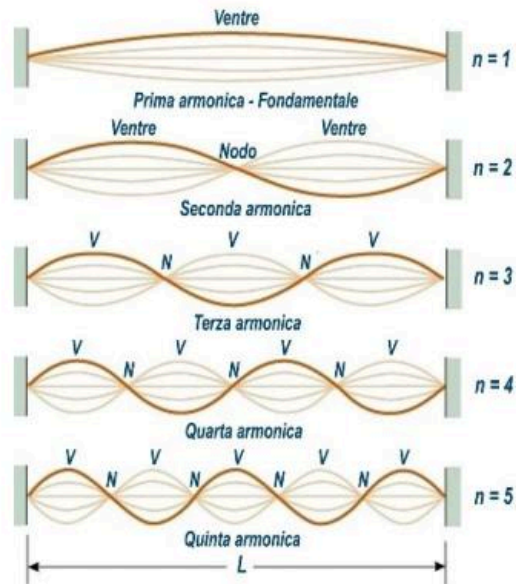
Risultato della sovrapposizione di due onde identiche che viaggiano in verso opposto (es. onda incidente + onda riflessa su una corda fissata agli estremi).

Non c'è trasporto netto di energia, ma l'energia oscilla tra nodi (punti fermi) e ventri (massima oscillazione).

Frequenze di risonanza e relative lunghezze d'onda (corda fissa agli estremi di lunghezza L):

$$f_n = n \frac{v}{2L} \quad \lambda_n = \frac{2L}{n} \quad (n = 1, 2, 3 \dots)$$

Dove $n = 1$ è la frequenza fondamentale (prima armonica).



4.3 Energia e Intensità dell'Onda

Le onde trasportano energia. Per un oscillatore armonico, l'energia meccanica totale è proporzionale al quadrato dell'ampiezza e al quadrato della pulsazione:

$$E \propto A^2 \omega^2$$

+ Potenza P : Energia trasportata nell'unità di tempo [W]: $P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$

+ Intensità I : Energia che attraversa una superficie unitaria perpendicolare alla direzione di propagazione nell'unità di tempo $\left[\frac{W}{m^2}\right]$: $I = \frac{P}{S}$

Per una sorgente puntiforme che emette onde sferiche in uno spazio vuoto, l'intensità è inversamente proporzionale al

quadrato della distanza r dalla sorgente: $I = \frac{P_{sorgente}}{4\pi r^2}$

Relazione ampiezza-distanza: $A \propto \frac{1}{r}$

4.4 Onde Acustiche

Il suono è un'onda meccanica.

➤ Velocità

Dipende dal mezzo.

ESTRATTO DIMOSTRATIVO

Questo documento è un estratto dal libro ad uso dimostrativo.
I RICHIAMI TEORICI sono presenti nel libro

+ Nel fluido: $v = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$ (B = modulo di compressibilità, ρ = densità)

+ In aria (a 20°C): $v \approx 343 \text{ m/s}$

+ In un solido a forma di barra sottile:

+ $v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$ (E = Modulo di Young (in Pascal, Pa); ρ = densità)

Il paradosso apparente: Anche se i solidi sono molto più densi dell'aria (il che dovrebbe rallentare il suono), sono infinitamente più rigidi (il modulo E è enorme). La rigidità "vince" schiacciante sulla densità, risultando in velocità elevate.

➤ **Livello di Intensità Sonora (Decibel)**

Poiché l'orecchio umano ha una risposta logaritmica, si usa la scala dei decibel (dB).

Dove:

- I è l'intensità del suono in W/m^2 .
- $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ è la soglia di udibilità (intensità standard a 1 kHz).

➤ **Livello di Intensità**

Il range di udibilità dell'orecchio umano è da 20 Hz a 20.000 Hz (20 kHz).

➤ **Ultrasuoni** (frequenze superiori a 20 kHz, usati in diagnostica medica, ecografia).

➤ **Infra-suoni** (frequenze inferiori a 20 Hz, intensità $> 10^{-12} \text{ W/m}^2$ (120 dB)).

ESTRATTO DIMOSTRATIVO
Questo documento è un estratto dal libro ad uso dimostrativo.
I RICHIAMI TEORICI sono presenti nel libro

4.5 Effetto Doppler

Variazione apparente della frequenza percepita da un osservatore quando c'è moto relativo tra sorgente S e ricevitore R .

Formula Generale (propagazione in una dimensione)

$$f_R = \frac{c \pm V_R}{c \mp V_S} f_S$$

Segno positivo se il ricevitore si avvicina alla sorgente

Segno negativo se la sorgente si avvicina al ricevitore

c = velocità di propagazione del suono



Dove:

- f' : frequenza percepita.
- f : frequenza emessa dalla sorgente.
- v : velocità del suono nel mezzo.
- v_R : velocità dell'osservatore.
- v_S : velocità della sorgente.
- **Convenzione dei Segni (Regola dell'avvicinamento/allontanamento):**
 - + **Numeratore (Osservatore):** Si usa il (+) se R si avvicina a S , il (-) se si allontana.
 - + **Denominatore (Sorgente):** Si usa il (-) se S si avvicina a R , il (+) se si allontana.
- **Sintesi intuitiva:**
 - + Avvicinamento relativo → La frequenza aumenta (suono più acuto).
 - + Allontanamento relativo → La frequenza diminuisce (suono più grave).
 - + Applicazione medica: **Ecocolordoppler** (misura della velocità del flusso sanguigno basata sulla riflessione degli ultrasuoni da parte dei globuli rossi in movimento).

Unità didattica 4 – Onde Meccaniche

4.1 Onde meccaniche: introduzione alla natura delle onde meccaniche come fenomeni di propagazione di energia e perturbazione attraverso un mezzo materiale. Concetto di oscillatore armonico come modello base di generazione di onde. Definizione di frequenza, periodo, pulsazione e lunghezza d'onda. Velocità di propagazione delle onde e relazione tra i parametri ondulatori. Equazione di propagazione per onde armoniche semplici. Esempi di onde monodimensionali: onde trasversali su una corda e onde longitudinali, come quelle sonore nei fluidi.

9. Due punti di una stessa onda armonica sono separati di $\Delta x = \lambda/2$. Qual è la loro differenza di fase?

- A) 0
- B) π rad
- C) 2π rad
- D) $\pi/2$ rad
- E) Dipende dalla velocità v

10. In un'onda trasversale che si propaga lungo una corda tesa, quale affermazione è corretta?

- A) Le particelle della corda avanzano complessivamente insieme all'onda.
- B) La perturbazione è un'alternanza di compressioni e rarefazioni lungo la corda.
- C) La velocità della corda in ogni punto coincide con la velocità di propagazione v dell'onda.
- D) La lunghezza d'onda coincide sempre con l'ampiezza A .
- E) Lo spostamento delle particelle della corda è perpendicolare alla direzione di propagazione.

25. La distanza minima tra due punti dell'onda che si trovano nello stesso stato di vibrazione (ad esempio due creste consecutive) è la _____ d'onda.

Altri quiz nel [volume completo](#)

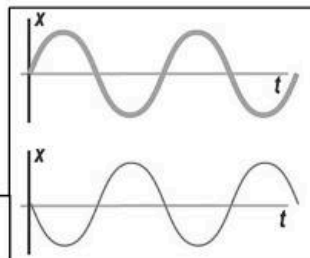
Quiz	Tipo		Risposta corretta	Quiz	Tipo		Risposta corretta
1	Parametri delle onde			21	Quantità di moto		
2	Frequenza			22	Parametri delle onde		
3	Frequenza			23	Parametri delle onde		
4	Periodo			24	Moto armonico		
5	Frequenza			25	Completamento	LUNGHEZZA	
6	Frequenza			26	Frequenza		
7	Frequenza			27	Frequenza		
8	Lunghezza d'onda			28	Numero d'onda		
9	Risposta multipla		B	29	Parametri delle onde		
10	Risposta multipla		E	30	Spostamento		
11	Onde elettromagnetiche			31	Parametri delle onde		
12	Portata e continuità			32	Densità		
13	Portata e continuità			33	Parametri delle onde		
14	Tensione nelle corde			34	Frequenza		
15	Frequenza			35	Moto armonico		
16	Frequenza			36	Frequenza		
17	Moto armonico			37	Portata e continuità		
18	Accelerazione			38	Lunghezza d'onda		
19	Densità			39	Frequenza		
20	Parametri delle onde						

Spiegazione dei quiz

Quiz 9 – Risposta B

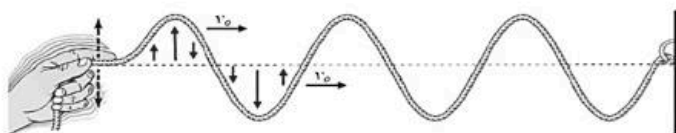
Consideriamo che durante un'oscillazione completa viene percorso uno spazio pari alla lunghezza d'onda λ . Intuitivamente ricaviamo che una lunghezza pari a mezza lunghezza d'onda è legato a mezza onda che corrisponde ad una variazione di fase pari a metà dell'angolo giro 2π necessario per un'onda intera. La metà di 2π è pari a π . In questa situazione si dice che le due onde sono in o in **controfase**.

Due onde isofrequenziali
in opposizione di fase



Quiz 10 – Risposta E

In un'onda trasversale i punti del mezzo oscillano perpendicolarmente alla direzione di propagazione. È il caso tipico di una corda: l'onda si propaga lungo la corda, mentre lo spostamento locale è verticale.



Perché le altre risposte sono errate:

A: Descrive un trasporto netto di materia; in realtà le particelle oscillano attorno all'equilibrio.

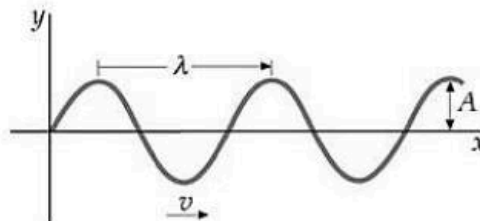
B: Compressioni e rarefazioni sono tipiche di onde longitudinali (come il suono).

C: La velocità delle particelle è quella dell'oscillazione e varia nel tempo; non coincide con la velocità di propagazione dell'onda.

D: Ampiezza e lunghezza d'onda sono grandezze diverse: una riguarda l'escursione, l'altra la periodicità spaziale.

Quiz 25 – Risposta LUNGHEZZA

La lunghezza d'onda è la periodicità spaziale: è la distanza tra due punti consecutivi in fase (cresta-cresta, ventre-ventre). È legata a velocità e frequenza dalla relazione $v = \lambda \cdot f$.



Unità didattica 4 – Onde Meccaniche**4.2 Principi di sovrapposizione e interferenza.**

2. Due onde armoniche della stessa frequenza e della stessa ampiezza A si sovrappongono nello stesso punto con differenza di fase $\Delta\phi = 0$. L'ampiezza risultante è:
- A) A
 - B) $A/2$
 - C) $2A$
 - D) 0
 - E) $\sqrt{2} A$
5. Due onde armoniche di uguale frequenza, ma ampiezze diverse A_1 e A_2 , interferiscono con differenza di fase $\Delta\phi = \pi$. L'ampiezza risultante è:
- A) $A_1 + A_2$
 - B) 0 sempre
 - C) $\sqrt{(A_1)^2 + (A_2)^2}$
 - D) $|A_1 - A_2|$
 - E) $(A_1 + A_2)/2$
21. La sovrapposizione di due onde di frequenze molto vicine produce il fenomeno dei _____.

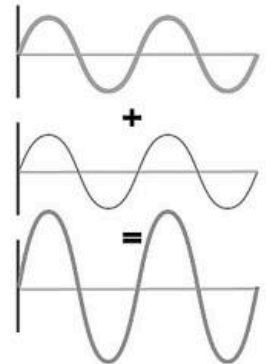
Altri quiz nel [volume completo](#)

Quiz	Tipo	Risposta corretta	Quiz	Tipo	Risposta corretta
1	Intensità delle onde		18	Interferenza e onde stazionarie	
2	Risposta multipla	C	19	Interferenza	
3	Intensità delle onde		20	Interferenza	
4	Interferenza		21	Completamento	BATTIMENTI
5	Risposta multipla	D	22	Spostamento	
6	Frequenza		23	Onde stazionarie	
7	Lunghezza d'onda		24	Lunghezza d'onda	
8	Moto armonico		25	Lunghezza d'onda	
9	Spostamento		26	Spostamento	
10	Frequenza		27	Spostamento	
11	Frequenza		28	Interferenza e onde stazionarie	
12	Onde stazionarie		29	Onde stazionarie	
13	Frequenza		30	Frequenza	
14	Frequenza		31	Interferenza	
15	Spostamento		32	Lunghezza d'onda	
16	Lunghezza d'onda		33	Interferenza	
17	Frequenza		34	Spostamento	

Spiegazione dei quiz

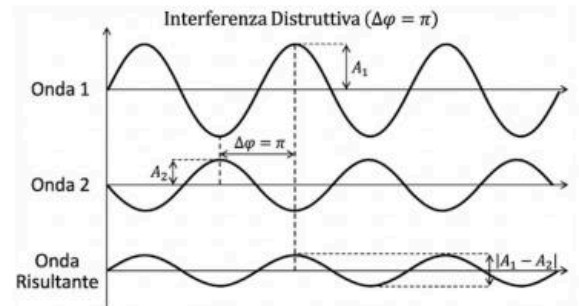
Quiz 2 – Risposta C

Con $\Delta\varphi = 0$ le due onde arrivano in fase: i massimi coincidono con i massimi e i minimi con i minimi. In questa condizione l'interferenza è costruttiva massima e l'ampiezza risultante è la somma delle ampiezze: $A + A = 2A$.



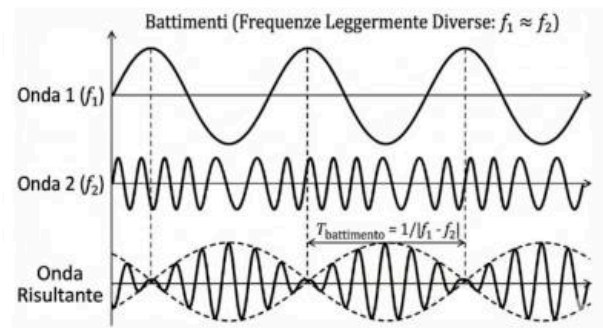
Quiz 5 – Risposta D

Con $\Delta\varphi = \pi$ le onde sono in opposizione di fase: un massimo positivo di una corrisponde a un massimo negativo dell'altra. La risultante si ottiene per differenza dei due contributi e l'ampiezza vale $|A_1 - A_2|$. L'annullamento completo si ha solo se $A_1 = A_2$.



Quiz 21 – Risposta BATTIMENTI

Se due onde hanno frequenze molto vicine, la loro sovrapposizione produce una modulazione lenta dell'ampiezza: l'onda risultante 'pulsante' è il fenomeno dei battimenti. La frequenza di modulazione è pari alla differenza tra le due frequenze.



Unità didattica 4 – Onde Meccaniche

4.3 Energia trasportata dalle onde: concetto di energia associata a un'onda meccanica. Potenza trasportata da un'onda in un mezzo elastico. Intensità dell'onda come quantità fisica misurabile, legata all'energia trasportata per unità di area e di tempo. Legge dell'inverso del quadrato della distanza.

1. L'intensità di un'onda è definita come:

- A) l'energia totale contenuta nell'onda, indipendentemente dal tempo
- B) la potenza trasportata dall'onda per unità di area perpendicolare alla direzione di propagazione
- C) la potenza trasportata dall'onda per unità di lunghezza d'onda
- D) l'ampiezza dell'oscillazione del mezzo
- E) il prodotto tra frequenza e lunghezza d'onda

2. Per un'onda armonica trasversale su una corda ideale, a parità di mezzo e di frequenza, la potenza media trasportata è proporzionale principalmente a:

- A) A^2
- B) A
- C) $1/A$
- D) T
- E) λ^2

21. In fisica delle onde, l'intensità I è definita come la _____ trasportata per unità di area.

Altri quiz nel [volume completo](#)

Quiz	Tipo	Risposta corretta	Quiz	Tipo	Risposta corretta
1	Risposta multipla	B	21	Completamento	POTENZA
2	Risposta multipla	A	22	Potenza	
3	Portata e continuità		23	Intensità delle onde	
4	Portata e continuità		24	Potenza	
5	Portata e continuità		25	Intensità delle onde	
6	Intensità delle onde		26	Energia e intensità delle onde	
7	Intensità delle onde		27	Intensità delle onde	
8	Intensità delle onde		28	Portata e continuità	
9	Intensità delle onde		29	Intensità delle onde	
10	Potenza		30	Potenza	
11	Portata e continuità		31	Intensità delle onde	
12	Portata e continuità		32	Intensità delle onde	
13	Portata e continuità		33	Intensità delle onde	
14	Potenza		34	Intensità delle onde	
15	Velocità media		35	Intensità delle onde	
16	Portata e continuità		36	Potenza	
17	Intensità delle onde		37	Energia cinetica	
18	Frequenza		38	Intensità delle onde	
19	Potenza		39	Intensità delle onde	
20	Intensità delle onde		40	Intensità delle onde	

Spiegazione dei quiz

Quiz 1 – Risposta B

L'intensità descrive quanto rapidamente l'onda trasferisce energia attraverso una superficie. È quindi una potenza "distribuita" su un'area: maggiore è la potenza che attraversa una stessa area, maggiore è l'intensità.

La relazione operativa è $I = \frac{P}{A}$, dove P è la potenza media trasportata e A l'area della superficie perpendicolare alla propagazione.

Perché le altre risposte sono errate:

A: L'energia totale dipende dall'estensione di onda considerata; non è una grandezza "per unità di area e tempo" come l'intensità.

C: La lunghezza d'onda non entra nella definizione di flusso energetico su una superficie: manca l'area attraversata.

D: L'ampiezza è un parametro dell'oscillazione; l'intensità dipende da essa, ma non coincide con essa.

E: $f \cdot \lambda$ è la velocità di propagazione, non una misura del trasporto energetico.

Quiz 2 – Risposta A

Nel regime lineare l'energia associata a un'oscillazione armonica cresce con il quadrato dell'ampiezza. Poiché la potenza media è energia per unità di tempo, e qui frequenza e mezzo sono fissati, anche la potenza media trasportata (e quindi l'intensità) risulta proporzionale ad A^2 .

Perché le altre risposte sono errate:

B: Una dipendenza lineare non riproduce l'andamento energetico delle oscillazioni armoniche.

C: Non esiste una proporzionalità inversa: diminuirebbe l'intensità all'aumentare dell'ampiezza, che è fisicamente scorretto.

D: A parità di frequenza il periodo è fissato; non è il parametro che determina la dipendenza principale della potenza dall'ampiezza.

E: Con mezzo e frequenza fissati, la lunghezza d'onda è già determinata e non controlla la potenza attraverso il suo quadrato.

Quiz 21 – Risposta POTENZA

L'intensità misura il flusso di energia e, per definizione, coincide con la potenza media trasportata per unità di area. La relazione fondamentale è $I = \frac{P}{A}$.

Unità didattica 4 – Onde Meccaniche

4.4 Onde acustiche: propagazione del suono nei diversi mezzi materiali, con particolare attenzione alla velocità del suono. Relazione tra intensità acustica e percezione sonora. Definizione di livello di intensità sonora in decibel.

1. Alla temperatura di 20 °C, quale valore è più vicino alla velocità del suono in aria secca a pressione atmosferica?
- A) Circa 200 m/s
 - B) Circa 343 m/s
 - C) Circa 500 m/s
 - D) Circa 1500 m/s
 - E) Circa 3300 m/s
4. In assenza di fenomeni dispersivi, la velocità di propagazione del suono in un dato mezzo dipende principalmente:
- A) Dalla frequenza dell'onda
 - B) Dalla lunghezza d'onda
 - C) Dalle proprietà elastiche e dalla densità del mezzo
 - D) Dall'intensità sonora emessa dalla sorgente
 - E) Dal livello in decibel misurato dall'ascoltatore
35. In un fluido, un'onda sonora è di tipo _____.

Altri quiz nel [volume completo](#)

Quiz	Tipo	Risposta corretta	Quiz	Tipo	Risposta corretta
1	Risposta multipla	B	21	Onde acustiche	
2	Frequenza		22	Onde acustiche	
3	Onde acustiche		23	Potenza	
4	Risposta multipla	C	24	Intensità delle onde	
5	Onde trasversali		25	Intensità delle onde	
6	Frequenza		26	Onde acustiche	
7	Frequenza		27	Lunghezza d'onda	
8	Frequenza		28	Frequenza	
9	Potenza		29	Frequenza	
10	Intensità delle onde		30	Frequenza	
11	Frequenza		31	Intensità delle onde	
12	Intensità delle onde		32	Intensità delle onde	
13	Intensità delle onde		33	Intensità delle onde	
14	Intensità delle onde		34	Intensità delle onde	
15	Onde acustiche		35	Completamento	LONGITUDINALE
16	Onde acustiche		36	Frequenza	
17	Intensità delle onde		37	Frequenza	
18	Intensità delle onde		38	Onde acustiche	
19	Onde acustiche		39	Assorbimento della radiazione	
20	Potenza		40	Intensità delle onde	

Spiegazione dei quiz

Quiz 1 – Risposta B

In aria a temperatura ambiente la velocità del suono è dell'ordine di 340 m/s. A 20 °C un valore comunemente accettato è circa 343 m/s. Il dato dipende soprattutto dalla temperatura (e, in misura minore, da umidità e composizione), mentre a pressione atmosferica ordinaria varia poco. Valori dell'ordine di 1500 m/s e di alcune migliaia di m/s sono invece tipici rispettivamente dei liquidi e dei solidi.

