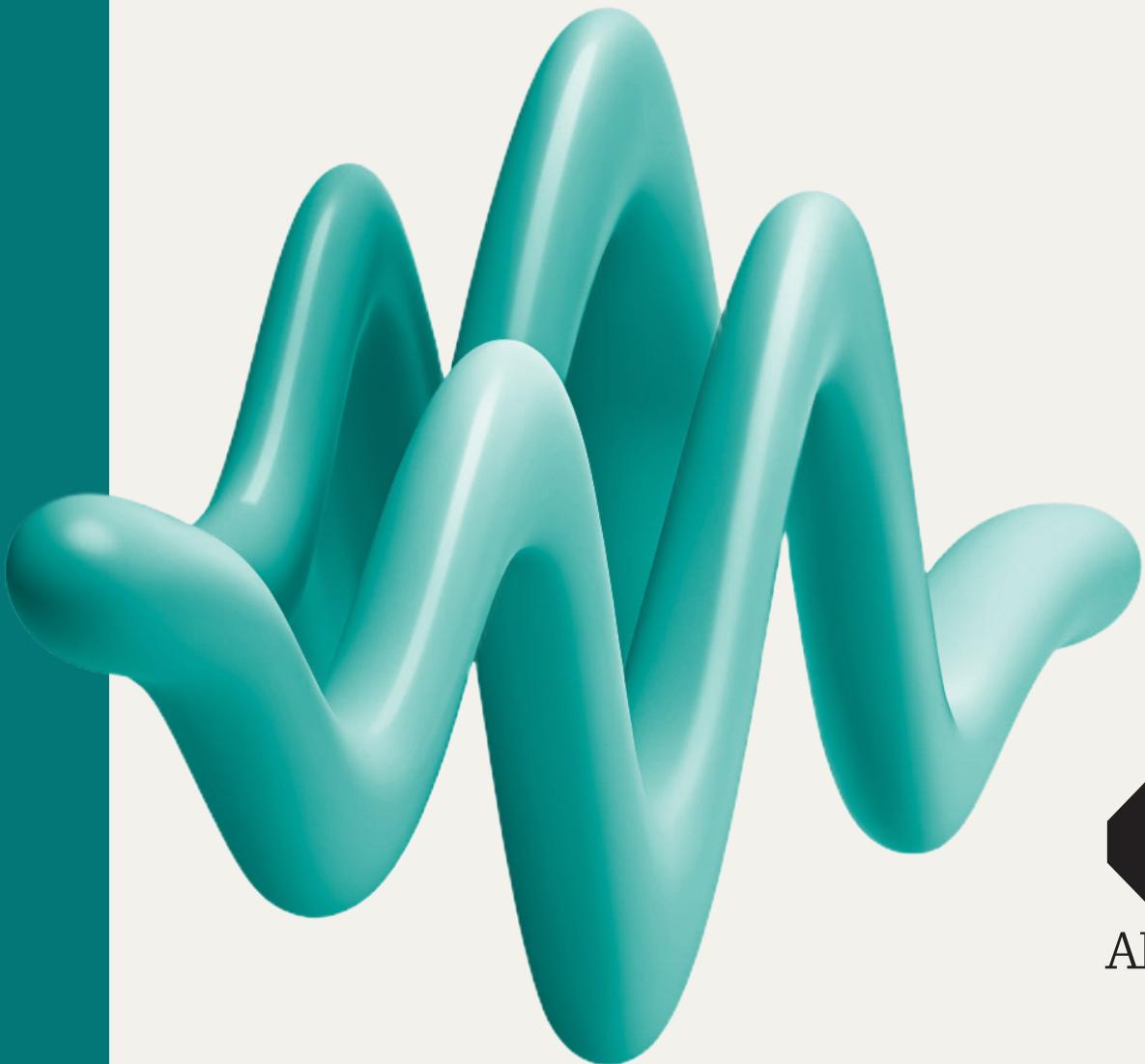


# Prova d'esame Semestre filtro Medicina

**Risolta e commentata\***

SECONDA SESSIONE 2025



Alpha Test

# Medicina semestre filtro

## Anno Accademico 2025/2026

### 2° APPELLO

Indicazione della risposta corretta e commenti a cura di **Alpha Test**

## CHIMICA

### DOMANDE A RISPOSTA MULTIPLA

1. **Nel nostro organismo il galattosio può essere convertito in glucosio. Quale è la relazione tra i due saccaridi ?**
- A) sono enantiomeri
  - B) sono tautomeri
  - C) non sono epimeri
  - D) sono epimeri**
  - E) non sono isomeri

La risposta corretta è la [D]: galattosio e glucosio sono due epimeri, cioè due diastereoisomeri che differiscono per la configurazione attorno ad un unico carbonio chirale. In particolare, galattosio e glucosio sono due aldoesosi, tra loro epimeri al C 4.

2. **In una soluzione l'aggiunta di uno ione già presente in un sale poco solubile produce**
- A) una reazione di ossidoriduzione
  - B) aumento del pH
  - C) diminuzione della temperatura
  - D) aumento della solubilità del sale
  - E) riduzione della solubilità del sale**

Si tratta dell'effetto dello ione comune (conseguenza del principio dell'equilibrio mobile o di Le Châtelier): la solubilità di un sale poco solubile diminuisce se in soluzione viene aumentata la concentrazione di uno dei suoi ioni costituenti. L'opzione corretta è la [E].

3. **Gli isotopi di un elemento sono atomi che hanno lo stesso numero:**
- A) atomico**
  - B) di massa
  - C) di elettroni e neutroni
  - D) di elettroni nel nucleo
  - E) di neutroni

Si definiscono isotopi di un elemento gli atomi di quell'elemento (aventi quindi lo stesso numero atomico Z, cioè il numero di protoni nel nucleo) che hanno diverso numero di massa A (che quindi differiscono tra loro per il numero di neutroni nel nucleo). L'opzione corretta è la [A].

4. **Quale tra le seguenti è la formula chimica del cloruro di sodio?**
- A) NaCl**
  - B) Na<sub>2</sub>Cl
  - C) K<sub>2</sub>Cl
  - D) NaCl<sub>2</sub>
  - E) KCl

Il cloruro di sodio è un sale binario, costituito quindi da un catione monoatomico (in questo caso  $\text{Na}^+$ ) e un anione monoatomico (in questo caso  $\text{Cl}^-$ ): per garantire una formula elettricamente neutra, il rapporto tra cationi e anioni dev'essere 1:1, di conseguenza la formula corretta è  $\text{NaCl}$ : opzione [A].