Quiz 4 – Risposta C

In un mezzo omogeneo e non dispersivo la velocità del suono è una proprietà del mezzo: dipende dall'elasticità (quanto il mezzo 'reagisce' a una compressione) e dalla densità (quanto 'inerzia' oppone all'accelerazione delle particelle). Per questo la velocità è determinata essenzialmente da proprietà meccaniche del materiale e non dalla frequenza o dall'intensità del suono.

In generale, la formula segue la struttura:

$$v = \sqrt{\frac{\text{proprietà elastica}}{\text{proprietà inerziale}}}$$

Per i **gas**, la compressione e l'espansione avvengono così velocemente da non permettere scambi di calore (processo **adiabatico**). La formula di Laplace-Newton correla la velocità alla pressione e alla temperatura: In funzione della pressione e in funzione della temperatura:

$$v = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}} \qquad v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

- γ : Coefficiente di espansione adiabatica (circa 1,4 per l'aria).
- P : Pressione del gas [Pa].
- R : Costante universale dei gas ($8,314 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$).
- T : Temperatura assoluta [K].
- M : Massa molare del gas [kg/mol].

In un **liquido**, la proprietà elastica rilevante è il **modulo di compressibilità idrostatica** (B o K), che misura quanto il fluido si oppone a una variazione di volume quando viene compresso.

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$$

- B (o K): Modulo di compressibilità (Bulk Modulus) [Pa]
- ρ : Densità del liquido [kg/m^3]

Nei **solidi** la situazione cambia a seconda della geometria. Se consideriamo un'onda longitudinale che si propaga in una **barra sottile** (dove il solido può espandersi lateralmente), si usa il **modulo di Young** (E).

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

- E : Modulo di Young [Pa]
- ρ : Densità del solido [kg/m^3]

Perché le altre risposte sono errate:

A: In assenza di dispersione la velocità non varia con la frequenza: cambia la lunghezza d'onda, non la velocità.

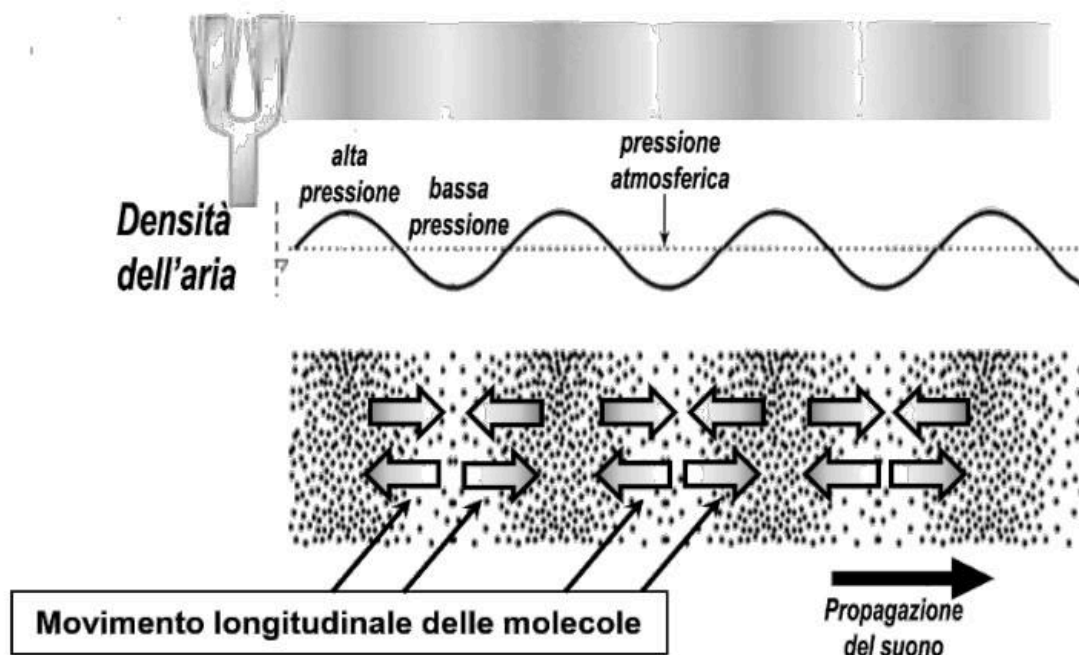
B: La lunghezza d'onda è una conseguenza di velocità e frequenza, non la causa che determina la velocità.

D: L'intensità riguarda l'energia trasportata; nel regime lineare la velocità di propagazione non dipende dall'ampiezza dell'onda.

E: Il decibel è una scala logaritmica per esprimere un livello; non è una causa fisica della velocità di propagazione.

Quiz 35 – Risposta **LONGITUDINALE**

Nei fluidi le onde sonore sono longitudinali perché il mezzo non può sostenere sforzi di taglio; la perturbazione consiste in compressioni e rarefazioni lungo la direzione di propagazione.



Unità didattica 4 – Onde Meccaniche**4.5 Effetto Doppler: descrizione qualitativa.**

3. In quale situazione, trascurando vento e riflessioni, l'effetto Doppler è nullo (cioè la frequenza percepita coincide con quella emessa)?
- A) La sorgente si muove verso l'osservatore con velocità costante lungo la congiungente.
 - B) L'osservatore si muove verso la sorgente con velocità costante lungo la congiungente.
 - C) Sorgente e osservatore sono in moto rettilineo uniforme ma con velocità diverse, purché abbiano la stessa distanza iniziale.
 - D) Sorgente e osservatore si muovono in modo che la loro velocità relativa sia perpendicolare alla congiungente (componente radiale nulla).
 - E) La sorgente aumenta la potenza acustica emessa mantenendo costante la frequenza.
6. Una sorgente emette un'onda acustica alla frequenza $f = 1000$ Hz. L'osservatore si avvicina alla sorgente con una velocità di 34 m/s, mentre la sorgente si allontana dall'osservatore con ugual velocità di 34 m/s lungo la stessa linea. Assumendo la velocità del suono pari a $v = 340$ m/s, quale frequenza viene percepita dall'osservatore?
- A) 900 Hz
 - B) 950 Hz
 - C) 1000 Hz
 - D) 1050 Hz
 - E) 1100 Hz
13. Lo spostamento Doppler dipende esclusivamente dalla componente _____ della velocità relativa tra sorgente e osservatore.

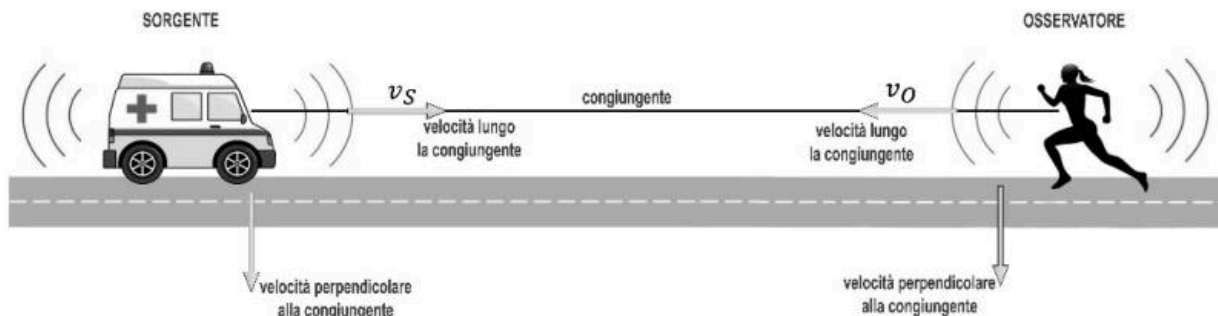
Altri quiz nel [volume completo](#)

Quiz	Tipo	Risposta corretta	Quiz	Tipo	Risposta corretta
1	Frequenza		13	Completamento	RADIALE
2	Frequenza		14	Frequenza	
3	Risposta multipla	D	15	Frequenza	
4	Frequenza		16	Spostamento	
5	Portata e continuità		17	Onde acustiche	
6	Risposta multipla	C	18	Effetto Doppler	
7	Frequenza		19	Effetto Doppler	
8	Frequenza		20	Effetto Doppler	
9	Potenza		21	Effetto Doppler	
10	Frequenza		22	Effetto Doppler	
11	Spostamento		23	Frequenza	
12	Densità				

Spiegazione dei quiz

Quiz 3 – Risposta D

Lo spostamento Doppler dipende esclusivamente dalla componente della velocità relativa lungo la retta che congiunge sorgente e osservatore (componente radiale). Se tale componente è nulla, la distanza lungo la linea di vista non varia istantaneamente e l'intervallo di tempo tra l'arrivo di due fronti d'onda successivi resta uguale a quello di emissione. In queste condizioni la frequenza percepita coincide con quella emessa.



Perché le altre risposte sono errate:

- A:** Un moto della sorgente verso l'osservatore lungo la congiungente produce aumento della frequenza percepita.
- B:** Un moto dell'osservatore verso la sorgente lungo la congiungente produce aumento della frequenza percepita.
- C:** Avere velocità diverse implica in generale una componente radiale di velocità relativa e quindi un Doppler non nullo.
- E:** La potenza modifica l'intensità (ampiezza), non la frequenza; quindi non annulla né genera di per sé lo spostamento Doppler.

Quiz 6 – Risposta C

Nell'effetto Doppler acustico classico, con osservatore che si avvicina e sorgente che si allontana, la formula generale è:

$$f' = f \left(\frac{v \pm v_O}{v \mp v_S} \right)$$

Nel caso dell'osservatore in avvicinamento si considera il valore positivo $|v_O| > 0$

Nel caso della sorgente in allontanamento si considera il valore positivo $|v_S| > 0$

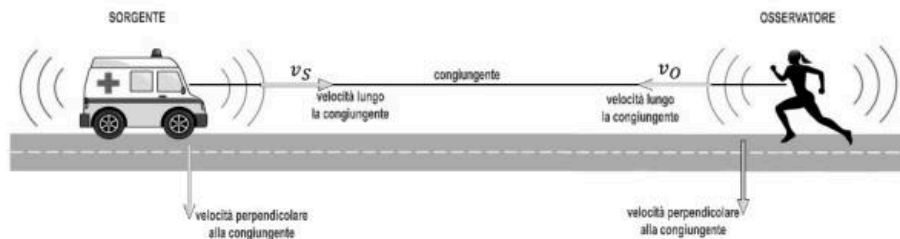
$$f' = f \left(\frac{340 + 34}{340 + 34} \right) = f = 1000 \text{ Hz}$$

La frequenza percepita non cambia. D'altronde Sorgente ed Osservatore si muovono con la stessa velocità mantenendo invariata la distanza reciproca.



Quiz 13 – Risposta RADIALE

La componente radiale è la proiezione della velocità relativa lungo la retta che congiunge sorgente e osservatore. Solo tale componente modifica il ritmo di arrivo dei fronti d'onda; le componenti perpendicolari non producono, al primo ordine, variazioni della frequenza percepita.



RICHIAMI DI TEORIA E FORMULE per l'Unità Didattica 5

Termodinamica

5.1 Concetti Fondamentali e Gas

- **Sistema e Ambiente:** Il sistema è la porzione di universo oggetto di studio; l'ambiente è tutto ciò che lo circonda. Il sistema può essere **aperto** (scambia materia ed energia), **chiuso** (scambia solo energia) o **isolato** (nessuno scambio).
- **Variabili e Stato:** Pressione P , Volume V e Temperatura T definiscono lo stato. Le **funzioni di stato** (es. U, H, S) dipendono solo dallo stato iniziale e finale, non dal percorso seguito.
- **Temperatura:** Misura l'energia cinetica media delle molecole.
Conversione: $K = ^\circ C + 273,15$ $^\circ C = K - 273,15$
- **Gas Ideali:** Molecole puntiformi, urti elastici, assenza di forze intermolecolari.
Legge dei gas perfetti: $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$
 $R = 8,314 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K}) = 0,0821 \text{ (L} \cdot \text{atm)} / (\text{mol} \cdot \text{K})$

5.2 Calore e Calorimetria

- **Calore e capacità termica**
 - ✦ Il calore è energia trasferita per differenza di temperatura; non è una funzione di stato.
 - ✦ Capacità termica C : calore necessario per aumentare la temperatura di un sistema di 1 K $C = \frac{Q}{\Delta T}$
 - ✦ Calore specifico c : capacità termica per unità di massa $c_s = \frac{C}{m}$ $Q = m \cdot c_s \cdot \Delta T$ $Q = C \cdot \Delta T$
 - ✦ Per gas ideali si distinguono: C_v (a volume costante) e C_p (a pressione costante)
 - ✦ Relazione di Mayer (gas ideale): $C_p - C_v = R$
- **Cambiamenti di Stato:** Avvengono a temperatura costante (o temperatura controllata, la temperatura resta costante).
 - ✦ Calore Latente λ : $Q = m \cdot \lambda$

5.3 Trasmissione del Calore

- **Conduzione**
 - ✦ La conduzione è proporzionale alla differenza di temperatura, all'area della superficie e inversamente proporzionale alla lunghezza del corpo.
 - ✦ Legge di Fourier: $Q = \frac{\lambda \cdot A \cdot \Delta T}{L}$ (dipendente da fluido, moto, geometria) e dalla differenza di temperatura $(T_{\text{superficie}} - T_{\text{amb}})$
 - ✦ Coefficiente di conduzione λ (dipendente dal materiale):
 - ✦ Temperatura T emette radiazione; per un corpo reale si introduce l'emissività ϵ ($0 < \epsilon < 1$).
 - ✦ Legge di Stefan-Boltzmann: $P = \epsilon \cdot \sigma \cdot A \cdot T^4$

ESTRATTO DIMOSTRATIVO
 Questo documento è un estratto dal libro ad uso dimostrativo.
 I RICHIAMI TEORICI sono presenti nel libro

5.4 Primo Principio della Termodinamica

Il primo principio esprime la conservazione dell'energia: la variazione di energia interna è pari al calore scambiato meno il lavoro compiuto dal sistema.

- **Enunciato:** $\Delta U = Q - W$
 - $Q > 0$ se assorbito (dall'ambiente al sistema);
 - $W > 0$ se fatto dal sistema (dal sistema all'ambiente - espansione di un gas).
- **Lavoro W :** In una trasformazione, è l'area sotto la curva nel piano $P - V$. $W = \int P \, dV$
- **Trasformazioni Canoniche (Gas Ideali):**

Trasformazione	Grandezza Costante	Legge	Note
Isocora	V	$P/T = \text{cost}$	$W = 0 \Rightarrow \Delta U = Q$
Isobara	P	$V/T = \text{cost}$	$W = P\Delta V$
Isoterma	T	$PV = \text{cost}$	$\Delta U = 0 \Rightarrow Q = W$
Adiabatica	$Q = 0$	$PV^\gamma = \text{cost}$	$\Delta U = -W$

5.5 Secondo Principio e Entropia

- **Enunciati:**
 - + Kelvin-Planck: Impossibile una macchina che trasformi tutto il calore assorbito in lavoro.
 - + Clausius: Il calore non passa spontaneamente da un corpo freddo a uno caldo.
- **Rendimento η :** $\eta = \frac{W}{Q_{\text{ass}}} = 1 - \frac{|Q_{\text{ced}}|}{Q_{\text{ass}}}$
- **Ciclo di Carnot:** Ciclo reversibile (due isoterme e due adiabatiche).
 - + $\eta_{\text{max}} = 1 - \frac{T_f}{T_c}$
 - + (dipende solo dalle temperature delle sorgenti).
- **Entropia S :** Funzione di stato che misura il disordine.
 - + Definizione termodinamica: $\Delta S \geq \int \frac{dQ}{T}$
 - + In un sistema isolato (universo): $\Delta S \geq 0$
- **Interpretazione Statistica (S è una grandezza estensiva):**
 - + Convenzioni e simboli
 - + Calore Q
 - + Lavoro W
 - + Primo principio
 - + Gas ideali

ESTRATTO DIMOSTRATIVO

Questo documento è un estratto dal libro ad uso dimostrativo.

I RICHIAMI TEORICI sono presenti nel libro

Costanti e valori (grandezza)

Grandezza	Simbolo	Valore (SI)
Costante universale dei gas	R	$8,314 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1} (\approx 8,3)$
Costante di Boltzmann	k_B	$1,38\times 10^{-23} \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$
Velocità della luce nel vuoto	c	$3,00\times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
Costante di Stefan–Boltzmann	σ	$5,67\times 10^{-8} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-4}$

Unità didattica 5 – Termodinamica

5.1 Concetti fondamentali: definizione di sistema e ambiente. Variabili termodinamiche (pressione, volume, temperatura) e stato termodinamico. Funzioni di stato. Temperatura e sue scale di misura. Gas perfetti ed equazione di stato.

1. Nel linguaggio della termodinamica, quale definizione descrive correttamente il sistema?

- A) Tutto ciò che si trova all'esterno della zona di studio e può interagire con essa
- B) Solo l'insieme delle pareti fisiche che separano la materia oggetto di studio dall'esterno
- C) Un insieme astratto di grandezze numeriche (P , V , T) privo di riferimento fisico diretto
- D) Qualsiasi corpo isolato che non scambia né energia né materia con l'esterno
- E) La porzione dell'universo che si decide di studiare, delimitata da un confine reale o immaginario

10. La temperatura critica di una sostanza è definita come la temperatura al di sopra della quale:

- A) Il gas si comporta sempre come ideale indipendentemente dalla pressione
- B) La pressione del sistema diventa necessariamente nulla
- C) Non è più possibile liquefare il gas mediante sola compressione
- D) Il volume molare assume un valore costante universale per tutti i gas
- E) Il calore specifico del gas si annulla

21. In termodinamica, tutto ciò che è esterno al sistema e che può interagire con esso costituisce l'_____.

Altri quiz nel [volume completo](#)

Quiz	Tipo	Risposta corretta	Quiz	Tipo	Risposta corretta
1	Risposta multipla	E	21	Completamento	AMBIENTE
2	Trasformazione adiabatica		22	Lavoro meccanico	
3	Lavoro meccanico		23	Sistemi e gas ideali	
4	Sistemi e gas ideali		24	Sistemi e gas ideali	
5	Sistemi e gas ideali		25	Unità di misura	
6	Gas ideali		26	Conversioni di unità	
7	Gas ideali		27	Sistemi e gas ideali	
8	Gas ideali		28	Sistemi e gas ideali	
9	Gas ideali		29	Sistemi e gas ideali	
10	Risposta multipla	C	30	Gas ideali	
11	Sistemi e gas ideali		31	Trasformazione isocora	
12	Unità di misura		32	Gas ideali	
13	Sistemi e gas ideali		33	Sistemi e gas ideali	
14	Gas ideali		34	Sistemi e gas ideali	
15	Pressione assoluta		35	Sistemi e gas ideali	
16	Lavoro meccanico		36	Analisi dimensionale	
17	Gas ideali				
18	Sistemi e gas ideali				
19	Gas ideali				
20	Campo elettrico				

Spiegazione dei quiz

Quiz 1 – Risposta E

In termodinamica si chiama sistema la parte dell'universo che si sceglie come oggetto di studio. Il sistema può essere delimitato da un confine reale (pareti di un recipiente) oppure da un confine immaginario (una superficie geometrica scelta per comodità). La definizione è intenzionalmente generale: include solidi, liquidi, gas e anche regioni di spazio in cui si vogliono seguire scambi energetici.

Perché le altre risposte sono errate:

A: Questa descrive l'ambiente (o esterno): tutto ciò che non appartiene al sistema ma può interagire con esso.

B: Le pareti sono parte del confine o della superficie di separazione, non coincidono con il sistema; il sistema comprende ciò che è "dentro" il confine.

C: Le variabili P , V , T descrivono lo stato del sistema, ma non sono il sistema: sono grandezze fisiche che lo caratterizzano.

D: Un sistema isolato è un caso particolare (nessuno scambio). La definizione di sistema non richiede isolamento.

Quiz 10 – Risposta C

La temperatura critica è una proprietà caratteristica della sostanza: sopra tale temperatura non esiste più una distinzione netta tra fase liquida e fase gassosa e non è possibile ottenere il liquido semplicemente comprimendo il gas. Per $T > T_c$ si possono avere gas o fluidi supercritici, ma non una condensazione liquido-vapore per sola compressione.

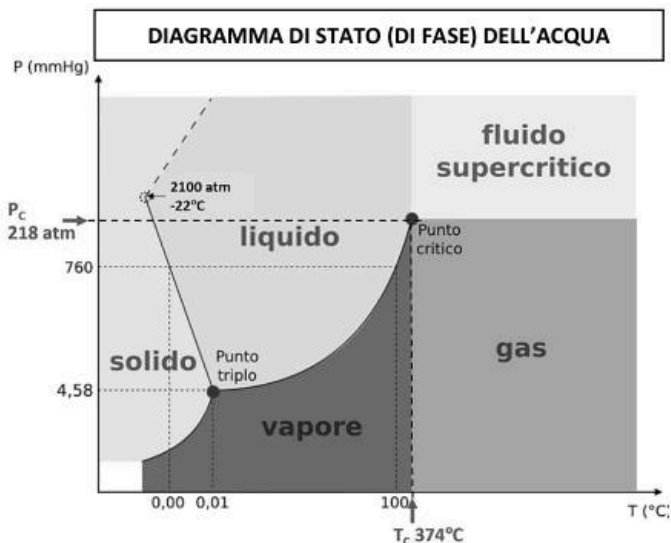
Perché le altre risposte sono errate:

A: Anche sopra T_c un gas reale può deviare dall'idealità, specialmente ad alte pressioni.