**5. Quale delle seguenti affermazioni riguardanti il glicogeno è corretta?**

- A) È un polisaccaride lineare e la sua struttura non presenta ramificazioni
- B) È la forma in cui viene accumulato il glucosio, principalmente nel fegato e nei muscoli**
- C) Col termine "glicemia" si intende la concentrazione di glicogeno nel sangue
- D) È la forma in cui viene accumulato il glucosio, principalmente nel cervello
- E) È formato quasi interamente da glucosio e da una piccola percentuale di galattosio

Il glicogeno è un omopolimero di glucosio, caratterizzato da una catena formata da legami  $\alpha$ -(1→4) glicosidici su cui si innestano legami  $\alpha$ -(1→6) glicosidici che generano ramificazioni strutturali. Rappresenta il principale polisaccaride di riserva negli animali, specialmente nel fegato e nei muscoli: risposta [B].

**6. L'atomo con la struttura elettronica  $1s^2 2s^2 2p^5$  è**

- A) Ossigeno
- B) Azoto
- C) Neon
- D) Fluoro**
- E) Argon

Sottintendendo che si tratti della struttura elettronica di stato fondamentale di un atomo neutro, è sufficiente contare gli elettroni (che sono in totale 9) per identificare l'atomo di fluoro, avente appunto numero atomico 9. Osservando inoltre che gli elettroni di valenza sono 7 (quelli contenuti nel secondo livello energetico), si ha conferma che si tratta di un elemento del gruppo 17 (o VIIA), cioè un alogeno. L'opzione corretta è la [D].

**7. L'idrolisi consiste nella**

- A) formazione di un legame chimico in presenza di acqua
- B) solubilizzazione di un composto molecolare
- C) rottura di un legame intramolecolare in presenza di idrogeno
- D) scissione di molecole per effetto dell'acqua**
- E) scissione di molecole applicando un campo elettrico

L'idrolisi è una reazione chimica in cui una molecola viene scissa da parte di una molecola d'acqua, che indebolisce un legame chimico fino a romperlo: l'opzione corretta è la [D].

**8. Quali sono i tamponi del sangue?**

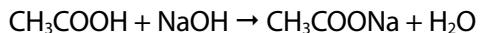
- A)  $\text{CO}_2/\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$  proteina proteinato**
- B)  $\text{CO}_2/\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4/\text{HPO}_4^{2-}$  proteina proteinato
- C)  $\text{CO}_2/\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4/\text{H}_2\text{PO}_4^-$  proteina proteinato
- D)  $\text{CO}_2/\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$  proteina proteinato
- E)  $\text{CO}_2/\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{HSO}_4^-/\text{SO}_4^{2-}$  proteina proteinato

I fluidi biologici, come per esempio il sangue, mantengono il proprio pH praticamente costante grazie all'azione di una serie di sistemi tampone, tra cui il tampone bicarbonato ( $\text{CO}_2/\text{HCO}_3^-$ , o meglio  $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$ ), il tampone fosfato ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$ ) e il tampone proteico (proteina/proteinato, caso notevole quello dell'emoglobina). L'opzione corretta è quindi la [A].

**9. A 0.5 litri di una soluzione 0.2 M di acido acetico vengono aggiunte 0.1 moli di NaOH con la formazione di acetato di sodio. La soluzione risultante sarà**

- A) Acida per il fenomeno dell'idrolisi salina
- B) Acida per l'eccesso di acido acetico
- C) Basica per il fenomeno dell'idrolisi salina**
- D) Neutra perché neutralizzata perfettamente
- E) Basica per l'eccesso di NaOH

L'acido acetico ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) è un acido debole, che reagendo con la base forte idrossido di sodio ( $\text{NaOH}$ ) dà luogo alla seguente reazione di neutralizzazione con produzione di acetato di sodio ( $\text{CH}_3\text{COONa}$ ) e acqua:



0,5 litri di una soluzione 0,2 M di  $\text{CH}_3\text{COOH}$  corrispondono a 0,1 mol di acido acetico, che reagendo con 0,1 mol di  $\text{NaOH}$  producono 0,1 mol di  $\text{CH}_3\text{COONa}$ , un sale che dà idrolisi basica proprio perché derivante dalla neutralizzazione tra un acido debole e una base forte: l'opzione corretta è la [C].

**10. Tutte le reazioni in cui si verifica un trasferimento di elettroni da una specie chimica ad un'altra sono dette**

- A) dismutazioni
- B) elettrochimiche
- C) elettrolitiche
- D) semireazioni
- E) ossidoriduzioni

Si definiscono reazioni di ossidoriduzione (o redox) le reazioni che decorrono con trasferimento di elettroni da una specie chimica (quella che si ossida, aumentando il proprio numero di ossidazione) ad un'altra (quella che si riduce, diminuendo il proprio numero di ossidazione): l'opzione corretta è la [E].

**11. Indicare quale tra queste affermazioni è corretta:**

- A) Il glicogeno è un omopolisaccaride
- B) L'amido è un polisaccaride di riserva presente nei tessuti animali
- C) Il glicogeno è caratterizzato da un solo tipo di legame glicosidico
- D) L'amido è un eteropolisaccaride
- E) Il glicogeno è immagazzinato principalmente nel cervello

Sia l'amido che il glicogeno sono omopolimeri di glucosio, il che li rende omopolisaccaridi (essendo costituiti da monomeri tutti uguali), quindi l'opzione corretta è la [A]. Entrambi sono polisaccaridi di riserva, ma l'amido è presente nelle piante (opzione [B] errata) e il glicogeno nei tessuti animali, dov'è immagazzinato principalmente nei muscoli e nel fegato (opzione [E] errata). I legami glicosidici nel glicogeno sono sia di tipo  $\alpha(1 \rightarrow 4)$  sia di tipo  $\alpha(1 \rightarrow 6)$  (opzione [C] errata): questi ultimi sono la causa delle ramificazioni nella struttura del glicogeno.

**12. Quale di questi steroidi non è un ormone**

- A) Colesterolo
- B) Estradiolo
- C) Cortisone
- D) Testosterone
- E) Cortisolo

Tutte le molecole proposte appartengono alla classe degli steroidi, ma tra esse l'unica a non essere un ormone è il colesterolo (opzione corretta [A]), il quale svolge ruoli cruciali come componente strutturale delle membrane cellulari e come precursore per la sintesi di tutti gli ormoni steroidei, inclusi quelli elencati nelle altre opzioni.

**13. Indicare quale affermazione sui lipidi è corretta:**

- A) gli acidi grassi insaturi sono generalmente solidi a temperatura ambiente
- B) gli acidi grassi saturi presenti nel nostro organismo sono solamente 2: acido stearico e acido palmitico
- C) sono generalmente idrofobi e lipofili
- D) sono generalmente insolubili in solventi organici
- E) nessuno steroide è un lipide

L'opzione corretta è la [C]: i lipidi sono genericamente definiti come sostanze che sono scarsamente o per nulla solubili in acqua (idrofobe) e si mescolano bene con altri grassi o solventi organici (lipofile o liposolubili). Si noti che gli acidi grassi insaturi sono generalmente liquidi a temperatura ambiente (opzione [A] errata), che l'acido stearico e l'acido palmitico sono presenti nel nostro organismo, ma non sono certo gli unici acidi grassi saturi presenti (opzione [B] errata), e che gli steroidi figurano tra le principali famiglie di lipidi (opzione [E] errata).

**14. Qual è il pH di una soluzione 0.1 mM di HCl?**

- A) 2
- B) 4
- C) 6
- D) 5
- E) 3

Trattandosi di un acido forte, per calcolare il pH di questa soluzione è sufficiente calcolare l'opposto del logaritmo decimale della concentrazione iniziale di HCl, dopo aver opportunamente espresso la concentrazione molare in notazione scientifica:

$$C_A = 0,1 \text{ mM} = 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ M} = 10^{-4} \text{ M}$$
$$\text{pH} = -\text{Log } C_A = -\text{Log } (10^{-4}) = 4.$$

L'opzione corretta è la [B].

**15. La pressione di vapore di un liquido in una miscela dipende dalla sua pressione di vapore allo stato puro e dalla sua concentrazione espressa come:**

- A) % Peso/peso (massa/massa)
- B) % Peso/volume
- C) Molalità
- D) Molarità
- E) Frazione molare

La legge di Raoult afferma che la pressione di vapore di una soluzione contenente un soluto non volatile ( $p_{\text{soluzione}}$ ) è data dal prodotto tra la pressione di vapore del solvente puro ( $p^*_{\text{solvente}}$ ) e la sua frazione molare in soluzione ( $x_{\text{solvente}}$ ):

$$p_{\text{soluzione}} = p^*_{\text{solvente}} \cdot x_{\text{solvente}}$$

L'opzione corretta è quindi la [E].

### DOMANDE A RISPOSTA CON MODALITÀ A COMPLETAMENTO

**16. Il numero di C insaturi in un cicloalchene con formula bruta  $C_6H_{10}$  è due**

La risposta corretta è **due**.

Un cicloalcano con sei atomi di carbonio avrebbe formula bruta  $C_nH_{2n}$ , ovvero  $C_6H_{12}$ . Il quesito riporta invece  $C_6H_{10}$ , formula bruta del cicloesene: un alchene ciclico con un doppio legame C=C. Il numero di carboni insaturi, che quindi portano il doppio legame, è due.

**17. La pressione osmotica è la pressione che bisogna esercitare sulla soluzione perché non venga diluita dal solvente**

La risposta corretta è **diluita**.

Durante l'osmosi, il solvente passa attraverso una membrana semipermeabile dalla soluzione più diluita a quella più concentrata. La pressione osmotica è la pressione esterna che bisogna applicare sulla soluzione concentrata per impedire il passaggio del solvente, che ha appunto l'effetto di diluire la soluzione di partenza.

**18. L'equazione di Henderson Hasselbalch si utilizza per calcolare il pH di una soluzione tampone**

La risposta corretta è **tampone**.

L'equazione di Henderson Hasselbalch mette in relazione il pH di una soluzione tampone con il  $pK_a$  dell'acido e il rapporto tra la concentrazione della base coniugata e quella dell'acido debole:

$$pH = pK_a + \log ([base]/[acido])$$

Quest'equazione, pertanto, si utilizza per le soluzioni tampone formate ad esempio da un acido debole e dalla sua base coniugata ( $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ ).

**19. Secondo la teoria di Brønsted un composto in grado di rilasciare ioni  $H^+$  è un acido**

La risposta corretta è **acido**.

Secondo la Teoria di Brønsted-Lowry, un acido è un composto in grado di liberare ioni  $H^+$ ; mentre la base è una specie chimica in grado di accettare uno ione  $H^+$  liberato dall'acido.

**20. Come è noto il ghiaccio galleggia nell'acqua perché ha una densità minore.**

La risposta corretta è **densità**.

Quando l'acqua congela, le molecole si organizzano in un reticolo cristallino esagonale con all'interno degli spazi vuoti, stabilizzato dai legami a ponte idrogeno. Di conseguenza, il ghiaccio ha una densità inferiore a quella dell'acqua liquida e galleggia su di essa.

**21. La temperatura di ebollizione della soluzione fisiologica è maggiore della temperatura di ebollizione dell'acqua distillata.**

La risposta corretta è **maggiori**.

Una soluzione fisiologica (soluzione somministrata per via endovenosa per esempio a pazienti disidratati) è una soluzione allo 0,9% di NaCl; quindi è una soluzione che contiene una piccola quantità di soluti disciolti. L'acqua distillata, invece, non contiene sali. Pertanto, per l'innalzamento ebulioscopico, la temperatura di ebollizione della soluzione fisiologica sarà maggiore.

**22. Il doppio legame C=C nell'etene impedisce la rotazione degli atomi attorno all'asse di tale legame e rende la molecola rigida**

La risposta corretta è **rigida**.

Nei composti organici, i legami semplici (C-C) permettono libertà di rotazione attorno all'asse del legame, conferendo flessibilità alla molecola. Al contrario, la presenza di un doppio legame (C=C) ne impedisce la rotazione, rendendo l'intera molecola rigida.

**23. La costante di dissociazione dell'acqua  $K_w$  è indipendente dalla temperatura? NO**

La  $K_w$  è la costante di dissociazione dell'acqua, ed equivale al prodotto della concentrazione degli ioni  $H^+$  e degli ioni  $\text{OH}^-$ :

$$K_w = [\text{H}^+]\cdot[\text{OH}^-]$$

Il valore di  $K_w$  varia con la temperatura (per esempio, a 25 °C vale  $10^{-14}$ ), quindi la risposta al quesito è **no**.

**24. Circa un terzo degli aminoacidi del collagene è costituito dall'aminoacido glicina**

La risposta corretta è **glicina**.

Il collagene è una proteina strutturale molto abbondante nel nostro corpo (ossa, pelle, cartilagini, tendini). La glicina è l'aminoacido più piccolo (ha solo l'idrogeno come catena laterale) e permette quindi alle proteine come il collagene di piegarsi e adottare conformazioni tridimensionali specifiche, conferendone resistenza e flessibilità.

**25. Per bilanciare le reazioni redox in soluzione acida si applica il metodo delle **semireazioni****

La risposta corretta è **semireazioni**.

Per bilanciare una reazione redox, o ossidoriduzione, si utilizza il metodo delle semireazioni: si individuano l'elemento che si ossida e quello che si riduce, si scrivono le semireazioni di ossidazione e di riduzione e poi si bilanciano le semireazioni in modo che il numero di elettroni ceduti sia uguale a quello degli elettroni acquistati.

**26. L'Energia di attivazione di una reazione chimica è definita come la differenza di energia tra il complesso attivato e i **reagenti****

La risposta corretta è **reagenti**.