B: La pressione non deve annullarsi; al contrario può essere molto elevata.

D: Il volume molare dipende da P , T e dalla sostanza; non esiste un valore universale costante.

E: Il calore specifico non si annulla; vicino al punto critico può variare sensibilmente.



Quiz 21 – Risposta AMBIENTE

In termodinamica si distingue tra sistema e ambiente. Il sistema è l'oggetto di studio; l'ambiente è tutto ciò che sta al di fuori del confine del sistema e che può scambiare con esso energia (calore e/o lavoro) e, nei sistemi aperti, anche materia. La chiarezza di questa distinzione è essenziale per impostare correttamente il bilancio energetico.

Unità didattica 5 – Termodinamica

5.2 Calore e capacità termica: scambi di energia sotto forma di calore. Definizione di capacità termica e calore specifico, con riferimento ai gas ideali. Fenomeni di cambiamento di stato fisico (fusione, evaporazione, condensazione), calore latente. Calorimetria.

2. Un corpo ha capacità termica $C = 500 \text{ J/K}$. Se assorbe una quantità di calore $Q = 2000 \text{ J}$, di quanto aumenta la sua temperatura ΔT ?
- A) $0,25^\circ\text{C}$
 - B) 2 K
 - C) 2°C
 - D) 4°C
 - E) 8 K
19. In un esperimento di mescolamento, se si trascura la capacità termica del calorimetro, la temperatura finale teorica calcolata risulta in genere:
- A) Più alta di quella reale
 - B) Più bassa di quella reale
 - C) Esattamente uguale alla reale
 - D) Indeterminata
 - E) Uguale alla temperatura iniziale del corpo caldo
20. Un corpo assorbe $Q = 3000 \text{ J}$ e la sua capacità termica è $C = 1000 \text{ J/K}$. La variazione di temperatura è $\Delta T = \underline{\hspace{2cm}} \text{ K}$.

Altri quiz nel [volume completo](#)

Quiz	Tipo	Risposta corretta	Quiz	Tipo	Risposta corretta
1	Calore specifico		20	Completamento	3
2	Risposta multipla	D	21	Calore specifico	
3	Calore e calorimetria		22	Calore latente	
4	Calore specifico		23	Calore e calorimetria	
5	Gas ideali		24	Gas ideali	
6	Calore specifico		25	Calore specifico	
7	Calore latente		26	Calore e calorimetria	
8	Calore specifico		27	Unità di misura	
9	Calore specifico		28	Unità di misura	
10	Calore specifico		29	Calore e calorimetria	
11	Calorimetria		30	Assorbimento della radiazione	
12	Conduzione termica		31	Gas ideali	
13	Calore specifico		32	Gas ideali	
14	Calore latente		33	Calore e calorimetria	
15	Gas ideali		34	Calore e calorimetria	
16	Densità		35	Calore latente	
17	Calore e calorimetria				
18	Calore specifico				
19	Risposta multipla	A			

Spiegazione dei quiz

Quiz 2 – Risposta D

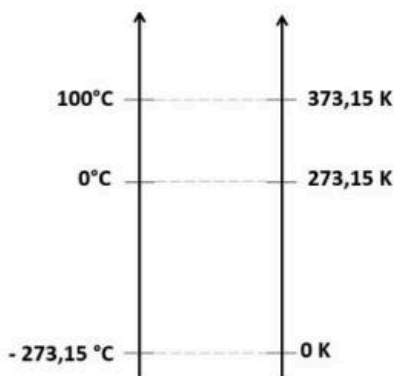
Per un riscaldamento senza cambiamento di stato si usa la relazione tra calore, capacità termica e variazione di temperatura: $Q = C \cdot \Delta T$.

$$\text{Se ne ricava: } \Delta T = \frac{Q}{C} = \frac{2000 \text{ J}}{500 \text{ J/K}} = 4 \text{ K}$$

Per l'equivalenza tra intervalli di gradi celsius e kelvin un aumento di temperatura di **4 K** equivale ad un aumento di **4°C**. Le due scale di temperatura infatti sono identiche negli intervalli e differiscono solo per una traslazione di scala.

$$^{\circ}\text{C} = \text{K} - 273,15$$

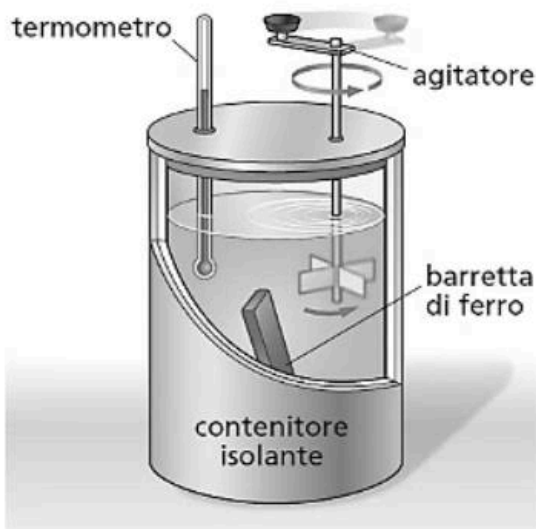
$$\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273,15$$



Quiz 19 – Risposta A

Nell'esperimento proposto dal quesito si immagina di mescolare due corpi (per esempio due liquidi oppure un solido ed un liquido) dei quali uno è più caldo dell'altro. Il calore ceduto dal corpo caldo viene ricevuto da quello freddo per intero e la temperatura finale dei due corpi sarà pari alla media ponderale delle due temperature iniziali. Il calorimetro per come è fatto ha una massa trascurabile e non si considera nel bilancio termico. Se però se ne vuole tener conto per calcoli molto accurati, allora si deve considerare che esso assorbe parte del calore ceduto dal corpo caldo. Trascurarlo nel calcolo equivale ad attribuire tutto il calore scambiato solo ai corpi considerati, sovrastimando la temperatura finale.

La temperatura finale calcolata risulta in genere più alta di quella reale.



Perché le altre risposte sono errate:

B: Sarebbe vero solo se il calorimetro cedesse calore (ad esempio se fosse inizialmente più caldo), situazione diversa da quella tipica.

C: È improbabile: ignorare una capacità termica reale introduce un errore sistematico.

D: L'effetto non è casuale: ha un verso determinato (porta a una sovrastima di T_f).

E: Non è coerente con l'esistenza di uno scambio termico tra corpi a temperatura diversa.

Quiz 20 – Risposta 3

Si usa la definizione di capacità termica $C = \frac{Q}{\Delta T}$, che lega il calore scambiato alla variazione di temperatura del corpo.

$$\Delta T = \frac{Q}{C} = 3000/1000 = 3 \text{ K}$$

Unità didattica 5 – Termodinamica

5.3 Meccanismi di trasmissione del calore: conduzione termica, convezione e irraggiamento. Flusso di calore. Emissione termica, legge di Wien e potenza irraggiata. Esempi di trasmissione del calore.

1. Una parete piana di spessore 1 cm e area $0,02 \text{ m}^2$ separa due ambienti con differenza di temperatura di 10°C . Se la conducibilità termica del materiale è $k = 0,5 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, qual è la potenza termica trasmessa per conduzione in regime stazionario?
 - A) 5 W
 - B) 1 W
 - C) 10 W
 - D) 100 W
 - E) 20 W

2. Attraverso una finestra passa una quantità di calore $Q = 600 \text{ J}$ in 10 s. Se l'area della finestra è $0,03 \text{ m}^2$, qual è il flusso di calore per unità di superficie?
 - A) $2000 \text{ W}/\text{m}^2$
 - B) $20 \text{ W}/\text{m}^2$
 - C) $200 \text{ W}/\text{m}^2$
 - D) $0,2 \text{ W}/\text{m}^2$
 - E) $600 \text{ W}/\text{m}^2$

21. Nello scambio di calore per convezione, se la potenza scambiata è $P = 180 \text{ W}$, l'area è $A = 0,20 \text{ m}^2$ e il salto termico è $\Delta T = 36 \text{ K}$, allora il coefficiente h vale _____ $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

Altri quiz nel [volume completo](#)

Quiz	Tipo	Risposta corretta	Quiz	Tipo	Risposta corretta
1	Risposta multipla	C	21	Completamento	25
2	Risposta multipla	A	22	Potenza	
3	Conduzione termica		23	Trasmissione del calore	
4	Potenza		24	Trasmissione del calore	
5	Potenza		25	Assorbimento della radiazione	
6	Potenza		26	Conduzione termica	
7	Potenza		27	Unità di misura	
8	Potenza		28	Potenza	
9	Potenza		29	Capacità elettrica	
10	Potenza		30	Trasmissione del calore	
11	Potenza		31	Conduzione termica	
12	Convezione		32	Trasmissione del calore	
13	Trasmissione del calore		33	Resistenze elettriche	
14	Conduttori		34	Trasmissione del calore	
15	Lenti sottili		35	Densità	
16	Spinta di Archimede				
17	Potenza				
18	Lavoro meccanico				
19	Conduzione termica				
20	Trasmissione del calore				

Spiegazione dei quiz

Quiz 1 – Risposta C

In regime stazionario, il trasferimento di calore per conduzione attraverso una parete piana è descritto dalla legge di Fourier che definisce il flusso di calore (W): $q = \frac{k \cdot A \cdot \Delta T}{L}$ nella quale k è la conducibilità termica ($\frac{W}{m \cdot K}$), A è l'area della superficie attraversata dal flusso di calore (m^2); L è la "lunghezza di attraversamento" da parte del flusso di calore, che in pratica è lo spessore della parete attraversata (m); ΔT è la differenza di temperatura tra le due superfici della parete. Avremo:

$$q = \frac{k \frac{W}{m \cdot K} \cdot A m^2 \cdot \Delta T K}{L m} = \frac{0,5 \cdot 0,02 \cdot 10}{0,01} = 10 W$$

Quiz 2 – Risposta A

Il flusso termico per unità di superficie, chiamato anche densità di flusso termico è la potenza per unità di area. Si calcola prima la potenza media come energia trasferita nell'unità di tempo che corrisponde al flusso di calore q : $q = \frac{Q}{t} = \frac{600}{10} = 60 W$. poi si divide per l'area attraversata: $j = \frac{q}{A} = \frac{60}{0,03} = \frac{60}{\frac{3}{100}} = 2000 \left(\frac{W}{m^2}\right)$

Quiz 21 – Risposta 25

Si isola h dalla legge di Newton ($P = h \cdot A \cdot \Delta T$): $h = \frac{P}{A \cdot \Delta T} = \frac{180}{0,20 \cdot 36} = 25 \frac{W}{m^2 \cdot K}$

Unità didattica 5 – Termodinamica

5.4 Primo principio della termodinamica: definizione e significato fisico. Energia interna, calore e lavoro. Applicazione del primo principio alle trasformazioni termodinamiche. Trasformazioni reversibili e irreversibili. Trasformazioni canoniche nei gas ideali: isoterma, isocora, isobara, adiabatica, con confronto qualitativo dei comportamenti.

5. Un gas ideale compie un ciclo termodinamico chiuso. Quale grandezza ha una variazione complessiva nulla al termine del ciclo?

- A) Il lavoro totale prodotto
- B) Il calore totale scambiato
- C) L'energia interna del sistema
- D) La pressione massima raggiunta
- E) Il volume minimo occupato

6. Nel diagramma P–V (pressione-volume), l'area sottesa dalla curva che rappresenta una trasformazione tra uno stato iniziale e uno finale indica:

- A) Il calore scambiato dal sistema
- B) La variazione di energia interna
- C) La temperatura media del processo
- D) La variazione netta di pressione
- E) Il lavoro compiuto dal gas

27. All'interno del diagramma termodinamico di Clapeyron (piano P–V), una trasformazione isocora è rappresentata graficamente da una linea _____.

Altri quiz nel [volume completo](#)

Quiz	Tipo		Risposta corretta	Quiz	Tipo		Risposta corretta
1	Lavoro meccanico			21	Primo principio		
2	Primo principio			22	Primo principio		
3	Lavoro meccanico			23	Primo principio		
4	Lavoro meccanico			24	Primo principio		
5	Risposta multipla		C	25	Primo principio		
6	Risposta multipla		E	26	Primo principio		
7	Lavoro meccanico			27	Completamento		VERTICALE
8	Lavoro meccanico			28	Trasformazione isobara		
9	Trasformazione adiabatica			29	Lavoro meccanico		
10	Gas ideali			30	Gas ideali		
11	Effetto Joule			31	Lavoro meccanico		
12	Primo principio			32	Lavoro meccanico		
13	Trasformazione isoterma			33	Spostamento		
14	Trasformazione isoterma			34	Lavoro meccanico		
15	Trasformazione isoterma			35	Lavoro meccanico		
16	Lavoro meccanico			36	Lavoro meccanico		
17	Lavoro meccanico			37	Gas ideali		
18	Lavoro meccanico			38	Primo principio		
19	Forze di attrito			39	Forze di attrito		
20	Gas ideali			40	Trasformazione adiabatica		

Spiegazione dei quiz

Quiz 5 – Risposta C

In un ciclo chiuso lo stato finale coincide con lo stato iniziale. Le funzioni di stato (come l'energia interna U) dipendono solo dallo stato e non dal percorso: quindi la variazione complessiva di U sul ciclo è zero. Lavoro e calore, invece, sono grandezze di scambio e dipendono dal cammino.

Perché le altre risposte sono errate:

A: Il lavoro totale sul ciclo è l'area racchiusa nel diagramma P - V e in generale è diverso da zero.

B: Il calore totale scambiato in un ciclo non è necessariamente nullo: deve eguagliare il lavoro totale (con segni coerenti).

D: La pressione massima è una grandezza "di percorso" e può variare a seconda del tipo di ciclo considerato.

E: Il volume minimo dipende dal cammino e non è vincolato dalla sola condizione di ciclo chiuso.

Quiz 6 – Risposta E

Nel piano P - V , la definizione di lavoro in una trasformazione quasi-statica è l'integrale $L = \int P dV$

Geometricamente, un integrale di questo tipo corrisponde all'area compresa tra la curva $P(V)$ e l'asse dei volumi, tra V_i e V_f . Se il gas si espande (V aumenta) il lavoro è positivo; se si comprime (V diminuisce) l'area "equivale" a un lavoro negativo con la convenzione dei segni $L > 0$ per lavoro compiuto dal sistema. Per questo, il diagramma P - V è uno strumento immediato per visualizzare il lavoro scambiato.

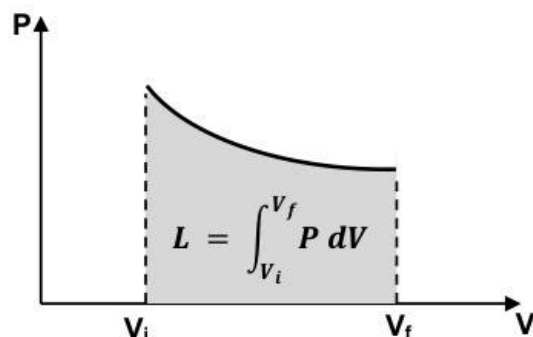
Perché le altre risposte sono errate:

A: Il calore non è direttamente un'area nel piano P - V .

B: ΔU dipende solo dagli stati iniziale e finale e non dall'area: due percorsi diversi possono avere la stessa ΔU ma lavori diversi.

C: La temperatura media non è rappresentata da una semplice area nel piano P - V .

D: La variazione netta di pressione è una differenza di ordinata ($P_f - P_i$), non un'area.



Quiz 27 – Risposta VERTICALE

Nel diagramma P - V il volume è sull'asse orizzontale: se il volume non cambia, l'ascissa resta costante. Il punto che rappresenta lo stato del sistema può allora muoversi solo lungo una linea con V costante, cioè una retta verticale. La pressione può variare liberamente lungo questa linea, ad esempio per riscaldamento o raffreddamento. Per questo la rappresentazione geometrica dell'isocora è verticale.



Unità didattica 5 – Termodinamica

5.5 Secondo principio della termodinamica: enunciati fondamentali e concetto di irreversibilità. Cicli termodinamici: definizione e funzionamento. Macchine termiche, rendimento, ciclo di Carnot. Entropia come funzione di stato, implicazioni macroscopiche e interpretazione statistica. Legame tra variazione dell'entropia e direzione naturale dei processi termodinamici.

13. Quale condizione è necessaria affinché una trasformazione che prevede scambio di calore sia considerata reversibile?
- A) Il calore deve fluire tra due corpi con una differenza di temperatura molto elevata.
 - B) Il sistema deve essere necessariamente composto da un gas ideale monoatomico.
 - C) Il processo deve essere estremamente rapido per evitare dispersioni.
 - D) Lo scambio di calore deve avvenire con una differenza di temperatura infinitesima tra sistema e sorgente.
 - E) Il sistema deve essere perfettamente isolato termicamente durante lo scambio.
15. Quale affermazione è corretta riguardo al confronto tra il rendimento di macchine reali e quello di una macchina di Carnot operanti tra le stesse due sorgenti?
- A) Una macchina reale può superare il rendimento di Carnot se opportunamente lubrificata.
 - B) Il limite di Carnot è applicabile solo ai gas ideali e non ai cicli con vapore o liquidi.
 - C) Il rendimento di Carnot dipende dalla massa del fluido evolvente utilizzato nella macchina.
 - D) Una macchina reale può raggiungere rendimento unitario eliminando completamente gli attriti.
 - E) Ogni macchina reale ha un rendimento strettamente minore di quello di Carnot a causa delle irreversibilità.
25. Nel _____ di Carnot, che utilizza un gas perfetto come fluido evolvente, il rendimento massimo dipende solo dalle temperature assolute e vale $1 - T_F/T_C$.

Altri quiz nel [volume completo](#)

Quiz	Tipo	Risposta corretta	Quiz	Tipo	Risposta corretta
1	Forze di attrito		21	Secondo principio	
2	Lavoro meccanico		22	Quantizzazione dell'energia	
3	Lavoro meccanico		23	Spontaneità	
4	Secondo principio ed entropia		24	Secondo principio ed entropia	
5	Ciclo di Carnot		25	Completamento	CICLO
6	Ciclo di Carnot		26	Secondo principio ed entropia	
7	Secondo principio ed entropia		27	Lavoro meccanico	
8	Trasformazione isoterma		28	Lavoro meccanico	
9	Entropia		29	Secondo principio ed entropia	
10	Viscosità		30	Entropia	
11	Secondo principio ed entropia		31	Trasformazione isoterma	
12	Entropia		32	Secondo principio ed entropia	
13	Risposta multipla	D	33	Lavoro meccanico	
14	Ciclo di Carnot		34	Entropia	
15	Risposta multipla	E	35	Entropia	
16	disuguaglianza di Clausius		36	Ciclo di Carnot	
17	Lavoro meccanico		37	Lavoro meccanico	
18	Secondo principio ed entropia		38	Secondo principio ed entropia	
19	Lavoro meccanico		39	Entropia	
20	Lavoro meccanico		40	Ciclo di Carnot	

Spiegazione dei quiz

Quiz 13 – Risposta D

Perché uno scambio di calore sia reversibile, deve avvenire senza gradienti (*) finiti di temperatura tra sistema e sorgente. In pratica il calore deve fluire attraverso una differenza di temperatura infinitesima, cioè infinitamente piccola, così che l'inversione del flusso richieda un cambiamento infinitesimo delle condizioni. Se la differenza di temperatura è finita, il processo produce entropia ed è irreversibile. La condizione necessaria è quindi lo scambio con una differenza di temperatura che tende a zero ($\Delta T \rightarrow 0$).

Nota (*) In fisica, il gradiente è una grandezza vettoriale che indica in quale direzione e con quale intensità varia una proprietà (come la temperatura o la pressione) nello spazio. In questo contesto, un "gradiente di temperatura" rappresenta la variazione della temperatura per unità di distanza.

Perché le altre risposte sono errate:

- A:** Una grande differenza di temperatura causa produzione di entropia e rende lo scambio irreversibile.
- B:** La reversibilità non dipende dall'essere un gas ideale monoatomico: è un criterio generale.
- C:** Processi molto rapidi favoriscono squilibri e dissipazioni, non la reversibilità.
- E:** Un sistema isolato termicamente non scambia calore: non è la condizione per uno scambio reversibile, ma l'assenza di scambio.

15 – Risposta E

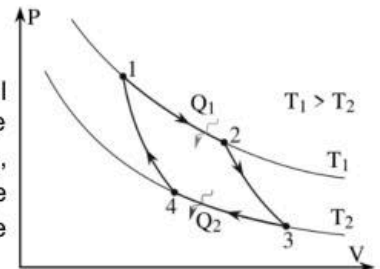
Il ciclo di Carnot fornisce un limite superiore universale: nessuna macchina termica che operi tra le stesse due temperature può avere un rendimento maggiore di quello di Carnot. Le macchine reali sono inevitabilmente affette da attriti, dissipazioni e scambi indesiderati di calore, che aumentano l'entropia totale e riducono l'energia convertibile in lavoro. Per questo, a parità di sorgenti, il rendimento reale risulta sempre inferiore a (o, al limite, tende a) quello di Carnot.