In una reazione chimica, l'energia di attivazione rappresenta la barriera energetica che i reagenti devono superare per arrivare alla formazione dei prodotti. Per definizione, l'energia di attivazione è la differenza di energia tra il complesso attivato (stato di transizione) e i reagenti iniziali.

**27. Negli isotopi di un elemento è diverso il numero di **neutroni** nel nucleo.**

La risposta corretta è **neutroni**.

Gli isotopi sono atomi di uno stesso elemento, aventi lo stesso numero di protoni, ma diverso numero di neutroni. Hanno quindi lo stesso numero atomico (Z), ma diverso numero di massa (A).

**28. La solubilità dei gas nei liquidi è governata dalla legge di **Henry**.**

La risposta corretta è **Henry**.

La legge di Henry afferma che, a temperatura costante, la concentrazione di gas dissolto in un liquido è direttamente proporzionale alla pressione parziale del gas che sovrasta il liquido stesso. La legge che governa la solubilità dei gas nei liquidi, in funzione della pressione, è la legge di Henry.

**29. L'entalpia è particolarmente utile nello studio delle reazioni chimiche a pressione costante dove è uguale al **calore scambiato**.**

La risposta corretta è **calore**.

L'entalpia (H) è una grandezza termodinamica che misura il contenuto energetico di un sistema. È particolarmente utile nello studio delle reazioni chimiche a pressione costante perché, in queste condizioni, la variazione di entalpia ( $\Delta H$ ) di un sistema chimico è uguale al calore scambiato tra sistema e ambiente.

**30. Il numero di ossidazione di un atomo in una molecola è la carica formale che l'atomo assume attribuendo gli elettroni di legame all'elemento più **elettronegativo**.**

La risposta corretta è **elettronegativo**.

La definizione proposta è relativa al numero di ossidazione: è una carica formale, ovvero carica fittizia, che si assegna ad un atomo all'interno di una molecola/ione/unità formula e si calcola attribuendo gli elettroni di legame all'atomo più elettronegativo.

**31. L'urea è il prodotto finale del catabolismo delle proteine e viene eliminata principalmente attraverso i reni. Dal punto di vista chimico è la diammide dell'acido carbonico.**

La risposta corretta è **carbonico**.

L'urea, formula  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ , dal punto di vista chimico, è una diammide dell'acido carbonico: è un derivato dell'acido carbonico (formula  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) dove i due gruppi ossidrili  $-\text{OH}$  sono sostituiti con due gruppi  $-\text{NH}_2$  ottenendo appunto una diammide derivata dell'acido carbonico.

# FISICA

## DOMANDE A RISPOSTA MULTIPLA

### 1. In un gas reale:

- A) Fra le particelle non esistono interazioni a distanza
- B) Il covolume non è trascurabile
- C) Gli urti tra particelle sono perfettamente elastici
- D) Le particelle sono puntiformi
- E) Vale la relazione  $PV = nRT$

In un gas reale si tiene conto del fatto che le particelle non siano punti privi di estensione ma occupino un volume proprio che diventa rilevante soprattutto alle alte pressioni; perciò la risposta corretta è la [B]. L'opzione [A] è sbagliata perché nei gas reali esistono forze attrattive e repulsive tra le particelle, mentre l'assenza totale di interazioni è un'ipotesi valida solo per il gas ideale. L'alternativa [C] non è corretta perché gli urti perfettamente elastici sono un'idealizzazione del modello ideale: in un gas reale gli urti possono comportare scambi energetici non perfettamente reversibili. La [D] è errata perché descrivere le particelle come puntiformi significa trascurarne il volume, cosa che non è ammessa quando si analizzano gas reali e che infatti porta all'introduzione del covolume. Infine la [E] è sbagliata perché la relazione  $PV = nRT$  è l'equazione di stato dei gas ideali e non può rappresentare in modo accurato i gas reali, i quali necessitano di equazioni di stato più complete che includano volume molecolare e interazioni, come quella di Van der Waals.

### 2. Una zattera di legno a base quadrata di lato 4 m e altezza 50 cm galleggia sull'acqua portando un carico di 400 Kg. Sapendo che la densità del legno è $0,8 \text{ g/cm}^3$ , quale è la altezza della zattera immersa in acqua?

- A) 45 cm
- B) 42,5 cm
- C) 40 cm
- D) 37,5 cm
- E) 35 cm

Per calcolare l'immersione della zattera bisogna applicare il principio di Archimede, secondo cui un corpo galleggiante sposta un volume di acqua il cui peso è uguale al peso totale del corpo più il suo carico

La base della zattera è quadrata, con lato  $L = 4 \text{ m}$ , quindi l'area di base vale:

$$A = L \cdot L = 4 \text{ [m]} \cdot 4 \text{ [m]} = 16 \text{ m}^2$$

L'altezza della zattera è  $h = 50 \text{ cm} = 0,50 \text{ m}$ , e il volume geometrico della zattera è:

$$V_{\text{zattera}} = A \cdot h = 16 \text{ [m}^2\text{]} \cdot 0,50 \text{ [m]} = 8,0 \text{ m}^3$$

La densità del legno è data come  $0,8 \text{ g/cm}^3$ ; poiché  $1 \text{ g/cm}^3 = 1.000 \text{ kg/m}^3$ , si ha  $0,8 \text{ g/cm}^3 = 800 \text{ kg/m}^3$

La massa della zattera è quindi:

$$m_{\text{zattera}} = \rho_{\text{legno}} \cdot V_{\text{zattera}} = 800 \text{ [kg/m}^3\text{]} \cdot 8,0 \text{ [m}^3\text{]} = 6.400 \text{ kg}$$

Il carico ha massa  $m_{\text{carico}} = 400 \text{ kg}$ , quindi la massa complessiva è:

$$m_{\text{tot}} = m_{\text{zattera}} + m_{\text{carico}} = 6.400 \text{ [kg]} + 400 \text{ [kg]} = 6.800 \text{ kg}$$

Il principio di Archimede dice che, in equilibrio, il peso complessivo è uguale alla spinta di Archimede, dove  $\rho_{\text{acqua}}$  è la densità dell'acqua e  $V_{\text{imm}}$  il volume immerso.

Ponendo:

$$m_{\text{tot}} \cdot g = \rho_{\text{acqua}} \cdot V_{\text{imm}} \cdot g,$$

e semplificando  $g$ , si ottiene:

$$V_{\text{imm}} = m_{\text{tot}} / \rho_{\text{acqua}}.$$

Usando  $\rho_{\text{acqua}} \approx 1.000 \text{ kg/m}^3$ , risulta

$$V_{\text{imm}} = 6.800 \text{ [kg]} / 1.000 \text{ [kg/m}^3] = 6,8 \text{ m}^3$$

Dato che il volume immerso della zattera è anche:  $V_{\text{imm}} = A \cdot h_{\text{imm}}$ :

$$h_{\text{imm}} = V_{\text{imm}} / A = 6,8 \text{ [m}^3] / 16 \text{ [m}^2] = 0,425 \text{ m}$$

Convertendo in centimetri,  $0,425 \text{ m} = 42,5 \text{ cm}$ , che corrisponde esattamente all'altezza immersa indicata nella risposta [B], che quindi è la risposta corretta.

### 3. La grandezza fisica Energia Cinetica di un corpo

- A) si misura in  $\text{Kg/sec}^2$
- B) si misura in watt
- C) si misura in Joule**
- D) è costante nel moto uniformemente accelerato
- E) è nulla nel moto rettilineo uniforme

L'energia cinetica è una forma di energia associata al movimento, e nel Sistema Internazionale l'energia si misura sempre in Joule; quindi la risposta corretta è la [C]. L'energia cinetica di un corpo di massa  $m$  che si muove con velocità  $v$  è data dalla formula:

$$E_k = (1/2) \cdot m \cdot v^2$$

dove  $m$  si misura in chilogrammi [ $\text{kg}$ ] e  $v$  in metri al secondo [ $\text{m/s}$ ]. Se si sostituiscono le unità di misura, si vede che  $E_k$  ha dimensioni  $[\text{kg}] \cdot [\text{m}^2/\text{s}^2]$ , che corrispondono proprio al Joule [ $\text{J}$ ]. L'alternativa [A], che indica l'unità  $[\text{kg/s}^2]$ , non ha le dimensioni di un'energia ma di una grandezza legata a forze e accelerazioni, quindi non può rappresentare l'unità di misura dell'energia cinetica. La risposta [B] propone il watt, che è l'unità di misura della potenza, cioè dell'energia per unità di tempo; infatti  $1 \text{ [W]} = 1 \text{ [J/s]}$ , quindi non è corretto usarlo per misurare direttamente l'energia. L'opzione [D] è sbagliata perché l'energia cinetica non è costante in un moto uniformemente accelerato: se la velocità varia nel tempo, anche l'energia cinetica cambia, aumentando o diminuendo a seconda del verso dell'accelerazione. Infine la [E] è errata perché nel moto rettilineo uniforme l'energia cinetica è nulla solo se la velocità è  $v = 0 \text{ [m/s]}$ ; se il corpo si muove con velocità costante diversa da zero, l'energia cinetica ha un valore costante ma non nullo.

### 4. Un volume di $10 \text{ dm}^3$ corrisponde a:

- A) 100 millilitri
- B) 100 litri
- C) 10 litri**
- D) 1 litro
- E) 10 millilitri

Qui si tratta solo di ricordare l'equivalenza tra decimetri cubi e litri: per definizione  $1 \text{ dm}^3$  corrisponde esattamente a 1 L; perciò la risposta corretta è la [C]. Avendo un volume di  $10 \text{ dm}^3$ , è sufficiente applicare la relazione:

$$V = 10 \text{ [dm}^3] = 10 \text{ [L]}$$

Le altre opzioni propongono valori che non rispettano questa equivalenza diretta tra le due unità di volume, quindi non occorre nessun calcolo più elaborato per escluderle.

### 5. La somma di due vettori $a$ e $b$ è tale da produrre come risultato un vettore di modulo $|a - b|$ . Possiamo affermare che i due vettori:

- A) Formano un angolo acuto
- B) Hanno la stessa direzione e lo stesso verso
- C) Formano un angolo ottuso
- D) Hanno la stessa direzione e versi opposti
- E) Sono perpendicolari**

Quando si devono confrontare i moduli dei vettori somma  $|a + b|$  e differenza  $|a - b|$ , è utile ricordare che, per definizione geometrica, per ottenere la somma o la differenza di due vettori si costruisce sempre un parallelogramma avente come lati proprio i due vettori  $a$  e  $b$ . In questo parallelogramma la diagonale che va dal punto di applicazione in comune tra i due vettori ai vertici opposti rappresenta il vettore somma  $a + b$ , mentre l'altra diagonale, che unisce i punti corrispondenti alle punte dei due vettori secondo la costruzione standard, rappresenta il vettore differenza  $a - b$ . In generale le due diagonali di un parallelogramma non hanno la stessa lunghezza, ma esiste un solo caso in cui risultano identiche: quando i due lati del parallelogramma sono perpendicolari tra loro. Infatti, se  $a$  e  $b$  sono perpendicolari, il parallelogramma diventa un rettangolo, le diagonali risultano congruenti e quindi  $|a + b| = |a - b|$ . È per questa ragione che, nel quesito proposto, la condizione data può realizzarsi solo se i due vettori sono perpendicolari, perciò la risposta corretta è la [E]. L'opzione [A] è sbagliata perché con un angolo acuto il parallelogramma avrebbe diagonali chiaramente diverse. La [B], con stessa direzione e stesso verso, genera la massima differenza possibile tra le diagonali. L'alternativa [C], che parla di angolo ottuso, porta di nuovo a diagonali di lunghezza diversa. Infine la [D], con vettori opposti lungo la stessa linea, rende la diagonale della somma molto corta e quella della differenza molto lunga, impedendo qualsiasi uguaglianza. Solo nel caso perpendicolare, e in nessun altro, le due diagonali coincidono in lunghezza, il che rende corretta esclusivamente la [E].

#### **6. Cosa vuol dire che un suono ha un livello sonoro di 0 Decibel?**

- A) Che la sua intensità è molto al di sotto del livello di udibilità
- B) Che la sua intensità è 0
- C) Niente: non può esistere un suono che ha un livello sonoro di 0 Decibel
- D) Che ha una frequenza di 1 KHz
- E) Che la sua intensità è  $10^{-12} \text{ W/m}^2$

Il livello sonoro in decibel è definito dalla formula

$$L = 10 \cdot \log_{10} (I / I_0)$$

dove  $I$  è l'intensità del suono considerato e  $I_0$  è un'intensità di riferimento, che nell'aria vale tipicamente  $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ ; per cui la risposta corretta è la [E]. Quando il livello sonoro  $L$  è pari a 0 [dB], dalla formula si ricava che

$$0 = 10 \cdot \log_{10} (I / I_0)$$

quindi

$$\log_{10} (I / I_0) = 0$$

da cui

$$I / I_0 = 1$$

e quindi

$$I = I_0 = 1,0 \cdot 10^{-12} \text{ W/m}^2$$

Ciò significa che il suono ha un'intensità proprio uguale a quella di riferimento, che corrisponde alla soglia di udibilità, non che l'intensità sia nulla. L'opzione [A], che dice che l'intensità è "molto al di sotto" del livello di udibilità, è sbagliata perché un livello sonoro inferiore a 0 [dB] corrisponderebbe effettivamente a un'intensità più bassa di  $I_0$ , ma  $L = 0 \text{ dB}$  indica uguaglianza, non "molto al di sotto". La risposta [B] è errata perché un'intensità  $I = 0 \text{ W/m}^2$  significherebbe assenza completa di suono, mentre la definizione di livello sonoro in decibel non permette di associare  $L = 0 \text{ dB}$  a intensità nulla. L'alternativa [C], secondo cui il valore 0 dB non può esistere, è infondata, perché si tratta di un caso perfettamente normale: basta che l'intensità del suono sia uguale a quella di riferimento. Infine la [D] è sbagliata perché la frequenza del suono (ad esempio  $f = 1,0 \cdot 10^3 \text{ Hz}$ ) non determina da sola il livello sonoro in decibel: frequenza e intensità sono grandezze indipendenti, e un suono a 1 kHz può avere qualsiasi livello in decibel a seconda di  $I$ .