Perché le altre risposte sono errate:

- A:** Superare Carnot significherebbe violare il secondo principio della termodinamica, indipendentemente dalla lubrificazione.
- B:** Il limite di Carnot non dipende dal fluido di lavoro: vale per gas, vapori e liquidi.
- C:** Il rendimento è una proprietà del ciclo (temperature), non della massa di fluido impiegata.
- D:** Eliminare gli attriti non basta: resta necessario cedere calore a una sorgente fredda per chiudere il ciclo.

Quiz 25 – Risposta CICLO

Per una macchina di Carnot che lavora secondo il noto "**Ciclo** di Carnot" il rendimento massimo è determinato esclusivamente dalle temperature assolute della sorgente calda e di quella fredda. La relazione è $\eta = 1 - T_c/T_h$, dove T_c è la temperatura della sorgente fredda e T_h quella della sorgente calda, espresse in Kelvin. Il rapporto T_c/T_h quantifica la parte di calore che non può essere convertita in lavoro in un ciclo reversibile.



RICHIAMI DI TEORIA E FORMULE per l'Unità Didattica 6

Elettricità e magnetismo

6.1 Carica elettrica e interazioni.

- **Principio di conservazione:** La carica elettrica totale di un sistema isolato resta costante nel tempo. Le cariche si trasferiscono ma non si creano né si distruggono.
- **Unità di misura (SI): Il Coulomb (C).** Operativamente $1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot 1 \text{ s}$
- **Legge di Coulomb (Modulo della forza):** $F = k \cdot \frac{|q_1 \cdot q_2|}{r^2}$
- **Costante di proporzionalità k :** Nel vuoto $k \approx 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$
- Si lega alla costante dielettrica del vuoto ϵ_0 tramite $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$
- **Definizione di Campo Elettrico E :** È il rapporto tra la forza elettrica agente su una carica di prova q_0 e la carica stessa: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$. Si misura in N/C o V/m .
- **Campo di una carica puntiforme:** $E = k \cdot \frac{|q|}{r^2}$
- **Principio di sovrapposizione:** Il campo totale in un punto è la **somma vettoriale** dei campi prodotti dalle cariche sorgenti.
- **Linee di forza:** Escono dalle cariche **positive** ed entrano in quelle **negative**. Sono rette **parallele** ed equidistanti.
- **Forza su una carica in un campo E :** $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$
Se $q > 0$, $\vec{F}$ ha lo stesso verso di $\vec{E}$.
- **Moto di una carica**

ESTRATTO DIMOSTRATIVO

Questo documento è un estratto dal libro ad uso dimostrativo.
I RICHIAMI TEORICI sono presenti nel libro

6.2 Energia e potenziale elettrico

➤ **Definizione di Potenziale V** : Energia potenziale elettrica per unità di carica: $V = \frac{U}{q}$. Si misura in **Volt (V)**

$1 \text{ V} = 1 \text{ J/C}$ È una grandezza **scalare**.

➤ **Differenza di potenziale ΔV** : Legata al lavoro compiuto dal campo: $L = -q \Delta V$

➤ **Potenziale di una carica puntiforme**: $V = k \cdot \frac{Q}{r}$ (assumendo $V = 0$ all'infinito).

➤ **Relazione Campo-Potenziale**: Il campo elettrico punta sempre verso i **potenziali decrescenti** ed è sempre **perpendicolare** alle superfici equipotenziali.

➤ **Conservatività**: Il campo elettrostatico è **conservativo**; il lavoro non dipende dalla traiettoria ma solo dai punti estremi.

➤ **Elettronvolt (eV)**: Lavoro compiuto su una carica elementare e che attraversa $\Delta V = 1 \text{ V}$.

$$1 \text{ eV} \approx 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

6.3 Conduttori e dielettrici

➤ **Conduttori in equilibrio**: Il campo elettrico interno è nullo $E = 0$. La carica si dispone solo sulla superficie. L'intero volume è equipotenziale.

➤ **Induzione elettrostatica**: Separazione di cariche per azione di un campo elettrico esterno.

➤ **Polarizzazione**: In un dielettrico (isolante) si creano cariche legate. Questo fenomeno crea un campo elettrico interno che si oppone a quello esterno, creando un campo netto più debole.

➤ **Costante dielettrica**: Rapporto tra la costante di Coulomb nel vuoto e quella nel mezzo. $\epsilon_r = \frac{\epsilon}{\epsilon_0}$. È sempre maggiore o uguale a 1.

➤ **Rottura dielettrica**: Fenomeno che si verifica quando il campo elettrico supera un certo valore, rendendo il dielettrico conduttore prima della scarica (rottura).

ESTRATTO DIMOSTRATIVO

Questo documento è un estratto dal libro ad uso dimostrativo.
I RICHIAMI TEORICI sono presenti nel libro

6.4 Corrente elettrica e Leggi di Ohm

➤ **Intensità di corrente I** : Quantità di carica che attraversa una sezione nell'unità di tempo: $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ Unità:

Ampere (A).

➤ **I Legge di Ohm:** $\Delta V = R \cdot I$ Valida per conduttori **ohmici** (relazione lineare V-I).

➤ **Il Legge di Ohm:** $R = \rho \cdot \frac{L}{A}$ La resistenza dipende dalla resistività ρ (proprietà del materiale), dalla lunghezza L e dalla sezione A .

➤ **Effetto Joule:** Trasformazione di energia elettrica in calore.

* **Potenza:** $P = V \cdot I = R \cdot I^2 = \frac{V^2}{R}$ Unità: Watt (W).

* **Energia:** $E = P \cdot t$ Unità: Joule (J).

➤ **Resistenze in serie:** $R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots$ (stessa corrente).

➤ **Resistenze in parallelo:** $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$

R_{eq} è sempre

ESTRATTO DIMOSTRATIVO

Questo documento è un estratto dal libro ad uso dimostrativo.
I RICHIAMI TEORICI sono presenti nel libro

6.5 Capa

➤ **Definizione di Capacità C** : $C = \frac{Q}{\Delta V}$ Unità: Farad (F).

➤ **Condensatore piano:** $C = \epsilon \cdot \frac{A}{d} = \epsilon_R \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d}$

➤ **Effetto del dielettrico:** Inserendo un dielettrico, la capacità aumenta di un fattore ϵ_R $C = \epsilon_R C_0$

➤ **Energia immagazzinata:** $U = \frac{1}{2} C V^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$

➤ **Condensatori in serie:** $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots$ $C_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots}$

C_{eq} è sempre **minore** della più piccola capacità del gruppo.

➤ **Condensatori in parallelo:** $C_{eq} = C_1 + C_2 + \dots$

6.6 Campo magnetico

- **Esperimento di Oersted:** Una corrente genera un campo magnetico.
- **Forza di Lorentz (su una carica):** $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$. Modulo: $F = |q| \cdot v \cdot B \cdot \sin \theta$
- È sempre perpendicolare a $\vec{v}$ e $\vec{B}$, quindi non compie lavoro.
- **Forza su un filo (Legge di Laplace):** $\vec{F} = I\vec{L} \times \vec{B}$. Modulo: $F = I \cdot L \cdot B \cdot \sin \theta$
- **Unità di misura di B:** il Tesla (T). $1 \text{ T} = 1 \text{ N}/(\text{A} \cdot \text{m})$
- **Traiettorie:** Se $\vec{v} \perp \vec{B}$, il moto è circolare uniforme. Se c'è una componente parallela, il moto è elicoidale.
- **Spira e Solenoide:**
 - Centro della spira: $\vec{B}$ è perpendicolare al piano della spira.
 - Solenoide ideale: Campo interno uniforme e parallelo all'asse $\vec{B} \equiv \mu_0 \cdot n \cdot I$. Campo esterno trascurabile.

6.7 Induzione elettromagnetica

- **Flusso magnetico Φ_B :** $\Phi_B = B \cdot A \cdot \cos \theta$. Unità: **Weber (Wb)**.
- **Legge di Faraday-Neumann-Lenz:** $\epsilon = - \frac{d\Phi_B}{dt}$
- **Legge di Lenz:** La corrente indotta si oppone alla variazione del segno meno.
- **Trasformatore:** $\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$
- **Funziona solo se**

ESTRATTO DIMOSTRATIVO
 Questo documento è un estratto dal libro ad uso dimostrativo.
 I RICHIAMI TEORICI sono presenti nel libro

Unità didattica 6 – Elettricità e magnetismo

6.1 Carica elettrica e interazioni: proprietà fondamentali della carica elettrica, unità di misura, conservazione della carica. Interazione tra cariche puntiformi e legge di Coulomb. Definizione di campo elettrico e rappresentazione tramite linee di forza. Campo generato da una carica puntiforme o da una distribuzione di più cariche puntiformi. Moto di una carica in un campo elettrico uniforme.

4. Due cariche puntiformi di segno opposto sono poste a una distanza r nel vuoto. Quale tra le seguenti affermazioni descrive correttamente la loro interazione?

- A) La forza è repulsiva e agisce lungo la direzione perpendicolare alla retta congiungente.
- B) La forza è attrattiva e agisce lungo la retta che unisce i centri delle due cariche.
- C) La forza è nulla perché i segni opposti delle cariche tendono ad annullare l'intensità.
- D) La forza dipende esclusivamente dalla distanza r e non dal valore numerico delle cariche.
- E) La forza elettrica tra due cariche nel vuoto è sempre di natura repulsiva.

8. Due cariche puntiformi identiche $+Q$ sono poste agli estremi di un segmento di lunghezza L . Nel punto medio del segmento, il campo elettrico risultante vale:

- A) Il doppio del campo generato da una singola carica $+Q$.
- B) La metà del campo generato da una singola carica $+Q$.
- C) Un valore non nullo diretto dal punto medio verso una delle due cariche.
- D) Zero, a causa della cancellazione vettoriale dei due contributi opposti.
- E) Zero solo nell'ipotesi specifica che la carica Q sia nulla.

21. La carica elettrica totale di un sistema isolato rimane costante nel tempo secondo il principio di _____ della carica.

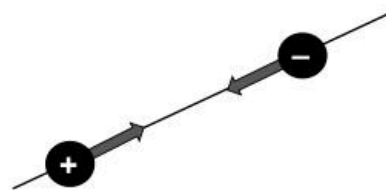
Altri quiz nel [volume completo](#)

Quiz	Tipo	Risposta corretta	Quiz	Tipo	Risposta corretta
1	Conservazione dell'energia		21	Completamento	CONSERVAZIONE
2	Legge di Coulomb		22	Unità di misura	
3	Legge di Coulomb		23	Carica e campo elettrico	
4	Risposta multipla	B	24	Carica e campo elettrico	
5	Lavoro meccanico		25	Campo elettrico	
6	Campo elettrico		26	Campo elettrico	
7	Campo elettrico		27	Campo elettrico	
8	Risposta multipla	D	28	Campo elettrico	
9	Campo elettrico		29	Campo elettrico	
10	Campo elettrico		30	Dielettrici	
11	Campo elettrico		31	Intensità delle onde	
12	Campo elettrico		32	Legge di Coulomb	
13	Legge di Coulomb		33	Carica e campo elettrico	
14	Campo elettrico		34	Campo elettrico	
15	Campo elettrico		35	Carica e campo elettrico	
16	Accelerazione		36	Legge di Coulomb	
17	Intensità delle onde		37	Campo elettrico	
18	Accelerazione		38	Carica e campo elettrico	
19	Campo elettrico		39	Conduttori	
20	Intensità delle onde		40	Campo elettrico	

Spiegazione dei quiz

Quiz 4 – Risposta B

Cariche di segno opposto si attraggono. La forza di Coulomb è una forza centrale: il vettore forza è sempre diretto lungo la retta che congiunge i centri delle due cariche. Nel caso di cariche opposte, ciascuna carica subisce una forza diretta verso l'altra, con stesso modulo e verso opposto (terza legge di Newton).



Perché le altre risposte sono errate:

A: La forza non è perpendicolare alla congiungente: in elettrostatica agisce lungo la retta che unisce le cariche.

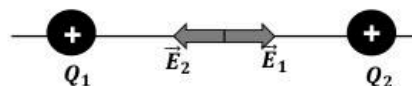
C: Il segno opposto determina il verso attrattivo, ma non annulla l'intensità: il modulo dipende da $|q_1 \cdot q_2|$ e da r .

D: La forza dipende sia dalla distanza sia dal valore delle cariche; trascurare q_1 e q_2 è un errore concettuale.

E: La forza può essere attrattiva o repulsiva a seconda dei segni: non è "sempre repulsiva".

Quiz 8 – Risposta D

Nel punto medio tra due cariche identiche $+Q$ poste simmetricamente, i due campi hanno lo stesso modulo perché la distanza dalle sorgenti è la stessa. Tuttavia i vettori campo sono opposti: ciascun campo è diretto via dalla carica positiva, quindi nel punto medio uno punta a destra e l'altro a sinistra. La somma vettoriale di due vettori uguali e opposti è zero. Questa è una tipica cancellazione per simmetria.



Perché le altre risposte sono errate:

A: Non si raddoppia perché i due contributi non hanno lo stesso verso; si annullano.

B: Non si dimezza: la cancellazione è completa per simmetria.

C: In una configurazione perfettamente simmetrica non esiste un verso privilegiato nel punto medio.

E: Il campo è nullo per qualunque Q non nullo; non serve che Q sia zero.

Quiz 21 – Risposta CONSERVAZIONE

Il principio di conservazione della carica elettrica stabilisce che, in un sistema isolato, la carica totale non varia nel tempo. La carica può spostarsi da un corpo all'altro, o separarsi localmente per induzione, ma la somma algebrica resta invariata. Questo significa che non esistono processi che "creino" carica netta dal nulla o che la "distruggano": cambia solo la distribuzione. È un principio generale dell'elettromagnetismo.

Unità didattica 6 – Elettricità e magnetismo

6.2 Energia e potenziale elettrico: energia potenziale associata a una distribuzione di cariche. Definizione di potenziale elettrico e differenza di potenziale. Conservazione dell'energia per una carica in movimento in un campo elettrico.

1. Un elettrone attraversa una differenza di potenziale di 200 V spostandosi verso un punto a potenziale più alto. Di quanto varia la sua energia potenziale elettrica, espressa in eV?
 - A) Aumenta di 200 eV
 - B) Aumenta di 200 J
 - C) Diminuisce di 200 J
 - D) Diminuisce di 200 eV
 - E) Rimane invariata

5. Qual è la relazione geometrica che intercorre sempre tra le linee del campo elettrico e le superfici equipotenziali in una configurazione elettrostatica?
 - A) Sono sempre parallele tra loro
 - B) Formano un angolo costante di 45°
 - C) Non esiste una relazione geometrica generale definita
 - D) Sono perpendicolari solo se le cariche si trovano nel vuoto
 - E) Sono sempre perpendicolari tra loro

21. In elettrostatica il campo elettrico è _____, perché il lavoro compiuto su una carica non dipende dalla traiettoria.

Altri quiz nel [volume completo](#)

Quiz	Tipo	Risposta corretta	Quiz	Tipo	Risposta corretta
1	Risposta multipla	D	21	Completamento	CONSERVATIVO
2	Lavoro meccanico		22	Energia potenziale	
3	Potenziale elettrico		23	Unità di misura	
4	Energia potenziale		24	Energia potenziale	
5	Risposta multipla	E	25	Energia potenziale	
6	Campo elettrico		26	Campo elettrico	
7	Energia potenziale		27	Energia e potenziale elettrico	
8	Spostamento		28	Energia potenziale	
9	Lenti sottili		29	Energia e potenziale elettrico	
10	Campo elettrico		30	Lavoro meccanico	
11	Potenziale elettrico		31	Energia potenziale	
12	Potenziale elettrico				
13	Potenziale elettrico				
14	Lavoro meccanico				
15	Campo elettrico				
16	Campo elettrico				
17	Energia e potenziale elettrico				
18	Potenziale elettrico				
19	Potenziale elettrico				
20	Potenziale elettrico				

Spiegazione dei quiz

Quiz 1 – Risposta D

Il potenziale elettrico V , o meglio la differenza di potenziale elettrico ΔV , è definito come il rapporto tra l'energia potenziale in gioco quando una carica si sposta in un campo elettrico e la carica stessa: $\Delta V = \frac{\Delta U_{el}}{q}$

Di conseguenza la variazione di energia potenziale elettrica quando una carica attraversa una differenza di potenziale vale $\Delta U_{el} = q \cdot \Delta V$. Per il calcolo consideriamo la carica di un elettrone che viene denominata convenzionalmente “ e ”; tenendo conto della carica negativa dell'elettrone utilizzeremo il valore $q = -e$.

Per la differenza di potenziale consideriamo che l'elettrone passa verso un potenziale più alto, quindi $\Delta V = +200 \text{ V}$:

$$\Delta U_{el} = q \cdot \Delta V = -e \cdot 200 = -200 \text{ eV}$$

L'energia così calcolata è misurata in "elettronvolt" eV invece della classica misura in joule prevista dal sistema internazionale.

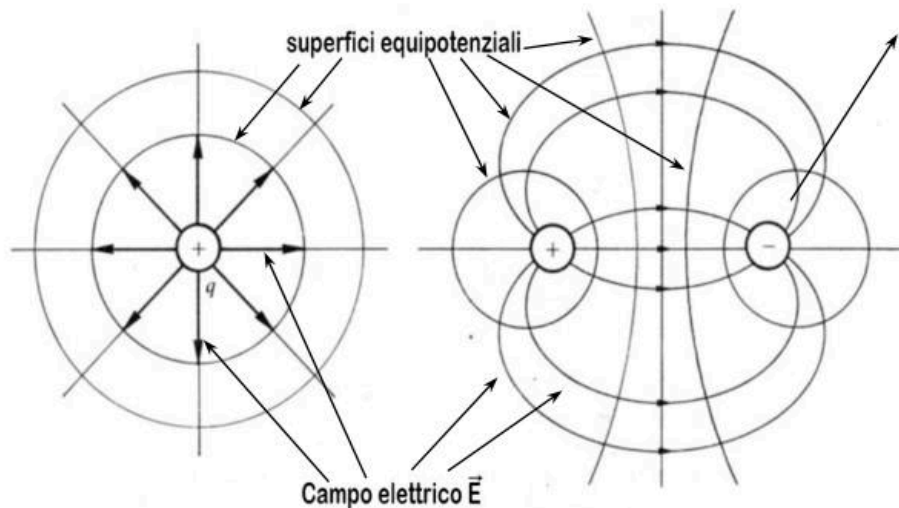
Il segno negativo della differenza di energia potenziale elettrica è coerente con il fatto che le cariche negative si muovono spontaneamente verso potenziali maggiori, ma perdono energia potenziale. Similmente ad una massa che cade al suolo attratta dalla massa del pianeta; cadendo perde energia potenziale gravitazionale $\Delta U_{grav} = m \cdot g \cdot \Delta h < 0$ perché in caduta diminuisce l'altezza dal suolo $\Delta h < 0$; L'energia potenziale gravitazionale si trasformerà in altre forme di energia, tipicamente energia cinetica.

Similmente l'elettrone "cade" verso potenziali elettrici positivi, perdendo energia potenziale elettrica; energia che si trasformerà in altre forme a seconda della situazione.

Quiz 5 – Risposta E

In elettrostatica la relazione è: le linee del campo elettrico tagliano le superfici equipotenziali a 90°

Se il campo avesse anche solo una *piccola* componente lungo la superficie equipotenziale, potrebbe fare lavoro mentre ci si sposta su quella superficie... e allora il potenziale non sarebbe più costante.



Perché le altre risposte sono errate:

A: Se fossero parallele, il campo compirebbe lavoro lungo la superficie, contro la definizione di equipotenziale.

B: L'angolo di 45° non ha fondamento: la condizione corretta è 90° .

C: La relazione è generale e non dipende dal mezzo o da particolari situazioni.

D: Non dipende dal vuoto: è una proprietà geometrica generale dell'elettrostatica.

Quiz 21 – Risposta **CONSERVATIVO**

Il campo elettrostatico è conservativo: il lavoro per spostare una carica tra due punti dipende solo dagli estremi e non dalla traiettoria. Questo permette di definire un'energia potenziale e un potenziale elettrico ben definiti. In termini matematici, su un percorso chiuso la circuitazione del campo è zero $\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$

Unità didattica 6 – Elettricità e magnetismo**6.3 Conduttori e dielettrici (isolanti): descrizione qualitativa dei fenomeni di induzione elettrostatica e di polarizzazione.**

2. Un conduttore isolato, inizialmente neutro, viene avvicinato a una bacchetta carica positivamente senza contatto. Qual è l'esito corretto?
- A) Il conduttore acquisisce una carica positiva netta perché viene attratto dalla bacchetta.
 - B) Il conduttore acquisisce una carica negativa netta perché gli elettroni "entrano" nel metallo dal nulla.
 - C) Sul conduttore compare soltanto carica negativa, distribuita uniformemente su tutta la superficie.
 - D) Sul conduttore compare soltanto carica positiva, distribuita uniformemente su tutta la superficie.
 - E) Nel conduttore avviene una separazione di cariche: vicino alla bacchetta si accumula carica negativa, lontano carica positiva, con carica totale nulla.
4. In un dielettrico posto in un campo elettrico esterno, quale descrizione definisce correttamente il fenomeno della polarizzazione?
- A) Le cariche libere del dielettrico scorrono verso la superficie fino ad annullare il campo interno, come in un metallo.
 - B) Il materiale produce un campo interno che si somma sempre a quello esterno, intensificandolo progressivamente.
 - C) Il dielettrico rimane indifferente: soltanto i conduttori reagiscono a un campo esterno.
 - D) Nel dielettrico si orientano o si deformano i dipoli microscopici: compaiono cariche legate che riducono il campo interno.
 - E) Il materiale si carica necessariamente con una carica netta non nulla, anche senza contatto.
31. In un condensatore a facce piane e parallele, le linee del campo elettrico all'interno sono tra loro _____.