- 7. Due corpi di massa  $M_1$  e  $M_2$  hanno la stessa capacità termica. Se assorbono dall'ambiente la stessa quantità di calore  $Q$ , subiscono rispettivamente una variazione di temperatura  $\Delta T_1$  e  $\Delta T_2$ . Si può affermare che:**

- A) Per determinare le variazioni di temperatura è necessario sapere se la trasformazione avviene a pressione o a volume costante.
- B)  $\Delta T_1 > \Delta T_2$
- C)  $\Delta T_1 = \Delta T_2$**
- D)  $\Delta T_1 < \Delta T_2$
- E) E' necessario conoscere le masse dei due corpi per determinare le variazioni di temperatura.

La capacità termica  $C$  di un corpo è definita dalla relazione

$$C = Q / \Delta T$$

dove  $Q$  è il calore scambiato e  $\Delta T$  la variazione di temperatura, per cui la risposta corretta è la [C].

Se due corpi hanno la stessa capacità termica  $C_1 = C_2$  e assorbono la stessa quantità di calore  $Q_1 = Q_2 = Q$ , allora, applicando la formula, si ha

$$Q = C_1 \cdot \Delta T_1 \text{ e } Q = C_2 \cdot \Delta T_2$$

sostituendo  $C_1 = C_2 = C$  si ottiene

$$Q = C \cdot \Delta T_1 \text{ e } Q = C \cdot \Delta T_2$$

quindi

$$\Delta T_1 = \Delta T_2$$

Ciò significa che, a parità di calore assorbito e di capacità termica, le variazioni di temperatura dei due corpi devono essere identiche. L'opzione [A] è sbagliata perché la distinzione tra trasformazioni a pressione costante o a volume costante riguarda i calori specifici  $c_p$  e  $c_v$ , ma qui nel testo si parla di capacità termiche complessive già assegnate come uguali; l'informazione sulla trasformazione non è necessaria per stabilire che le  $\Delta T$  sono uguali. Le risposte [B] e [D], che affermano rispettivamente  $\Delta T_1 > \Delta T_2$  e  $\Delta T_1 < \Delta T_2$ , non sono compatibili con il fatto che sia  $Q$  sia  $C$  sono uguali per i due corpi: non vi è alcun motivo fisico o matematico per cui uno debba scaldarsi di più dell'altro. La [E], infine, è errata perché non serve conoscere le masse  $M_1$  e  $M_2$ : la capacità termica  $C$  tiene già conto della massa e del materiale, quindi è sufficiente per legare  $Q$  e  $\Delta T$ .

**8. Data una carica puntiforme quali sono le superfici equipotenziali**

- A) Superfici cubiche con la carica al centro
- B) Piani a distanza crescente dalla carica
- C) Sfere concentriche alla carica**
- D) Ellissi di cui la carica occupa uno dei fuochi
- E) Superfici piramidali con la carica al centro

Il campo elettrico generato da una carica puntiforme ha una simmetria sferica, nel senso che il potenziale elettrico dipende solo dalla distanza  $r$  dalla carica e non dalla direzione; pertanto la risposta corretta è la [C]. Il potenziale elettrico di una carica puntiforme  $Q$  in un punto a distanza  $r$ , nel vuoto, è descritto dalla relazione

$$V(r) = k \cdot Q / r$$

dove  $k$  è una costante e la sola variabile geometrica è la distanza  $r$ . Le superfici equipotenziali sono i luoghi dei punti in cui  $V$  ha lo stesso valore, cioè in cui la distanza  $r$  dalla carica è costante; la figura geometrica che raccoglie tutti i punti a distanza costante da un centro è una sfera, per cui le superfici equipotenziali sono sfere concentriche con centro nella carica. L'opzione [A], che parla di "superfici cubiche", non ha alcun significato fisico in questo contesto: un cubo non rappresenta il luogo a distanza costante da un punto. La [B], relativa a piani, può descrivere le superfici equipotenziali di un campo elettrico uniforme, dove il potenziale varia linearmente in una direzione e rimane costante su piani perpendicolari al campo, ma non il campo di una carica puntiforme. L'alternativa [D], che introduce ellissi con la carica in uno dei fuochi, è tipica di situazioni con più cariche (come i dipoli), ma non del caso di una singola carica isolata. La risposta [E], infine, propone superfici piramidali, una costruzione puramente geometrica che non corrisponde a nessun campo di carica puntiforme.

- 9. Un'onda sonora di frequenza  $f$  si propaga con velocità  $v$  dentro un lungo tubo di sezione A. Se si raddoppia la frequenza dell'onda sonora, a parità del resto, la potenza mediata su un periodo trasportata dall'onda:**

- A) Si dimezza
- B) Resta inalterata
- C) Diventa un quarto
- D) Raddoppia
- E) Aumenta di un fattore 4

Nel caso di un'onda sonora che si propaga in un tubo di sezione A, la potenza media trasportata dipende da due fattori fondamentali: la sezione A del tubo e la frequenza  $f$  dell'onda. Se la sezione resta costante (come nel quesito), la potenza risulta proporzionale al quadrato della frequenza; cioè si può scrivere la relazione generale  $P \propto f^2$  quando A è costante. Ciò implica che, se la frequenza dell'onda raddoppia passando da  $f$  a  $2f$ , allora la potenza diventa quattro volte maggiore, perché

$$(2f)^2 = 4 f^2$$

per questo motivo la risposta corretta è la [E]. Tutte le altre alternative sono incompatibili con questa dipendenza quadratica della potenza dalla frequenza.