Altri quiz nel [volume completo](#)

Quiz	Tipo	Risposta corretta	Quiz	Tipo	Risposta corretta
1	Campo elettrico		19	Dielettrici	
2	Risposta multipla	E	20	Campo elettrico	
3	Dielettrici		21	Campo elettrico	
4	Risposta multipla	D	22	Dielettrici	
5	Dielettrici		23	Conduttori e dielettrici	
6	Densità		24	Conduttori	
7	Campo elettrico		25	Dielettrici	
8	Dielettrici		26	Campo elettrico	
9	Conduttori		27	Conduttori	
10	Conduttori		28	Potenziale elettrico	
11	Campo elettrico		29	Conduttori e dielettrici	
12	Densità		30	Condensatori	
13	Densità		31	Completamento	PARALLELE
14	Dielettrici		32	Condensatori	
15	Dielettrici		33	Campo elettrico	
16	Dielettrici		34	Campo elettrico	
17	Dielettrici		35	Dielettrici	
18	Conduttori		36	Dielettrici	

Spiegazione dei quiz

Quiz 2 – Risposta E

Avvicinando una bacchetta positiva a un conduttore neutro isolato, gli elettroni del metallo vengono attratti verso la faccia più vicina. Sulla faccia opposta resta una carenza di elettroni, quindi carica positiva.

Il fenomeno è l'**induzione elettrostatica**: si separano cariche, ma la carica totale del conduttore resta nulla perché non c'è contatto né collegamento a terra.

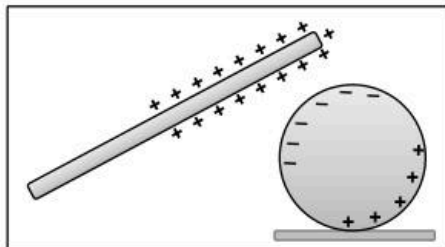
Perché le altre risposte sono errate:

A: Senza contatto non può comparire carica netta positiva.

B: Senza un collegamento esterno non si può acquisire carica netta negativa.

C: La sola carica negativa violerebbe la conservazione della carica (inizialmente neutro).

D: Il campo esterno rompe la simmetria: la distribuzione non può essere uniforme.



Quiz 4 – Risposta D

In un dielettrico le cariche sono legate: non scorrono come in un metallo. Un campo esterno può però orientare dipoli permanenti o deformare quelli indotti.

Questo produce cariche legate sulle superfici del dielettrico e un campo di polarizzazione che, in genere, si oppone al campo applicato, riducendo il campo interno.

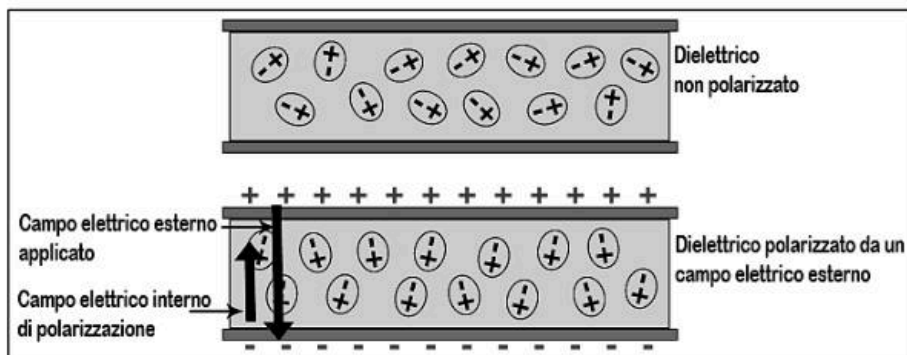
Perché le altre risposte sono errate:

A: Descrive un conduttore, non un isolante.

B: In regime lineare il campo di polarizzazione tende a opporsi, non a rinforzare.

C: I dielettrici reagiscono proprio tramite polarizzazione.

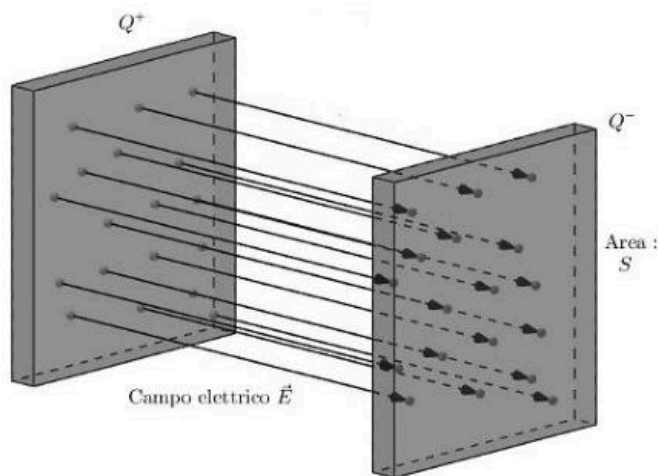
E: La polarizzazione non implica necessariamente carica netta acquisita dall'esterno.



Quiz – 31 – Risposta PARALLELE

In un condensatore piano ideale, lontano dai bordi, il campo elettrico interno è uniforme. Le linee di campo che rappresentano un campo uniforme sono rette, equidistanti e tra loro parallele.

Solo nei bordi le linee di campo non sono più parallele; si evita di considerare gli effetti di bordo quando la superficie delle armature è nettamente più grande rispetto alla distanza.



Unità didattica 6 – Elettricità e magnetismo

6.4 Corrente elettrica: corrente continua, intensità di corrente, generatore elettrico e differenza di potenziale applicata. Conduzione nei conduttori ohmici. Leggi di Ohm, resistenza e resistività dei materiali. Potenza elettrica dissipata per effetto Joule. Combinazione di resistenze in serie e in parallelo.

5. Due resistenze di $2\ \Omega$ e $3\ \Omega$ sono collegate in serie. La resistenza equivalente del sistema vale:

- A) $1\ \Omega$
- B) $6\ \Omega$
- C) $2,5\ \Omega$
- D) $0,4\ \Omega$
- E) $5\ \Omega$

6. Due resistenze di $6\ \Omega$ e $3\ \Omega$ sono collegate in parallelo. La resistenza equivalente del sistema vale:

- A) $9\ \Omega$
- B) $4,5\ \Omega$
- C) $2\ \Omega$
- D) $1,5\ \Omega$
- E) $3\ \Omega$

21. La corrente elettrica è definita come il flusso ordinato di _____ attraverso una sezione trasversale di un conduttore.

Altri quiz nel [volume completo](#)

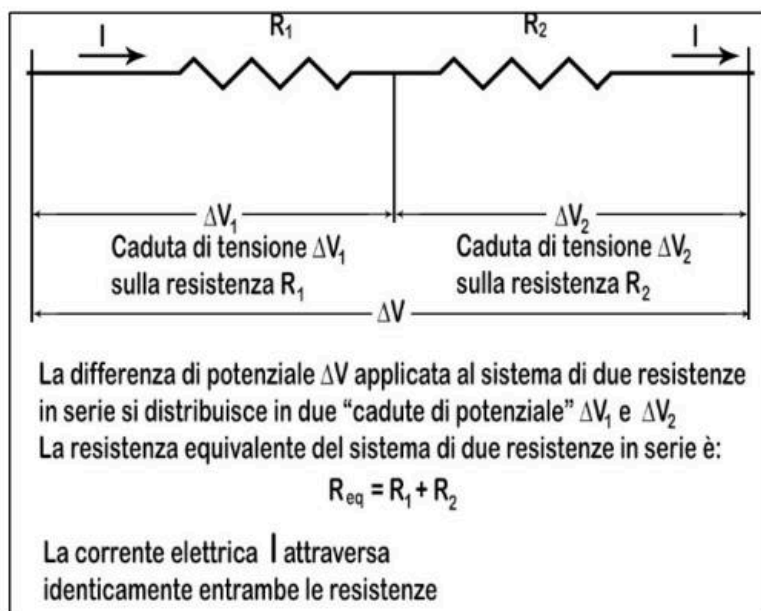
Quiz	Tipo	Risposta corretta	Quiz	Tipo	Risposta corretta
1	Conduttori		21	Completamento	CARICA
2	Potenza		22	Intensità delle onde	
3	Resistenze elettriche		23	Conduttori	
4	Intensità delle onde		24	Corrente elettrica	
5	Risposta multipla	E	25	Resistenze elettriche	
6	Risposta multipla	C	26	Resistenze elettriche	
7	Potenza		27	Resistenze elettriche	
8	Potenza		28	Conduttori	
9	Resistenze elettriche		29	Potenza	
10	Campo elettrico		30	Corrente elettrica	
11	Potenza		31	Resistenze elettriche	
12	Resistenze elettriche		32	Potenza	
13	Conduttori		33	Conduttori	
14	Resistenze elettriche		34	Conduttori	
15	Potenza		35	Intensità delle onde	
16	Densità		36	Circuiti in corrente continua	
17	Resistenze elettriche		37	Conduttori	
18	Resistenze elettriche		38	Intensità delle onde	
19	Intensità delle onde		39	Potenza	
20	Potenza		40	Resistenze elettriche	

Spiegazione dei quiz

Quiz 5 – Risposta E

Nel collegamento in serie la corrente è la stessa in tutti i resistori e la tensione totale è la somma delle cadute di tensione. Ne segue che l'opposizione complessiva al passaggio di corrente è la somma delle singole resistenze: ogni resistore aggiunge un "pezzo" di difficoltà al moto delle cariche.

$$R_{eq} = R_1 + R_2 = 2 + 3 = 5 \, \Omega$$

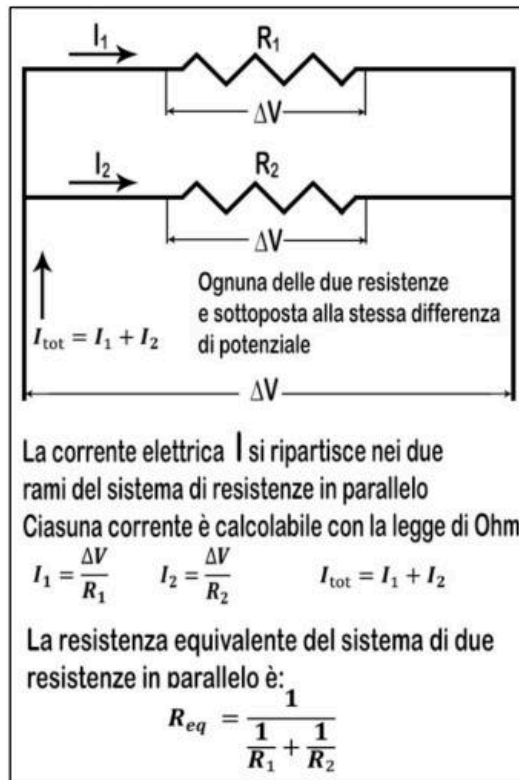


Quiz 6 – Risposta **C**

In parallelo la tensione è la stessa ai capi di ogni ramo, mentre la corrente si ripartisce tra i rami. L'equivalente si ottiene sommando le conduttanze (conduttanza=inverso della resistenza): $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

La resistenza equivalente è data dalla relazione

$$R_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{1}{\frac{1}{6} + \frac{1}{3}} = 2 \, \Omega$$



Quiz 21 – Risposta **CARICA** oppure **CARICHE** oppure **ELETTRONI**

La corrente elettrica, in senso generale, è il flusso ordinato di carica attraverso una sezione: la parola mancante richiama la grandezza fisica che "si muove" nel circuito. Nei metalli i portatori reali sono elettroni, ma la definizione non cambia: conta la carica complessiva trasferita.

Unità didattica 6 – Elettricità e magnetismo

6.5 Capacità e condensatori: concetto di capacità elettrica. Capacità del condensatore piano, effetto della presenza di un dielettrico. Energia immagazzinata in un condensatore carico. Collegamenti di condensatori in serie e in parallelo.

7. Nel modello di condensatore piano ideale (trascurando gli effetti di bordo), il campo elettrico tra le armature è:
- A) Nullo perché le armature sono corpi equipotenziali
 - B) Radiale come quello generato da una carica puntiforme
 - C) Parallelo alle armature e non perpendicolare ad esse
 - D) Uniforme e diretto dalla piastra positiva a quella negativa
 - E) Sempre variabile nel tempo anche a tensione costante
14. Due condensatori in serie, $C_1 = 2 \mu\text{F}$ e $C_2 = 4 \mu\text{F}$, sono collegati a una tensione totale di 6 V. Qual è la tensione ai capi di C_1 ?
- A) 2 V
 - B) 4 V
 - C) 3 V
 - D) 1 V
 - E) 6 V
26. Un condensatore da $1 \mu\text{F}$ e uno da $5 \mu\text{F}$ collegati in parallelo hanno una capacità equivalente complessiva di _____ μF .

Altri quiz nel [volume completo](#)

Quiz	Tipo	Risposta corretta	Quiz	Tipo	Risposta corretta
1	Potenza		18	Condensatori	
2	Condensatori		19	Condensatori	
3	Dielettrici		20	Dielettrici	
4	Condensatori		21	Campo elettrico	
5	Condensatori		22	Condensatori	
6	Condensatori		23	Condensatori	
7	Risposta multipla	D	24	Corrente elettrica	
8	Campo elettrico		25	Condensatori	
9	Condensatori		26	Completamento	6
10	Legge di Coulomb		27	Condensatori	
11	Condensatori		28	Condensatori	
12	Campo elettrico		29	Condensatori	
13	Conduttori		30	Dielettrici	
14	Risposta multipla	B	31	Corrente elettrica	
15	Condensatori		32	Condensatori	
16	Condensatori				
17	Capacità elettrica				

Spiegazione dei quiz

Quiz 7 – Risposta D

Tra due lastre piane e parallele molto estese, trascurando gli effetti di bordo, il campo elettrico è uniforme e perpendicolare alle armature, diretto dalla piastra positiva a quella negativa.

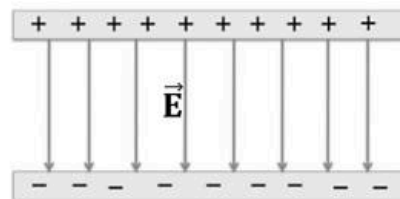
Perché le altre risposte sono errate:

A: Le armature sono equipotenziali singolarmente, ma tra due equipotenziali diversi il campo non è nullo.

B: Un campo radiale è tipico di simmetria sferica o puntiforme, non di lastre piane.

C: Il campo interno è perpendicolare alle piastre; un campo parallelo non giustificerebbe la distribuzione di carica sulle armature.

E: A tensione costante e in condizioni stazionarie, il campo non varia nel tempo.



Quiz 14 – Risposta B

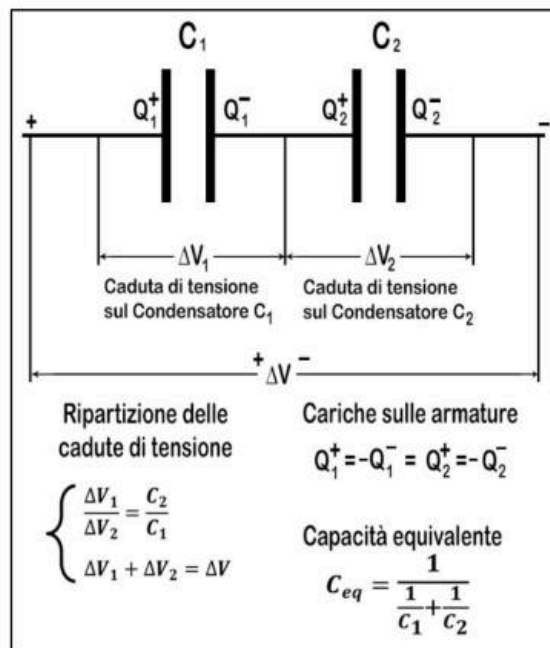
Con due condensatori serie la carica è la stessa su entrambi i condensatori e le tensioni si ripartiscono inversamente alle capacità:

$$\frac{\Delta V_1}{\Delta V_2} = \frac{C_2}{C_1}$$

Avremo il sistema:

$$\begin{cases} \frac{\Delta V_1}{\Delta V_2} = \frac{C_2}{C_1} = \frac{4}{2} \\ \Delta V_1 + \Delta V_2 = 6 \end{cases} \rightarrow \Delta V_1 = 2 \cdot \Delta V_2$$

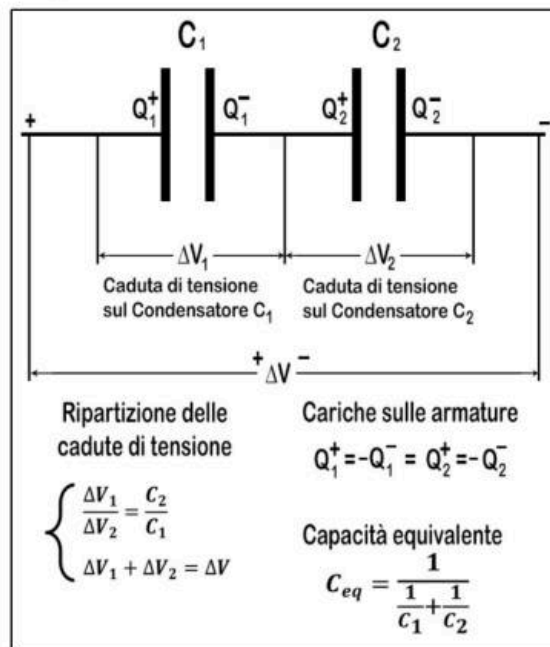
$$\begin{cases} \Delta V_1 = 4 \text{ V} \\ \Delta V_2 = 2 \text{ V} \end{cases}$$



Quiz 26 – Risposta 6

In parallelo le capacità si sommano perché la tensione è la stessa e le cariche si addizionano.

$$C_{eq} = C_1 + C_2 = 1 + 5 = 6 \mu\text{F}$$



Unità didattica 6 – Elettricità e magnetismo

6.6 Campo magnetico: origine del campo magnetico dalle correnti elettriche (Esperimento di Oerstedt). Forza di Lorentz su una carica in moto e su un filo percorso da corrente. Moto circolare di una carica elettrica in un campo magnetico uniforme.

1. Nell'esperimento di Oersted, la deviazione dell'ago di una bussola posta in prossimità di un filo percorso da corrente elettrica indica che:
 - A) La corrente elettrica riscalda l'aria circostante e la bussola reagisce ai moti convettivi
 - B) Il filo produce un campo elettrico statico che orienta i poli magnetici della bussola
 - C) La bussola misura direttamente la differenza di potenziale applicata ai capi del filo
 - D) Una corrente elettrica genera un campo magnetico nello spazio circostante
 - E) La bussola si orienta perché il filo di rame diventa un magnete permanente

2. Le linee del campo magnetico generate da un filo rettilineo indefinito percorso da corrente hanno, in prima approssimazione, forma di:
 - A) Linee radiali, analogamente a quanto accade per una carica elettrica puntiforme
 - B) Circonferenze concentriche, poste in piani perpendicolari al filo stesso
 - C) Archi di parabola, poiché la corrente accelera progressivamente le cariche
 - D) Rette parallele al filo che si propagano indefinitamente nella stessa direzione
 - E) Spirali elicoidali, a causa della rotazione intrinseca del campo lungo il conduttore

17. La forza magnetica esercitata da un campo esterno su una carica elettrica in movimento è definita forza di _____ .

Altri quiz nel [volume completo](#)

Quiz	Tipo	Risposta corretta	Quiz	Tipo	Risposta corretta
1	Risposta multipla	D	16	Conduttori	
2	Risposta multipla	B	17	Completamento	LORENTZ
3	Campo magnetico		18	Campo magnetico	
4	Campo magnetico		19	Conduttori	
5	Corrente elettrica		20	Campo magnetico	
6	Corrente elettrica		21	Corrente elettrica	
7	Campo magnetico		22	Corrente elettrica	
8	Moto parabolico		23	Traiettoria	
9	Traiettoria		24	Traiettoria	
10	Corrente elettrica		25	Spostamento	
11	Lavoro meccanico		26	Campo magnetico	
12	Accelerazione		27	Campo magnetico	
13	Campo magnetico		28	Campo magnetico	
14	Unità di misura				
15	Superfici equipotenziali				

Spiegazione dei quiz

Quiz 1 – Risposta D

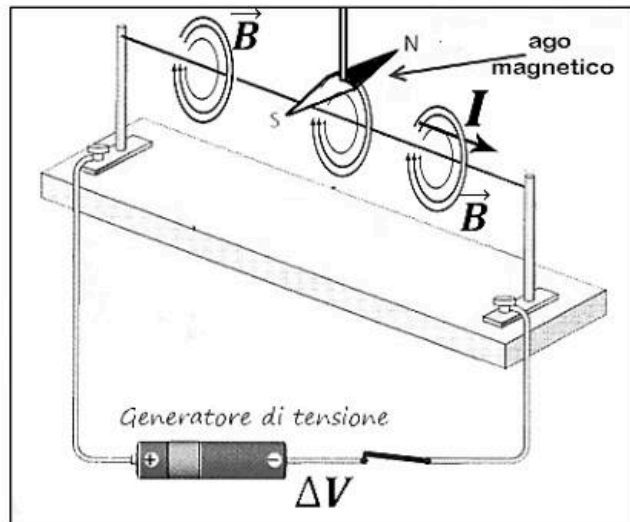
Nel classico esperimento di Oersted si osserva che, quando in un filo scorre corrente, l'ago della bussola vicino al filo ruota rispetto al Nord magnetico. L'unico modo coerente di interpretare la deviazione è ammettere che intorno al conduttore compaia un campo magnetico prodotto dalla corrente.

Il dipolo magnetico della bussola interagisce con questo campo e tende ad allinearsi alle sue linee, mostrando così il legame tra elettricità e magnetismo, primo passo verso l'elettromagnetismo di Maxwell.

Perché le altre risposte sono errate:

A: Il riscaldamento per effetto Joule può esistere, ma i moti convettivi dell'aria non generano un momento torcente capace di orientare un ago magnetico in modo riproducibile.

B: Un campo elettrico statico esercita forze su cariche, non un momento torcente su un dipolo magnetico come l'ago di una bussola.



C: La bussola non misura la tensione: risponde a campi magnetici, non alla differenza di potenziale ai capi del filo.

E: Il rame non diventa un magnete permanente: il campo compare solo mentre la corrente circola e scompare quando la corrente si annulla.

Quiz 2 – Risposta **B**

Un filo rettilineo indefinito percorso da corrente presenta simmetria cilindrica: ruotando il sistema attorno al filo nulla cambia. Per questa ragione le linee del campo magnetico non possono che essere circonferenze centrate sul filo, giacenti in piani perpendicolari al conduttore.

Il verso delle linee si stabilisce con la regola della mano destra (pollice nel verso della corrente, dita nel verso del campo), in accordo con la legge di Ampère.

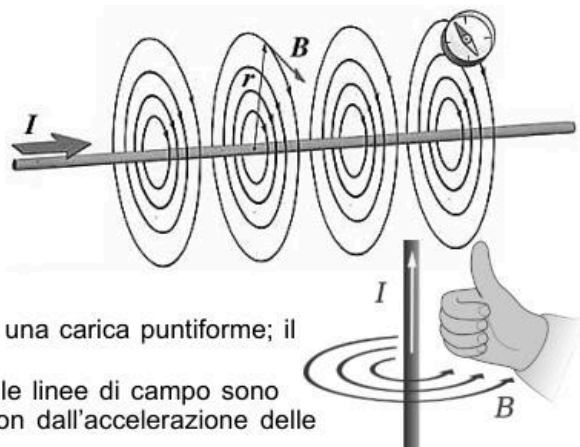
Perché le altre risposte sono errate:

A: Un andamento radiale è tipico del campo elettrico di una carica puntiforme; il campo magnetico di un filo non è radiale.

C: Non c'è alcun meccanismo che produca "parabole": le linee di campo sono determinate dalla simmetria e dalle leggi di Maxwell, non dall'accelerazione delle cariche.

D: Se fossero rette parallele, non sarebbero linee chiuse e contraddirebbero la struttura del campo magnetico in magnetostatica.

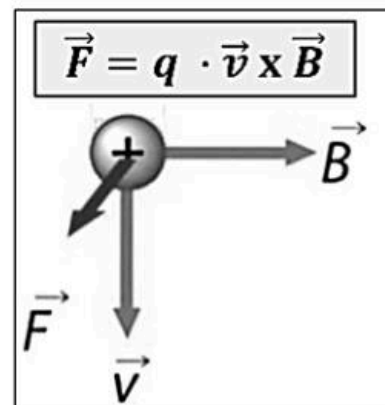
E: Una spirale implicherebbe una componente lungo il filo che, per simmetria, in un filo indefinito non è presente.



Quiz 17 – Risposta **LORENTZ**

La forza di Lorentz è la forza che agisce su una carica elettrica in moto quando si trova in un campo magnetico (ed eventualmente elettrico). Nella parte magnetica, la direzione è sempre perpendicolare sia alla velocità sia al campo, per la natura di prodotto vettoriale.

Per questo motivo la forza magnetica può cambiare la direzione del moto senza cambiare l'energia cinetica: è il meccanismo alla base della curvatura delle particelle nei magneti e dei moti ciclotronici.



Unità didattica 6 – Elettricità e magnetismo

6.7 Induzione elettromagnetica: variazione del flusso magnetico e generazione di forza elettromotrice. Legge di Faraday-Neumann-Lenz. Correnti indotte e loro verso.

4. In quale delle seguenti situazioni la f.e.m. indotta in una spira risulta certamente nulla?
- A) Il campo magnetico aumenta linearmente nel tempo
 - B) La spira ruota in un campo magnetico costante
 - C) La spira trasla entrando o uscendo da una regione con campo magnetico
 - D) L'area efficace della spira cambia nel tempo
 - E) Il flusso magnetico concatenato è costante nel tempo
5. Una spira circolare è attraversata da un campo magnetico uniforme entrante che aumenta di intensità nel tempo. Qual è il verso della corrente indotta?
- A) Senso orario, perché genera un campo entrante che "segue" l'aumento
 - B) La corrente è nulla perché il campo è uniforme nello spazio
 - C) La corrente fluisce radialmente verso il centro della spira
 - D) Senso antiorario, perché genera un campo uscente che si oppone all'aumento
 - E) Il verso dipende esclusivamente dal raggio della spira
30. Se il flusso magnetico uscente da una spira diminuisce, il campo magnetico indotto dalla spira avrà verso _____.

Altri quiz nel [volume completo](#)

Quiz	Tipo	Risposta corretta	Quiz	Tipo	Risposta corretta
1	Legge di Faraday		17	Campo magnetico	
2	Flusso magnetico		18	Corrente elettrica	
3	Campo magnetico		19	Flusso magnetico	
4	Risposta multipla	E	20	Campo magnetico	
5	Risposta multipla	D	21	Flusso magnetico	
6	Conduttori		22	Flusso magnetico	
7	Conduttori		23	Conduttori	
8	Campo magnetico		24	Campo magnetico	
9	Campo magnetico		25	Induzione elettromagnetica	
10	Flusso magnetico		26	Corrente elettrica	
11	Conduttori		27	Trasformatore	
12	Resistenze elettriche		28	Trasformatore	
13	Corrente elettrica		29	Induzione elettromagnetica	
14	Spostamento		30	Completamento	USCENTE
15	Resistenze elettriche		31	Conduttori	
16	Flusso magnetico		32	Campo magnetico	

Spiegazione dei quiz

Quiz 4 – Risposta E

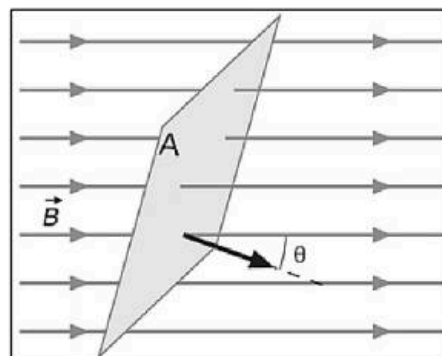
La legge di Faraday afferma che la f.e.m. indotta è proporzionale alla derivata temporale del flusso magnetico concatenato con la spira. Ricordiamo che il flusso magnetico è dato da $\Phi_B = B \cdot A \cdot \cos\theta$. Il cambiamento nel tempo del flusso può dipendere non solo da cambiamenti di intensità del campo magnetico $\vec{B}$, ma anche da variazioni dell'area A interessata dal flusso e dell'angolo θ tra il campo magnetico $\vec{B}$ e la perpendicolare all'area A .

Se il flusso resta costante nel tempo, la derivata temporale è pari a zero e quindi non si induce alcuna tensione. Questa condizione può verificarsi sia con campo nullo sia con campo intenso, purché non vari.

Perché le altre risposte sono errate:

A: Se il campo aumenta nel tempo, il flusso aumenta e si induce una f.e.m.

B: La rotazione cambia l'angolo θ e quindi il flusso, producendo f.e.m. indotta.



C: Entrare o uscire dal campo cambia l'area immersa e quindi il flusso nel tempo.

D: Se cambia l'area efficace, cambia il flusso anche con B costante.

Quiz 5 – Risposta **D**

Il campo magnetico esterno è diretto entrante nel piano contenente la spira e sta aumentando ①: quindi il flusso entrante cresce nel tempo. Si genera nella spira una corrente elettrica ②; per la legge di Lenz la corrente indotta deve generare un campo che si oppone all'aumento del flusso entrante ③, quindi un campo uscente dal foglio. Con la regola della mano destra, un campo uscente è prodotto da una corrente che circola in senso antiorario.

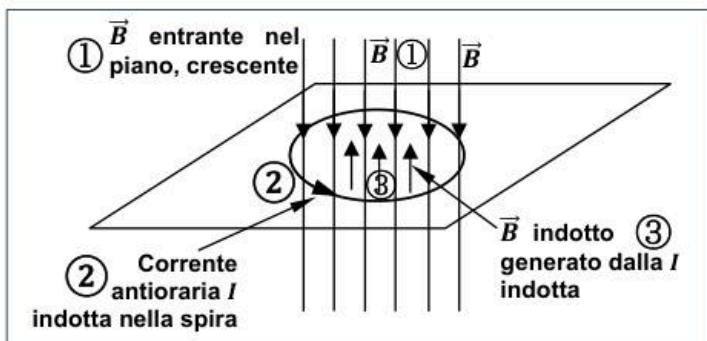
Perché le altre risposte sono errate:

A: Il senso orario genererebbe un campo entrante, che rinforzerebbe l'aumento del flusso invece di contrastarlo.

B: L'uniformità spaziale non annulla l'induzione: conta la variazione temporale del flusso.

C: La corrente indotta scorre nel filo lungo la spira, non radialmente nella superficie.

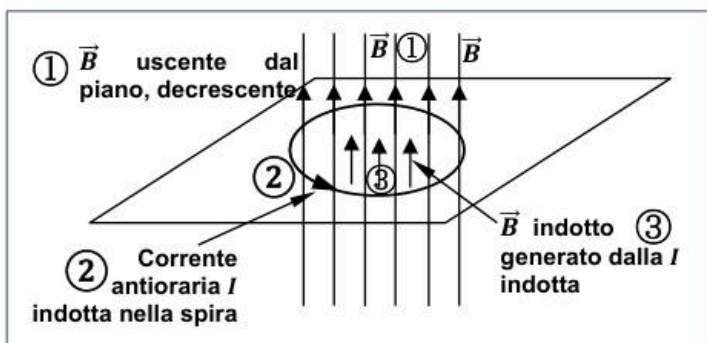
E: Il raggio influisce sul modulo della f.e.m., non sul verso, che dipende dalla variazione di flusso.



Quiz 30 – Risposta **USCENTE**

Il campo magnetico esterno è diretto uscente dal piano contenente la spira e sta decrescendo ①: quindi il flusso uscente decresce nel tempo. Si genera nella spira una corrente elettrica ②; per la legge di Lenz la corrente indotta deve generare un campo che si oppone alla diminuzione del flusso uscente ③ che in pratica supporta il flusso uscente che sta decrescendo, quindi un campo uscente dal foglio. Con la regola della mano destra, un campo uscente è prodotto da una corrente che circola in senso antiorario.

In altre parole: se il flusso uscente diminuisce, la variazione è una diminuzione di un flusso orientato uscente. Per la legge di Lenz la spira reagisce opponendosi a tale diminuzione, quindi cerca di mantenere un flusso uscente generando un campo indotto nello stesso verso, cioè uscente. È un caso tipico in cui l'induzione 'sostiene' il flusso quando questo tende a ridursi. La regola pratica è: l'induzione si oppone alla variazione, non al verso assoluto del campo.



RICHIAMI DI TEORIA E FORMULE per l'Unità Didattica 7

Radiazioni elettromagnetiche e Ottica

7.1 Radiazione elettromagnetica

- **Natura dell'onda:** Combinazione di un campo elettrico $\vec{E}$ e un campo magnetico $\vec{B}$ oscillanti, perpendicolari tra loro e perpendicolari alla direzione di propagazione (onda trasversale).
- **Velocità nel vuoto c :** Costante per tutte le frequenze, $c \approx 3 \cdot 10^8$ m/s
- **Relazione fondamentale:** $c = \lambda \cdot f$
- λ (lambda): lunghezza d'onda [m]
- f (o ν): frequenza [Hz o s^{-1}]
- **Velocità nei mezzi $v = \frac{c}{n}$,** dove n è l'indice di rifrazione del mezzo ($n \geq 1$).
- **Intensità dell'onda I :** Rappresenta l'energia trasportata per unità di superficie e di tempo.
 - ✦ Unità di misura: W/m^2 (Watt per metro quadrato).
 - ✦ Relazione con l'ampiezza: $I \propto E_{max}^2$ (l'intensità è proporzionale al quadrato dell'ampiezza del campo)

7.2 Spettro della radiazione elettromagnetica

Le radiazioni sono classificate in base alla frequenza (energia crescente) o lunghezza d'onda (decrescente):

- ✦ **Onde Radio:** λ elevate, f basse.
- ✦ **Microonde**
- ✦ **Infrarosso (IR):** Associato al calore molecolare.

- ✦ **Luce Visibile:** Unica parte percepita dall'occhio umano (da circa 400 nm a 700 nm)
- ✦ **Ultravioletto (UV)**
- ✦ **Raggi X**
- ✦ **Raggi Gamma (γ):** Frequenze altissime, massima energia

7.3 Quantizzazione dell'energia

- **Energia del fotone (E):** L'energia è quantizzata (presente in pacchetti discreti, i fotoni). $E = h \cdot f$
- h : costante di Planck

7.4 Assorbimento

- Quando la radiazione elettromagnetica attraversa un mezzo materiale, parte della sua energia può essere assorbita dalle molecole, che passano a livelli energetici superiori. L'assorbimento avviene in modo selettivo, solo per determinate lunghezze d'onda.

- **Trasmittanza T :** $T = \frac{I}{I_0}$

dove I_0 =intensità incidente (intensità della radiazione prima dell'attraversamento del campione).

I =intensità trasmessa (intensità della radiazione che emerge dal campione. In presenza di assorbimento risulta $I < I_0$)

La trasmittanza percentuale è: $T_{\%} = \frac{I}{I_0} \cdot 100$

ESTRATTO DIMOSTRATIVO

Questo documento è un estratto dal libro ad uso dimostrativo.
I RICHIAMI TEORICI sono presenti nel libro

➤ **Assorbanza A:** $A = \log_{10} \left(\frac{I_0}{I} \right) = -\log_{10} T$

➤ **Legge di Lambert-Beer:** $A = \epsilon c \ell$

dove: **A** è l'assorbanza;

ϵ è il coefficiente di assorbimento molare, detto anche coefficiente di estinzione molare, caratteristico della sostanza e della lunghezza d'onda utilizzata [$L \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$];

c è la concentrazione molare della sostanza assorbente [mol/L];

ℓ è la lunghezza del cammino ottico attraversato dalla radiazione, generalmente espressa in centimetri.

La legge può essere espressa anche in funzione dell'intensità trasmessa:

$$I = I_0 \cdot 10^{-\epsilon c \ell}$$

ESTRATTO DIMOSTRATIVO

Questo documento è un estratto dal libro ad uso dimostrativo.
I RICHIAMI TEORICI sono presenti nel libro

7.5 Radioattività e decadimenti

➤ **Nucleo instabile:** Un nucleo che emette spontaneamente particelle o energia per raggiungere uno stato più stabile.

➤ **Tipi di decadimento:**

† **Alfa (α):** Emissione di un nucleo di Elio ($2p + 2n$). Il numero atomico **Z** cala di 2, la massa atomica **A** di 4. Scarso potere penetrante.

† **Beta (β):** Emissione di un elettrone (β^-) o positrone (β^+). Trasformazione di un neutrone in protone (o viceversa).

† **Gamma (γ):** Emissione di fotoni ad altissima energia. Non cambia **Z** né **A**, ma solo lo stato energetico del nucleo. Massimo potere penetrante.

➤ **Attività e legge del decadimento radioattivo, emivita**

• **Decadimento radioattivo:** trasformazione spontanea e casuale di un nucleo instabile in un nucleo più stabile, accompagnata dall'emissione di particelle o radiazioni. Non è possibile prevedere quando decadrà un singolo nucleo, ma è possibile descrivere statisticamente il comportamento di un grande numero di nuclei.

• **Costante di decadimento λ :** rappresenta la probabilità per unità di tempo che un nucleo radioattivo decada. È caratteristica di ciascun radionuclide e si misura in s^{-1} .

• **Legge del decadimento radioattivo:**

$$N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

N_0 è il numero iniziale di nuclei radioattivi;

$N(t)$ è il numero di nuclei non ancora decaduti al tempo t ;

λ è la costante di decadimento;

e è la base dei logaritmi naturali.

- **Attività A :** numero di decadimenti radioattivi che avvengono nell'unità di tempo:

$$A \equiv -\frac{dN}{dt} = \lambda N$$

Il segno negativo indica che il numero di nuclei non decaduti diminuisce nel tempo.

- **Unità di misura dell'attività:** nel Sistema Internazionale è il becquerel

$$1 \text{ Bq} \equiv 1 \text{ decadimento/s}$$

Un'unità tradizionale è il curie:

$$1 \text{ Ci} \equiv 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$$

- **Diminuzione dell'attività:** poiché N diminuisce, anche A diminuisce.

ESTRATTO DIMOSTRATIVO
Questo documento è un estratto dal libro ad uso dimostrativo.
I RICHIAMI TEORICI sono presenti nel libro

Il tempo necessario affinché il numero di nuclei si riduca alla metà del valore iniziale:

$$N(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2}$$

La relazione tra $t_{1/2}$ e costante di decadimento è:

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \approx \frac{0,693}{\lambda}$$

Una grande costante di decadimento corrisponde quindi a un'emivita breve, mentre una piccola costante di decadimento corrisponde a un'emivita lunga.

- **Dopo n emivite:** il numero di nuclei radioattivi e l'attività residua sono:

$$N = \frac{N_0}{2^n}$$

$$A = \frac{A_0}{2^n}$$

Per esempio, dopo tre emivite rimane:

$$\frac{1}{2^3} = \frac{1}{8}$$

del numero iniziale di nuclei radioattivi e dell'attività iniziale.

7.6 Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti

- **Radiazioni Ionizzanti:** Hanno energia sufficiente ($E > \text{energia di legame atomico}$) per strappare elettroni dagli atomi, creando ioni.
 - ✦ *Esempi:* Raggi UV estremi, Raggi X, Raggi Gamma, particelle α e β
- **Radiazioni Non Ionizzanti:** Non hanno energia sufficiente per ionizzare, ma possono causare eccitazione termica o rotazionale.
 - ✦ *Esempi:* Onde radio, microonde, infrarossi, luce visibile

7.7 Ottica: Leggi e Lenti

- **Riflessione:** L'angolo di incidenza è uguale all'angolo di riflessione ($\theta_i = \theta_r$).
- **Legge di Snell (Rifrazione):** $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$
 - ✦ Se la luce passa da un mezzo meno denso a uno più denso ($n_2 > n_1$), il raggio si avvicina alla normale.
- **Riflessione Totale Interna:** Avviene quando $n_1 > n_2$ e l'angolo di incidenza supera l'angolo critico ($\sin \theta_c = n_2/n_1$).
- **Equazione delle lenti sottili:** Legge dei punti coniugati per le lenti convergenti e divergenti.
delle immagini,

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{q}$$

- ✦ f : distanza focale (positiva per lenti convergenti, negativa per lenti divergenti)
- ✦ p : distanza dell'oggetto dalla lente
- ✦ q : distanza dell'immagine dalla lente
- **Ingrandimento:** Rapporto tra l'altezza dell'immagine e l'altezza dell'oggetto.
 - Nel quesito 5 e 6 si tratta della formazione dell'immagine (reale o virtuale, capovolta o dritta) da un fascio luminoso parallelo.
 - Nel quesito 3, 11 e 32 dell'unità 7.6 si tratta la formazione dell'immagine virtuale con lenti convergenti quando un oggetto è posto davanti alla lente.
- **Diottria (Potere diottrico):** $P = \frac{1}{f}$ (con f in metri).

ESTRATTO DIMOSTRATIVO

Questo documento è un estratto dal libro ad uso dimostrativo.

I RICHIAMI TEORICI sono presenti nel libro

Posizione dell'oggetto	Caratteristiche dell'immagine	Diagramma
Al di là del doppio della distanza focale	Reale, capovolta, della stessa dimensione	
Tra il fuoco e il doppio della distanza focale	Reale, capovolta, ingrandita	
Nel fuoco	Nessuna immagine	
Tra la lente e il fuoco	Virtuale, dritta, ingrandita	

Unità didattica 7 – Radiazioni elettromagnetiche

7.1 Radiazione elettromagnetica: natura ondulatoria delle onde elettromagnetiche come combinazione di campi elettrici e magnetici oscillanti perpendicolari tra loro; caratteristiche fondamentali (lunghezza d'onda, frequenza, velocità di propagazione, ampiezza e intensità dell'onda).