- 10. La variazione di energia interna di un gas perfetto che va da uno stato A ( $P_A, V_A, T_A$ ) a uno stato B ( $P_B, V_B, T_B$ ) vale:**

- A)  $n c_V \Delta P$
- B)  $n c_V \Delta T$
- C)  $n c_P \Delta T$
- D)  $n c_V \Delta T$
- E)  $n c_P \Delta P$

Per un gas perfetto la variazione di energia interna dipende unicamente dalla variazione di temperatura e non dalla particolare trasformazione compiuta né direttamente dai cambiamenti di pressione e volume; la relazione fondamentale è la seguente:

$$\Delta U = n \cdot c_v \cdot \Delta T$$

dove  $n$  è il numero di moli [mol],  $c_v$  è il calore molare a volume costante [ $J/(mol \cdot K)$ ] e  $\Delta T$  è la variazione di temperatura [K], perciò la risposta corretta è la [B] e, in questo caso particolare, anche la [D], perché riporta esattamente la stessa espressione. La presenza di due opzioni identiche nel testo è di sicuro un errore di stampa. L'opzione [A], che propone una formula del tipo  $\Delta U = n \cdot c_v \cdot \Delta P$ , è sbagliata perché sostituisce alla variazione di temperatura  $\Delta T$  una variazione di pressione  $\Delta P$ , ma l'energia interna del gas perfetto non dipende direttamente dalla pressione bensì dalla temperatura, mentre la pressione è legata a temperatura e volume dall'equazione di stato  $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$ . La risposta [C], che coinvolge  $n \cdot c_p \cdot \Delta T$ , non è corretta perché  $c_p$  è il calore molare a pressione costante e interviene nella descrizione del calore scambiato in processi a pressione costante ( $Q = n \cdot c_p \cdot \Delta T$ ), non direttamente nella variazione di energia interna, che dipende sempre da  $c_v$ . L'alternativa [E], che usa  $n \cdot c_p \cdot \Delta P$ , combina in modo errato calore molare a pressione costante e variazione di pressione, e non rappresenta alcuna legge fondamentale della termodinamica del gas perfetto per la variazione di energia interna.

- 11. Le linee di campo elettrico all'interno di un condensatore piano ideale sono:**

- A) Dirette dall'armatura positiva a quella negativa perpendicolarmente ad esse
- B) Cilindriche attorno alle armature
- C) Dirette dall'armatura negativa a quella positiva perpendicolarmente ad esse
- D) parallele alle superfici affacciate alle armature
- E) A raggiera

In un condensatore piano ideale le due armature sono grandi superfici piane e parallele, caricate una positivamente e l'altra negativamente, e il campo elettrico generato nello spazio interno tra le piastre può essere considerato uniforme: le linee di campo risultano quindi parallele tra loro, perpendicolari alle armature e dirette dalla piastra positiva verso quella negativa, pertanto la risposta corretta è la [A]. Nel modello ideale si trascurano gli effetti di bordo (le "frange" del campo ai margini delle piastre), e il campo E nel mezzo tra le armature può essere espresso con la relazione

$$E = \Delta V / d$$

dove  $\Delta V$  è la differenza di potenziale [V] e  $d$  la distanza tra le armature [m]; questo campo ha direzione perpendicolare alle piastre e verso dal potenziale maggiore a quello minore. L'opzione [B], che parla di linee "cilindriche attorno alle armature", si riferirebbe piuttosto al campo elettrico attorno a conduttori lineari (come fili) e non a piastre piane finite. La risposta [C] è sbagliata perché inverte il verso reale delle linee di campo: queste partono sempre dalle cariche positive e terminano su quelle negative, non il contrario. L'alternativa [D], che propone linee parallele alle superfici delle armature, descriverebbe un campo tangenziale alle piastre e non attraverserebbe lo spazio interno in modo coerente con il comportamento di un condensatore piano, quindi non può essere accettata. La [E], infine, con linee "a raggiera", ricorderebbe il campo di una carica puntiforme o di una sfera carica, dove le linee si irradiano dal centro verso l'esterno o viceversa, e non è compatibile con la geometria piana e parallela delle armature.

**12. A quale pressione, in atmosfere, è sottoposto un sub che si trova a 50 m sotto il livello del mare?**

- A) 60
- B) 5
- C) 50
- D) 30
- E) 6

Un sub immerso a una profondità  $h = 50$  [m] è soggetto sia alla pressione atmosferica in superficie sia alla pressione dovuta alla colonna d'acqua sovrastante; perciò la risposta corretta è la [E]. La pressione totale a profondità  $h$  in un liquido è data dalla relazione:

$$P_{\text{tot}} = P_0 + \rho \cdot g \cdot h$$

dove  $P_0$  è la pressione atmosferica in superficie [Pa],  $\rho$  è la densità del liquido [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ],  $g$  è l'accelerazione di gravità [ $\text{m}/\text{s}^2$ ] e  $h$  è la profondità [m].

Sostituendo nella formula  $\rho = 1.000$  [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ],  $g = 9,8$  [ $\text{m}/\text{s}^2$ ] e  $h = 50$  [m], si ottiene il contributo idrostatico

$$P_{\text{idro}} = \rho \cdot g \cdot h = 1.000 \cdot 9,8 \cdot 50 = 490.000 \text{ Pa} = 4,9 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Sommando alla  $P_{\text{idro}}$  il valore della pressione atmosferica  $P_0 = 1,0 \cdot 10^5$  [Pa], si ottiene

$$P_{\text{tot}} = 1,0 \cdot 10^5 + 4,9 \cdot 10^5 = 5,9 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Poiché  $1 \text{ atm} = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ , la pressione totale in atmosfere è  $P_{\text{tot}} = 5,9 \text{ atm}$ , che si arrotonda a circa 6 atm. Questo valore corrisponde alla risposta [E].

**13. Nel sistema S. I. quale è l'unità di misura della grandezza fisica "Numero di Reynolds"?**

- A)  $\text{Kg} \times \text{m}/\text{s}^2$
- B) Ohm
- C)  $(\text{Ohm})^{-1}$
- D) È una grandezza fisica adimensionale
- E)  $\text{Pa} \times \text{s}/\text{m}$

Il numero di Reynolds è definito come rapporto tra forze inerziali e forze viscose in un fluido che scorre in un condotto

$$\text{Re} = (\rho \cdot v \cdot D) / \mu$$

dove  $\rho$  è la densità del fluido [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ],  $v$  è la velocità del fluido [ $\text{m}/\text{s}$ ],  $D$  è una lunghezza caratteristica [m] (per esempio il diametro di un tubo) e  $\mu$  è la viscosità dinamica del fluido [ $\text{Pa}\cdot\text{s} = \text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s})$ ]; eseguendo il conto sulle unità di misura si vede che tutte si semplificano, lasciando un numero puro, quindi la risposta corretta è la [D]. Infatti il numeratore ha dimensioni

$$[\text{kg}/\text{m}^3] \cdot [\text{m}/\text{s}] \cdot [\text{m}] = [\text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s})]$$

mentre il denominatore  $\mu$  ha dimensioni

$$[\text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s})]$$

per cui il rapporto

$$\text{Re} = [\text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s})] / [\text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s})] = 1 \text{ [adimensionale]}$$

cioè non ha dimensioni e quindi non ha unità di misura. L'opzione [A], che indica [ $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$ ], corrisponde alle dimensioni di una forza (il Newton). La risposta [B], l'ohm [ $\Omega$ ], è l'unità di resistenza elettrica. L'alternativa [C], l'inverso dell'ohm [ $(\Omega)^{-1}$ ], è l'unità di conduttanza elettrica. La [E], che propone l'unità [ $\text{Pa}\cdot\text{s}/\text{m}$ ], può essere associata ad una grandezza che assomiglia a un contributo viscoso normalizzato rispetto a una lunghezza, che di sicuro non corrisponde al Numero di Reynolds.