1. In un'onda elettromagnetica piana che si propaga nel vuoto, quale relazione descrive correttamente l'orientamento dei campi elettrico e magnetico?
- A) Il campo elettrico è parallelo al campo magnetico e entrambi sono paralleli alla direzione di propagazione.
 - B) Il campo elettrico è parallelo alla direzione di propagazione mentre il campo magnetico è perpendicolare.
 - C) Il campo elettrico e il campo magnetico sono perpendicolari tra loro ed entrambi sono perpendicolari alla direzione di propagazione.
 - D) Il campo magnetico è parallelo alla direzione di propagazione mentre il campo elettrico è perpendicolare.
 - E) I campi elettrico e magnetico oscillano in modo casuale senza una relazione geometrica fissa.
12. Una sorgente puntiforme isotropa emette potenza P . A distanza r , l'intensità media nel vuoto è proporzionale a:
- A) r^2
 - B) r
 - C) $1/r$
 - D) $1/r^2$
 - E) Costante (indipendente da r)
20. In un'onda elettromagnetica che si propaga nel vuoto, il campo elettrico e il campo magnetico sono tra loro _____ .

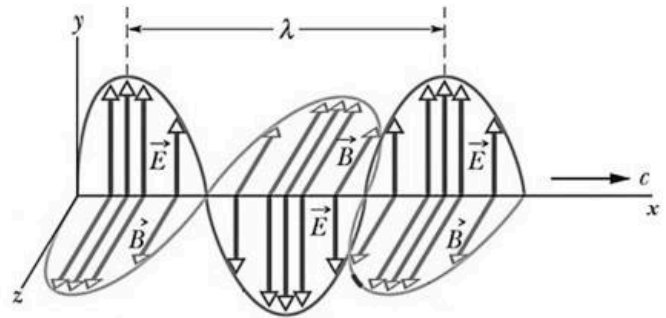
Altri quiz nel [volume completo](#)

Quiz	Tipo	Risposta corretta	Quiz	Tipo	Risposta corretta
1	Risposta multipla	C	18	Potenza	
2	Intensità delle onde		19	Intensità delle onde	
3	Frequenza		20	Completamento	PERPENDICOLARI
4	Frequenza		21	Intensità delle onde	
5	Onde elettromagnetiche		22	Onde elettromagnetiche	
6	Intensità delle onde		23	Onde elettromagnetiche	
7	Densità		24	Frequenza	
8	Potenza		25	Onde elettromagnetiche	
9	Frequenza		26	Unità di misura	
10	Frequenza		27	Onde elettromagnetiche	
11	Intensità delle onde		28	Potenza	
12	Risposta multipla	D	29	Onde elettromagnetiche	
13	Potenza		30	Frequenza	
14	Potenza		31	Intensità delle onde	
15	Frequenza		32	Onde elettromagnetiche	
16	Frequenza		33	Onde elettromagnetiche	
17	Portata e continuità		34	Spettro elettromagnetico	
			35	Intensità delle onde	

Spiegazione dei quiz

Quiz 1 – Risposta C

In un'onda elettromagnetica piana nel vuoto, i campi elettrico $\vec{E}$ e magnetico $\vec{B}$ non sono indipendenti: le soluzioni delle equazioni di Maxwell impongono che siano reciprocamente trasversali. Oscillano su direzioni perpendicolari alla direzione di propagazione e sono tra loro ortogonali. La direzione di trasporto dell'energia è quella del vettore di Poynting $\vec{S} = (1/\mu_0) \cdot (\vec{E} \times \vec{B})$, che risulta perpendicolare sia a $\vec{E}$ sia a $\vec{B}$ e coincide con il verso di propagazione dell'onda.



Perché le altre risposte sono errate:

A: Se $\vec{E}$ e $\vec{B}$ fossero paralleli, il prodotto vettoriale $\vec{E} \times \vec{B}$ sarebbe nullo e non descriverebbe alcun flusso di energia; inoltre non sarebbero entrambi trasversi.

B: Un campo elettrico parallelo alla propagazione implicherebbe una componente longitudinale; nel vuoto le onde elettromagnetiche libere sono trasversali.

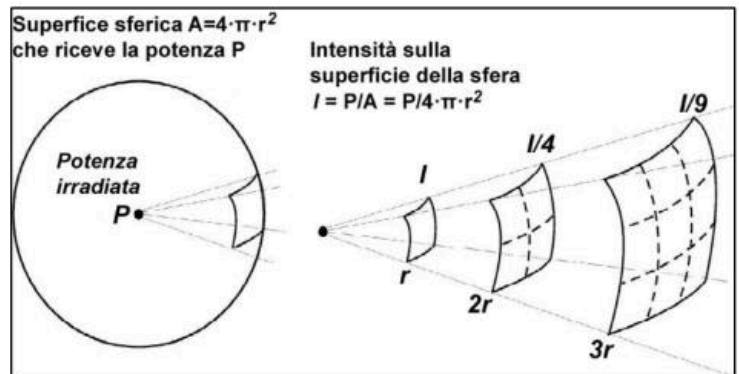
D: Avere $\vec{B}$ parallelo alla propagazione viola la condizione di trasversalità del campo magnetico richiesta dalle soluzioni nel vuoto.

E: La relazione geometrica tra $\vec{E}$, $\vec{B}$ e direzione di propagazione è fissata dalle equazioni di Maxwell, non è casuale.

Quiz 12 – Risposta D

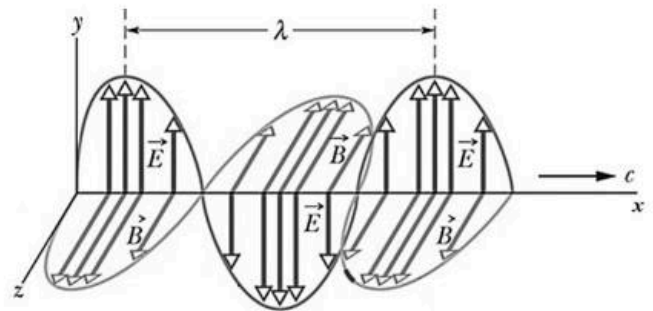
Una sorgente puntiforme isotropa distribuisce la potenza su fronti d'onda sferici. L'area della sfera cresce come $4\pi r^2$, quindi la stessa potenza viene spalmata su una superficie che aumenta col quadrato della distanza. Per la conservazione dell'energia, l'intensità deve diminuire come $1/r^2$: se r raddoppia, I diventa un quarto.

$$I = \frac{P}{4\pi r^2}$$



Quiz 20 – Risposta PERPENDICOLARI

In un'onda elettromagnetica nel vuoto i campi $\vec{E}$ e $\vec{B}$ sono sempre ortogonali tra loro. Questa condizione è conseguenza diretta delle equazioni di Maxwell: la propagazione libera impone campi trasversali e quindi perpendicolari alla direzione di avanzamento. La perpendicolarità reciproca consente inoltre che il prodotto vettoriale $\vec{E} \times \vec{B}$ punti nella direzione di propagazione, descrivendo correttamente il flusso di energia nel vettore di Poynting $\vec{S} = (1/\mu_0) \cdot (\vec{E} \times \vec{B})$



Unità didattica 7 – Radiazioni elettromagnetiche

7.2 Spettro della radiazione elettromagnetica: suddivisione dello spettro in regioni (onde radio, microonde, infrarosso, luce visibile, ultravioletto, raggi X, raggi gamma), ordine crescente di frequenza e decrescente di lunghezza d'onda.

3. Quale delle seguenti sequenze ordina correttamente le regioni dello spettro elettromagnetico secondo una frequenza decrescente?
- A) Raggi Gamma, Raggi X, Ultravioletto, Luce Visibile, Infrarosso, Microonde, Onde Radio
 - B) Onde Radio, Microonde, Infrarosso, Luce Visibile, Ultravioletto, Raggi X, Raggi Gamma
 - C) Raggi Gamma, Ultravioletto, Raggi X, Luce Visibile, Infrarosso, Onde Radio, Microonde
 - D) Luce Visibile, Infrarosso, Microonde, Onde Radio, Ultravioletto, Raggi X, Raggi Gamma
 - E) Ultravioletto, Luce Visibile, Infrarosso, Raggi Gamma, Raggi X, Microonde, Onde Radio
19. Un'onda elettromagnetica con lunghezza d'onda $\lambda = 1 \text{ nm}$ si trova nella regione dei:
- A) Raggi X
 - B) Raggi Gamma
 - C) Ultravioletti
 - D) Infrarossi
 - E) Onde radio
23. La porzione dello spettro elettromagnetico che può essere percepita dall'occhio umano, compresa approssimativamente tra 400 nm e 700 nm, è definita radiazione _____.

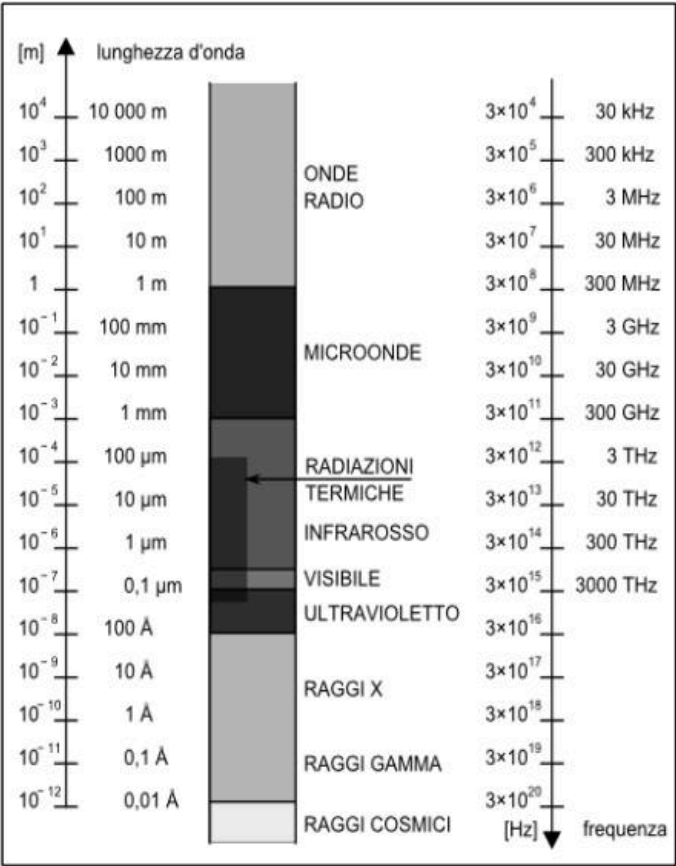
Altri quiz nel [volume completo](#)

Quiz	Tipo		Risposta corretta	Quiz	Tipo		Risposta corretta
1	Frequenza			21	Spettro elettromagnetico		
2	Frequenza			22	Frequenza		
3	Risposta multipla		A	23	Completamento		VISIBILE
4	Frequenza			24	Lunghezza d'onda		
5	Lunghezza d'onda			25	Onde elettromagnetiche		
6	Frequenza			26	Spettro elettromagnetico		
7	Lunghezza d'onda			27	Spettro elettromagnetico		
8	Frequenza			28	Portata e continuità		
9	Frequenza			29	Spettro elettromagnetico		
10	Radiazione gamma			30	Onde elettromagnetiche		
11	Leve			31	Onde elettromagnetiche		
12	Frequenza			32	Frequenza		
13	Spettro elettromagnetico			33	Spettro elettromagnetico		
14	Frequenza			34	Frequenza		
15	Spettro elettromagnetico			35	Spettro elettromagnetico		
16	Frequenza			36	Spettro elettromagnetico		
17	Riflessione			37	Fotoni		
18	Frequenza			38	Frequenza		
19	Risposta multipla		A				
20	Lunghezza d'onda						

Spiegazione dei quiz

Quiz 3 – Risposta A

L'ordinamento per frequenza decrescente va dalle radiazioni più energetiche a quelle meno energetiche. Nel vuoto tutte le onde elettromagnetiche si propagano con la stessa velocità c , ma cambiano frequenza e lunghezza d'onda. Poiché $c = \lambda \cdot f$, a frequenze più alte corrispondono lunghezze d'onda più piccole e, tramite $E = h \cdot f$, fotoni più energetici. Per questo la sequenza corretta parte dai raggi gamma, prosegue con raggi X e ultravioletto, attraversa la luce visibile e infrarosso, microonde e onde radio. Vedi l'immagine accanto →



Quiz 19 – Risposta A

1 nm corrisponde a 10^{-9} m, una lunghezza d'onda estremamente piccola. Questa scala è tipica dei raggi X, che stanno tra l'ultravioletto (λ più grandi) e i raggi gamma (λ ancora più piccole). L'ordine di grandezza è importante anche applicativamente: con λ dell'ordine del nanometro si possono 'sondare' strutture atomiche e cristalline. Per questo i raggi X sono usati sia in diagnostica sia in tecniche come la diffrazione a raggi X.

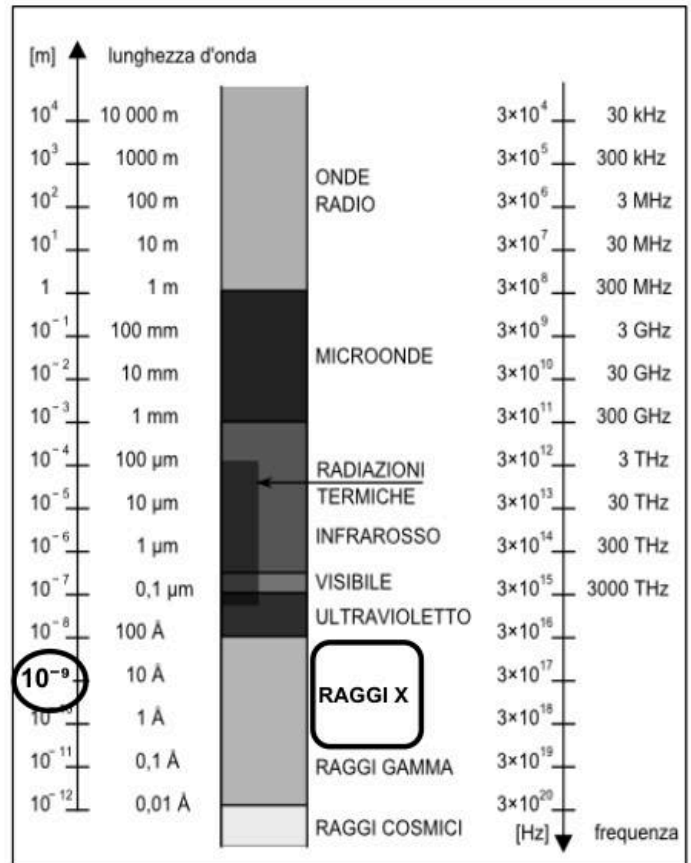
Perché le altre risposte sono errate:

B: I raggi gamma hanno tipicamente λ più piccole (picometri o meno), quindi frequenze più alte.

C: Gli UV sono tra ~400 nm e ~10 nm: 1 nm è troppo corto per essere UV.

D: Gli infrarossi hanno λ dell'ordine dei micrometri (10^{-6} m), molto più grandi.

E: Le onde radio hanno λ macroscopiche (metri e oltre), incompatibili con 1 nm.



Quiz 23 – Risposta **VISIBILE**

La radiazione visibile è una finestra molto stretta dello spettro elettromagnetico. Per convenzione si colloca circa tra 400 nm (violetto) e 700 nm (rosso). È 'visibile' non per una proprietà speciale dell'onda, ma perché i fotorecettori della retina umana sono sensibili a quelle lunghezze d'onda. Fuori da questo intervallo (IR e UV) l'onda esiste comunque, ma l'occhio umano non la percepisce come luce. L'evoluzione biologica delle specie viventi sul nostro pianeta ha sviluppato fotorecettori sensibili in questa banda per la grande abbondanza di queste frequenze nelle ore diurne. Alcune specie animali hanno sviluppato sensibilità anche su frequenze affini nell'IR e nell'UV.

Colore	Lunghezza d'onda (nm)	Frequenza (THz)
<u>Violetto</u>	380-450	670-790
<u>Blu</u>	450-485	620-670
<u>Ciano</u>	485-500	600-620
<u>Verde</u>	500-565	530-600
<u>Giallo</u>	565-590	510-530
<u>Arancione</u>	590-625	480-510
<u>Rosso</u>	625-750	400-480

Unità didattica 7 – Radiazioni elettromagnetiche

- 7.3** Quantizzazione dell'energia: concetto di fotone come quanto di energia associato alla radiazione; relazione tra energia del fotone e frequenza.
- 7.4** Assorbimento della radiazione elettromagnetica (legge di Lambert-Beer).

- 1. Nel modello quantistico della radiazione elettromagnetica, quale relazione descrive correttamente l'energia di un singolo fotone?**
- A) È proporzionale alla frequenza della radiazione.
 - B) È proporzionale al quadrato dell'ampiezza dell'onda.
 - C) È inversamente proporzionale alla velocità di propagazione nel mezzo.
 - D) Dipende esclusivamente dalla fase iniziale dell'onda al momento dell'emissione.
 - E) È proporzionale all'intensità del fascio, indipendentemente dalla frequenza.
- 7. Un laser di potenza 2 W emette luce con una frequenza di 1×10^{15} Hz. Sapendo che la costante di Planck vale $6,6 \times 10^{-34}$ J·s, il numero di fotoni emessi dal laser in un secondo è circa $3 \times 10^{\text{_____}}$.**
- 18. Quale delle seguenti condizioni rende più probabile una deviazione dalla relazione lineare prevista dalla legge di Lambert-Beer?**
- A) Una soluzione molto concentrata
 - B) L'impiego di radiazione monocromatica
 - C) Una soluzione diluita e omogenea
 - D) L'uso di una cuvetta con cammino ottico noto
 - E) La misura effettuata a lunghezza d'onda costante

Altri quiz nel [volume completo](#)

Quiz	Tipo	Risposta corretta	Quiz	Tipo	Risposta corretta
1	Risposta multipla	A	18	Risposta multipla	A
2	Lunghezza d'onda		19	Fotoni e assorbimento	
3	Forze di attrito		20	Lunghezza d'onda	
4	Frequenza		21	Lunghezza d'onda	
5	Portata e continuità		22	Fotoni e assorbimento	
6	Conduttori		23	Potenza	
7	Completamento	18	24	Fotoni e assorbimento	
8	Fotoni		25	Intensità delle onde	
9	Frequenza		26	Analisi dimensionale	
10	Frequenza		27	Fotoni e assorbimento	
11	Frequenza		28	Legge di Lambert-Beer	
12	Portata e continuità		29	Lunghezza d'onda	
13	Unità di misura		30	Fotoni e assorbimento	
14	Frequenza		31	Fotoni e assorbimento	
15	Legge di Lambert-Beer		32	Intensità delle onde	
16	Intensità delle onde		33	Fotoni e assorbimento	
17	Lunghezza d'onda		34	Lunghezza d'onda	

Spiegazione dei quiz

Quiz 1 – Risposta A

Nel modello quantistico la radiazione elettromagnetica scambia energia con la materia in quantità discrete (quanti) chiamate fotoni. L'energia del singolo fotone è data dalla relazione di Planck $E = h \cdot f$, ed è quindi fissata dal "colore" della radiazione (frequenza) e non dalla luminosità del fascio. Questo risultato, utilizzato da Einstein per interpretare l'effetto fotoelettrico, mostra che per aumentare l'energia di ciascun fotone bisogna aumentare la frequenza (o ridurre la lunghezza d'onda), mentre aumentando l'intensità si aumenta principalmente il numero di fotoni. È uno dei punti di passaggio dalla descrizione classica di Maxwell alla meccanica quantistica della radiazione.

Perché le altre risposte sono errate:

B: Nel formalismo classico l'intensità di un'onda è proporzionale al quadrato dell'ampiezza, ma questa è energia "distribuita" e non l'energia del singolo quanto.

C: La velocità di propagazione dipende dal mezzo, ma la relazione fondamentale per l'energia del fotone dipende dalla frequenza, non dalla velocità.

D: La fase iniziale è rilevante per interferenza e coerenza, ma non determina l'energia del fotone.

E: L'intensità controlla il flusso di fotoni (quanti ne arrivano al secondo), non l'energia di ciascun fotone.

Quiz 7 – Risposta 18

La potenza è l'energia emessa nell'unità di tempo: $P = \frac{2I}{s}$. L'energia di un singolo fotone vale $E = h \cdot f$, quindi $E \approx (6,6 \cdot 10^{-34})(1 \cdot 10^{15}) J = 6,6 \cdot 10^{-19} J$. Il numero N di fotoni emessi in un secondo è

$$N = \frac{P}{E} \approx \frac{2}{6,6 \times 10^{-19}} \approx 0,3 \times 10^{19} = 3 \times 10^{18}$$

Quiz 18 – Risposta A

La linearità della legge è generalmente meglio rispettata nelle soluzioni diluite. A concentrazioni elevate possono diventare significative le interazioni tra le particelle assorbenti, le variazioni dell'indice di rifrazione e altri effetti che modificano il coefficiente apparente di assorbimento. In tali condizioni l'assorbanza può non crescere più in modo strettamente proporzionale alla concentrazione.

Perché le altre risposte sono errate:

B: La radiazione monocromatica è una condizione favorevole all'applicazione della legge, perché evita di mediare coefficienti di assorbimento differenti su più lunghezze d'onda.

C: Una soluzione diluita e omogenea rappresenta proprio il caso nel quale la relazione lineare è più affidabile.

D: Conoscere il cammino ottico della cuvetta è necessario per collegare quantitativamente l'assorbanza alla concentrazione; non costituisce una causa di deviazione.

E: La misura a lunghezza d'onda costante mantiene definito il coefficiente ϵ e favorisce l'interpretazione lineare dei dati.

Unità didattica 7 – Radiazioni elettromagnetiche

7.5 Radioattività e decadimenti radioattivi: definizione di nucleo instabile, concetto di isotopi radioattivi. Attività e legge del decadimento radioattivo, emivita. Tipi principali di decadimento (alfa, beta, gamma) e trasformazioni nucleari associate.

1. Quale affermazione descrive correttamente la natura fisica di un isotopo radioattivo?
- A) È un nucleo atomico che può assumere diversi valori di massa pur rimanendo sempre stabile.
 - B) È un nuclide instabile che tende a trasformarsi spontaneamente emettendo radiazioni ionizzanti.
 - C) È un atomo il cui numero atomico varia ciclicamente nel tempo a causa di legami chimici.
 - D) È un nucleo che emette radiazione elettromagnetica solo se stimolato da una sorgente esterna.
 - E) È un nucleo che subisce variazioni di massa atomica in funzione della temperatura del mezzo.
16. In un grafico che riporta il logaritmo naturale dell'attività $\ln(A)$ in funzione del tempo t , cosa rappresenta la pendenza della retta ottenuta?
- A) La costante di decadimento λ con segno positivo.
 - B) L'opposto della costante di decadimento $(-\lambda)$.
 - C) Il valore del tempo di dimezzamento $T_{1/2}$.
 - D) L'opposto del tempo di dimezzamento $(-T_{1/2})$.
 - E) Il logaritmo naturale di 2 ($\ln 2$).
18. La grandezza fisica che quantifica il numero medio di decadimenti nucleari che avvengono in un secondo all'interno di un campione radioattivo è definita _____.

Altri quiz nel [volume completo](#)

Quiz	Tipo	Risposta corretta	Quiz	Tipo	Risposta corretta
1	Risposta multipla	B	18	Completamento	ATTIVITÀ
2	Unità di misura		19	Radioattività	
3	Fotoni		20	Decadimento alfa	
4	Fotoni		21	Decadimento beta	
5	Effetto Joule		22	Radioattività	
6	Radioattività		23	Radioattività	
7	Radioattività		24	Radioattività	
8	Emivita		25	Radioattività	
9	Radioattività		26	Unità di misura	
10	Unità di misura		27	Radioattività	
11	Radioattività		28	Radioattività	
12	Energia cinetica		29	Radioattività	
13	Radioattività		30	Decadimento beta	
14	Radioattività		31	Emivita	
15	Radioattività		32	Emivita	
16	Risposta multipla	B	33	Decadimento alfa	
17	Radioattività		34	Fotoni	

Spiegazione dei quiz

Quiz 1 – Risposta B

Un isotopo radioattivo è un nuclide il cui nucleo è instabile: la configurazione nucleare non è in equilibrio e tende spontaneamente a trasformarsi in un nucleo più stabile. Questa trasformazione avviene senza stimoli esterni e comporta l'emissione di particelle (α , β) e/o fotoni ad alta energia (γ), cioè radiazioni ionizzanti. L'instabilità è una proprietà intrinseca del nucleo e dipende, per esempio, da un rapporto neutroni/protoni non favorevole o da un eccesso di energia interna. Di conseguenza, la radioattività non è un fenomeno chimico e non dipende dalla temperatura o dalla pressione.

Perché le altre risposte sono errate:

A: Avere isotopi con masse diverse non implica stabilità: "radioattivo" significa proprio instabile.

C: Le reazioni chimiche modificano gli elettroni, non il numero di protoni nel nucleo (Z).

D: Se servisse uno stimolo esterno non sarebbe radioattività naturale ma un processo indotto.

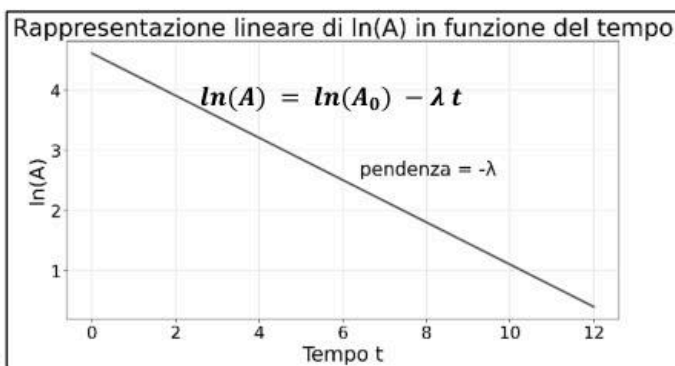
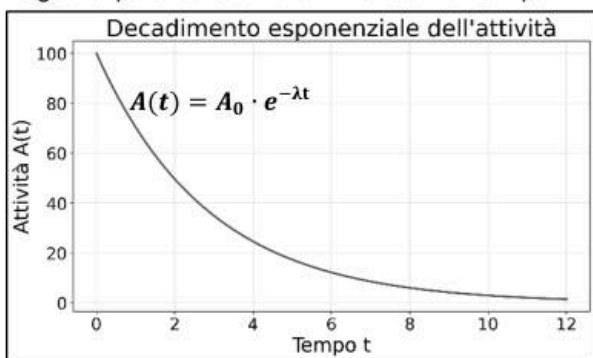
E: La massa nucleare non dipende dalla temperatura del mezzo; al più cambia l'energia termica degli elettroni.

Quiz 16 – Risposta B

Alla legge di decrescita esponenziale dell'attività $A(t) = A_0 \cdot e^{-\lambda t}$, applichiamo il logaritmo naturale e si ottiene

$$\ln(A) = \ln(A_0) - \lambda t$$

Questa è l'equazione di una retta nel piano $(t, \ln(A))$, con intercetta $\ln(A_0)$ e pendenza pari a $-\lambda$. Il segno è negativo perché l'attività diminuisce nel tempo.



Perché le altre risposte sono errate:

A: La pendenza non può essere positiva perché l'attività decresce.

C: $T_{1/2}$ è un tempo, non una pendenza; non ha le unità corrette.

D: Anche $-T_{1/2}$ non è un coefficiente angolare della relazione linearizzata.

E: $\ln(2)$ compare nel legame tra λ e $T_{1/2}$, ma non è la pendenza del grafico.

Quiz 18 – Risposta ATTIVITÀ

L'attività è la grandezza che quantifica quanti decadimenti avvengono mediamente in un secondo in una sorgente. È definita come $A = \left| \frac{dN}{dt} \right|$, cioè la velocità con cui diminuisce il numero di nuclei non decaduti. Dalla legge esponenziale segue anche $A = \lambda \cdot N$, quindi a parità di isotopo l'attività è proporzionale alla quantità di nuclei presenti.

Unità didattica 7 – Radiazioni elettromagnetiche

7.6 Radiazioni elettromagnetiche ionizzanti e non ionizzanti: distinzione basata sull'energia trasportata dalla radiazione rispetto all'energia di ionizzazione degli atomi. Esempi di radiazioni non ionizzanti (onde radio, microonde, infrarosso) e ionizzanti (raggi X, raggi gamma).

1. Quale affermazione descrive correttamente la differenza fisica tra radiazioni ionizzanti e non ionizzanti?
- A) Le ionizzanti hanno energia per fotone sufficiente a strappare elettroni da atomi o molecole; le non ionizzanti no.
 - B) Le ionizzanti si propagano solo nel vuoto, mentre le non ionizzanti solo nei mezzi materiali.
 - C) Le ionizzanti sono sempre onde meccaniche, mentre le non ionizzanti sono sempre onde elettromagnetiche.
 - D) Le ionizzanti hanno sempre lunghezza d'onda maggiore della luce visibile.
 - E) Le non ionizzanti non possono trasportare energia, ma solo informazione.
10. Quale fenomeno fisico rappresenta la principale modalità di interazione dei raggi X di bassa energia (ad esempio in mammografia) con i tessuti molli, contribuendo al contrasto radiografico?
- A) Effetto fotoelettrico.
 - B) Produzione di coppie.
 - C) Diffusione Compton.
 - D) Annichilazione positronica.
 - E) Rifrazione ottica.
19. Si definisce radiazione _____ quella capace di produrre direttamente la rimozione di uno o più elettroni da atomi o molecole.

Altri quiz nel [volume completo](#)

Quiz	Tipo	Risposta corretta	Quiz	Tipo	Risposta corretta
1	Risposta multipla	A	16	Potenza	
2	Radiazione gamma		17	Leve	
3	Frequenza		18	Lunghezza d'onda	
4	Lunghezza d'onda		19	Completamento	IONIZZANTE
5	Frequenza		20	Radiazioni ionizzanti	
6	Conduzione termica		21	Radiazioni ionizzanti	
7	Frequenza		22	Radiazioni ionizzanti	
8	Intensità delle onde		23	Leve	
9	Leve		24	Lunghezza d'onda	
10	Risposta multipla	A	25	Radiazioni ionizzanti	
11	Intensità delle onde		26	Fotoni	
12	Lunghezza d'onda		27	Radiazioni ionizzanti	
13	Intensità delle onde		28	Spettro elettromagnetico	
14	Campo magnetico		29	Radiazioni ionizzanti	
15	Leve				

Spiegazione dei quiz

Quiz 1 – Risposta A

Le radiazioni si distinguono in base a ciò che può fare il singolo quanto di energia che le compone. Se l'energia del singolo fotone (o della singola particella) è abbastanza alta da strappare elettroni da atomi e molecole, si generano ioni e la radiazione è detta ionizzante. Se invece l'energia per singolo fotone è troppo bassa, non avviene ionizzazione diretta: l'energia si trasferisce soprattutto come eccitazione molecolare e calore. Per questo la classificazione dipende dall'energia per fotone, non dalla "quantità" totale di radiazione.

Perché le altre risposte sono errate:

B: Onde elettromagnetiche ionizzanti e non ionizzanti si propagano nel vuoto e nei mezzi materiali; cambiano velocità e attenuazione, non il "dove" possono esistere.

C: Le radiazioni ionizzanti non sono necessariamente onde meccaniche: raggi X e gamma sono onde elettromagnetiche, e anche molte particelle ionizzanti (alfa, beta) non sono onde meccaniche.

D: Le radiazioni ionizzanti hanno in genere lunghezze d'onda molto più piccole del visibile (quindi frequenze più alte), non più grandi.

E: Ogni radiazione elettromagnetica trasporta energia; la differenza è se l'energia per fotone basta o no a produrre ionizzazione.

Quiz 10 – Risposta A

Nei raggi X di bassa energia, l'assorbimento tramite effetto fotoelettrico è particolarmente importante. In questo processo il fotone viene assorbito e un elettrone viene espulso: la probabilità cresce molto con il numero atomico del mezzo. Piccole differenze di composizione tra tessuti e microcalcificazioni producono quindi differenze di attenuazione, che si traducono in contrasto nell'immagine radiografica. È proprio su questo che si basa gran parte della diagnostica a basse energie.

Perché le altre risposte sono errate:

B: La produzione di coppie è un processo in cui un fotone interagisce con il campo elettrico del nucleo atomico, scomparendo e dando origine a una coppia **elettone-positrone**.

- **Perché è errata:** Questo fenomeno richiede un'energia di soglia minima pari alla massa a riposo delle due particelle, ovvero **1,022 MeV**. I raggi X usati in radiografia dei tessuti molli le energie sono circa 40-50 volte inferiori a questa soglia, rendendo la produzione di coppie fisicamente impossibile.

- **Contesto:** Si osserva solo in radioterapia ad alte energie o in fisica nucleare.

C: Diffusione Compton (Effetto Compton)

L'**effetto Compton**, è uno dei modi principali in cui i raggi X e i raggi gamma interagiscono con la materia. È un fenomeno che dimostra la natura **corpuscolare** della luce: in questo contesto, il fotone si comporta come una vera e propria pallina da biliardo che urta un'altra particella.

Ecco come avviene il processo, passo dopo passo:

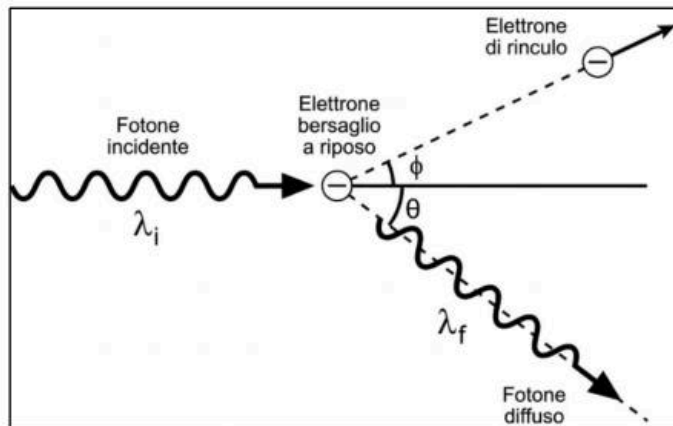
1. L'Urto Un fotone ad alta energia colpisce un **elettone "libero"** o debolmente legato (solitamente uno degli elettroni dei gusci più esterni di un atomo). In questo scenario, l'energia di legame dell'elettone è così piccola rispetto all'energia del fotone da essere considerata trascurabile.

2. La Cessione di Energia Il fotone non viene assorbito (come accade nell'effetto fotoelettrico), ma subisce un **urto elastico**. In questo scontro:

- Il fotone cede **parte** della sua energia all'elettone.
- L'elettone viene espulso dall'atomo con una certa velocità (viene chiamato **elettone di rinculo** o *Compton electron*).

3. La Diffusione Il fotone originale, avendo perso energia, cambia direzione. Questo fotone "superstite" viene chiamato **fotone diffuso**. Poiché l'energia di un fotone è legata alla sua frequenza e lunghezza d'onda, accadono due cose fondamentali: **a.** La frequenza del fotone diminuisce. **b.** La sua lunghezza d'onda aumenta.

- **Perché è errata la risposta C:** Sebbene l'effetto Compton avvenga a energie diagnostiche, esso è il "nemico" del contrasto. Poiché i fotoni deviati colpiscono il recettore d'immagine in punti casuali, creano una nebbia grigia (background noise) che riduce la visibilità dei dettagli. A basse energie (mammografia), l'effetto fotoelettrico è molto più probabile del Compton.



D: Annichilazione positronica

L'annichilazione avviene quando un **positrone** (antimateria) incontra un elettrone della materia. Le due particelle si annullano a vicenda, trasformando la loro massa in energia sotto forma di due fotoni gamma emessi a 180° l'uno dall'altro.

- **Perché è errata:** Questo non è un modo in cui i raggi X interagiscono con la materia, ma è ciò che accade *dopo* che un positrone è stato emesso. Non ha nulla a che fare con la produzione di un'immagine radiografica tradizionale.

E: Rifrazione ottica

La rifrazione è la deviazione di un'onda luminosa quando passa da un mezzo a un altro con diversa densità ottica (come la luce che passa dall'aria all'acqua).

- **Perché è errata:** I raggi X hanno una lunghezza d'onda talmente corta che l'indice di rifrazione nei tessuti umani è quasi esattamente 1. Ciò significa che i raggi X non "curvano" o rifrangono in modo significativo come fa la luce visibile; essi viaggiano in linea retta finché non vengono assorbiti o diffusi.

Quiz 19 – Risposta IONIZZANTE

Una radiazione *ionizzante* è in grado, durante l'interazione con la materia, di rimuovere elettroni da atomi o molecole e creare ioni. Dal punto di vista biologico questo è cruciale perché la ionizzazione può avviare reazioni chimiche non spontanee, con formazione di specie reattive e rottura di legami. I bersagli più delicati sono le biomolecole, in particolare il materiale genetico. Per questo la radioprotezione pone limiti stringenti all'esposizione alle radiazioni ionizzanti.

Unità didattica 7 – Radiazioni elettromagnetiche

7.7 Ottica: leggi della riflessione e della rifrazione della luce, concetto di indice di rifrazione. Legge dei punti coniugati per le lenti convergenti sottili e formazione delle immagini.

1. Quale delle seguenti affermazioni descrive correttamente la legge della riflessione della luce su uno specchio piano?
 - A) L'angolo di incidenza è sempre uguale all'angolo di rifrazione nel secondo mezzo.
 - B) L'angolo di incidenza è esattamente uguale all'angolo di riflessione.
 - C) L'angolo di riflessione è costante e pari a zero gradi per ogni raggio.
 - D) L'angolo di incidenza dipende esclusivamente dall'indice di rifrazione dello specchio.
 - E) La riflessione può avvenire esclusivamente se la luce cambia il mezzo di propagazione.

2. Nel passaggio della luce dall'aria (con indice $n \approx 1$) al vetro (con indice $n \approx 1,5$) con un angolo di incidenza obliquo, quale comportamento fisico si osserva?
 - A) Il raggio si allontana dalla normale alla superficie perché la sua velocità aumenta.
 - B) Il raggio si avvicina alla normale alla superficie perché la sua velocità diminuisce.
 - C) Il raggio prosegue in linea retta senza cambiare direzione, variando solo la frequenza.
 - D) La lunghezza d'onda della luce rimane invariata mentre cambia solo l'ampiezza dell'onda.
 - E) La direzione cambia solo se l'angolo di incidenza è superiore a un determinato valore critico.

25. In una lente convergente, il punto in cui convergono i raggi che incidono parallelamente all'asse ottico prende il nome di _____.

Altri quiz nel [volume completo](#)

Quiz	Tipo	Risposta corretta	Quiz	Tipo	Risposta corretta
1	Risposta multipla	B	16	Densità	
2	Risposta multipla	B	17	Ottica geometrica	
3	Lenti sottili		18	Ottica geometrica	
4	Pressione e principio di Pascal		19	Potenza	
5	Capacità elettrica		20	Lenti sottili	
6	Frequenza		21	Ottica geometrica	
7	Polarizzazione		22	Frequenza	
8	Frequenza		23	Potenza	
9	Frequenza		24	Lenti sottili	
10	Lenti sottili		25	Completamento	FUOCO
11	Potenza		26	Lenti sottili	
12	Rifrazione		27	Riflessione	
13	Lenti sottili		28	Potenza	
14	Ottica geometrica		29	Lenti sottili	
15	Lenti sottili		30	Traiettoria	

Spiegazione dei quiz

Quiz 1 – Risposta B

La legge della riflessione speculare afferma che, su uno specchio piano ideale, l'angolo di incidenza è uguale all'angolo di riflessione, entrambi misurati rispetto alla normale alla superficie. Inoltre il raggio incidente, il raggio riflesso e la normale appartengono allo stesso piano di incidenza. Questa regola puramente geometrica consente di prevedere la direzione del raggio riflesso e spiega la simmetria dell'immagine osservata in uno specchio piano.

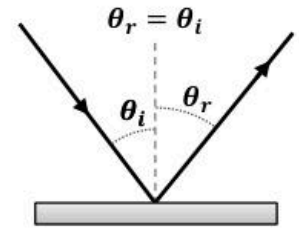
Perché le altre risposte sono errate:

A: Parla di rifrazione (passaggio in un secondo mezzo) e non di riflessione su uno specchio.

C: L'angolo di riflessione vale 0° solo nel caso particolare di incidenza lungo la normale, non in generale.

D: La legge della riflessione non dipende dall'indice di rifrazione: dipende solo dagli angoli rispetto alla normale.

E: La riflessione avviene senza cambio di mezzo: il raggio rimbalza e resta nel mezzo di provenienza.



Quiz 2 – Risposta B

Passando dall'aria al vetro l'indice aumenta e la velocità di propagazione diminuisce, perché $v = \frac{c}{n}$. La legge di Snell impone quindi una deviazione verso la normale: l'angolo di rifrazione θ_t è minore dell'angolo di incidenza θ_i . La frequenza resta invariata perché è imposta dalla sorgente e deve essere continua attraverso l'interfaccia. Di conseguenza cambia la lunghezza d'onda, che si riduce nel mezzo più denso otticamente.

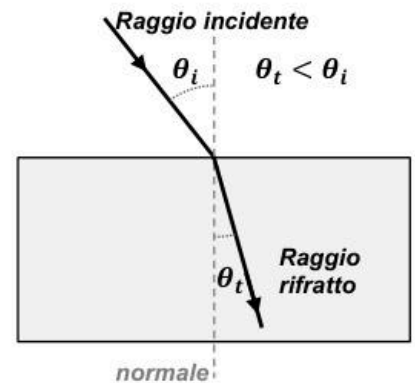
Perché le altre risposte sono errate:

A: Nel vetro la velocità non aumenta: diminuisce, quindi non può essere questa la causa della deviazione.

C: Il raggio non procede rettilineo per incidenza obliqua; inoltre la frequenza non cambia al passaggio tra mezzi trasparenti.

D: Se la velocità cambia e la frequenza resta costante, allora la lunghezza d'onda non può rimanere invariata ($\lambda = v/f$).

E: L'angolo critico riguarda la riflessione totale interna nel passaggio da mezzo più denso a meno denso, non aria $\rightarrow$ vetro.



Quiz 25 – Risposta FUOCO

Il fuoco è il punto in cui convergono i raggi paralleli all'asse ottico dopo la lente. La distanza lente-fuoco è la distanza focale. Nelle lenti convergenti il fuoco è reale. Questo concetto è essenziale per comprendere la formazione di immagini e la messa a fuoco.