**14. Un raggio di luce nel passaggio attraverso una lastra di vetro a facce piane e parallele viene:**

- A) Deviato in modo da allontanarsi dalla normale alla lastra.
- B) Deviato in modo da avvicinarsi alla normale alla lastra.
- C) Deviato in modo da avvicinarsi alla superficie della lastra.
- D) Traslato parallelamente a sé stesso.**
- E) Tutte le risposte proposte sono errate.

Quando un raggio di luce attraversa una lastra di vetro a facce piane e parallele, avviene una prima rifrazione all'ingresso e una seconda rifrazione all'uscita, ma la simmetria delle due superfici fa sì che il raggio emergente sia parallelo a quello incidente, solo spostato lateralmente: pertanto la risposta corretta è la [D]. All'ingresso, passando da aria (indice di rifrazione  $n_1$ ) a vetro (indice  $n_2$  più grande), il raggio viene deviato verso la normale secondo la legge di Snell:

$$n_1 \cdot \sin(i) = n_2 \cdot \sin(r)$$

dove  $i$  e  $r$  sono rispettivamente gli angoli di incidenza e di rifrazione.

All'uscita, passando da vetro a aria, il processo si inverte: il raggio si allontana dalla normale, ripristinando la direzione originaria. Poiché le due superfici sono parallele, gli angoli rispetto alla normale sul secondo passaggio sono tali da far sì che il raggio finale risultante abbia la stessa direzione di quello iniziale. Il risultato complessivo è una traslazione parallela: il raggio esce spostato rispetto alla traiettoria che avrebbe seguito se non ci fosse stata la lastra, ma sempre parallelo a essa. L'opzione [A], che parla di deviazione in modo da allontanarsi dalla normale, descrive solo parzialmente il comportamento nella fase di uscita, ma non tiene conto dell'intero percorso dentro la lastra e non rappresenta correttamente l'effetto complessivo. La [B], che parla di avvicinarsi alla normale, descrive la fase di ingresso nel mezzo più denso, ma di nuovo non considera che la seconda rifrazione ripristina la direzione iniziale. L'alternativa [C], non è corretta perché "avvicinarsi alla superficie" è solo un modo improprio per dire che il raggio si allontana dalla normale, cioè esattamente ciò che descrive già la [A]. Infine la [E] non è corretta perché, applicando la legge di Snell alle due superfici parallele, si vede che le deviazioni subite all'ingresso e all'uscita si compensano esattamente: il raggio torna alla direzione originaria e viene solo traslato, esattamente come asserito nella risposta [D], che è la risposta corretta.

**15. Una nave percorre in successione 10 Km verso Nord, 6 Km verso Est e infine 18 Km verso Sud. Quanto vale il modulo dello spostamento risultante?**

- A) 15 Km
- B) 10 Km**
- C) 5 Km
- D) 25 Km
- E) 20 Km

Per determinare il modulo dello spostamento risultante della nave conviene rappresentare i vari tratti come vettori lungo le direzioni Nord-Sud ed Est-Ovest, sommarli e poi calcolare la lunghezza del vettore risultante.

La nave percorre prima 10 km verso Nord, poi 6 km verso Est e infine 18 km verso Sud. Scegliamo un sistema di riferimento in cui il verso Nord sia positivo sull'asse y e il verso Est sia positivo sull'asse x.

Il primo spostamento è quindi  $\Delta y_1 = +10$  km, il secondo spostamento è  $\Delta x = +6$  km, il terzo spostamento è  $\Delta y_2 = -18$  km. La componente totale lungo l'asse y è

$$\Delta y_{\text{tot}} = \Delta y_1 + \Delta y_2 = +10 \text{ [km]} - 18 \text{ [km]} = -8 \text{ km}$$

cioè 8 [km] verso Sud. La componente totale lungo l'asse x è semplicemente  $\Delta x_{\text{tot}} = +6$  km.

Lo spostamento risultante è il vettore S che ha componenti (6 [km] verso Est, 8 [km] verso Sud).

Il modulo di questo vettore si calcola con il teorema di Pitagora:

$$|S| = \sqrt{(\Delta x_{\text{tot}})^2 + (\Delta y_{\text{tot}})^2} = \sqrt{(6 \text{ [km]})^2 + (8 \text{ [km]})^2} = \sqrt{(36 \text{ [km}^2]) + (64 \text{ [km}^2])} = \sqrt{(100 \text{ [km}^2])} = 10 \text{ km}$$

Questo valore di 10 km è proprio quello indicato nella risposta [B] che quindi è la risposta corretta.

## DOMANDE A RISPOSTA CON MODALITÀ A COMPLETAMENTO

16. Un elettrone si sposta tra 2 punti di un campo elettrico, tra i quali esiste una d.d.p. di  $3 \times 10^4$  volt. La variazione di energia dell'elettrone è pari a **30 KeV**.

La risposta corretta è **30**. Per definizione 1eV corrisponde alla variazione di energia di un elettrone sottoposto alla differenza di potenziale di 1 volt. In questo caso la variazione di energia sarà quindi pari a  $3 \times 10^4$  eV, ossia 30.000 eV, ossia 30 KeV.

17. Una velocità di 30 m/s espressa in Km/h vale **108**

La risposta corretta è **108**. Sapendo che 1 m/s corrisponde a 3,6 Km/h, è sufficiente moltiplicare per 3,6:  $30 \times 3,6 = 108$ .

18. Le linee di forza del campo magnetico sono **chiuse**

La risposta corretta è **chiuse**. A differenza del campo elettrico, in cui le linee di forza possono essere aperte (come per esempio nel caso della singola carica elettrica), le linee del campo magnetico sono sempre chiuse, conseguenza del fatto che non esiste il "monopolio" magnetico, ma solo il "dipolo": i poli magnetici sono inseparabili e, in pratica, "tante linee escono dal polo positivo quante ne entrano nel polo negativo".

19. Il grafico s-t di un moto uniformemente accelerato è di forma **parabolica**

La risposta corretta è **parabolica**. Il grafico spazio-tempo del moto rettilineo uniformemente accelerato è il grafico di una equazione polinomiale di secondo grado del tipo  $y=ax^2+bx+c$ , dove  $y$  è la variabile spazio e  $x$  è la variabile tempo. Questo grafico, come è noto, ha la forma di una parabola.

20. La forza elettrica  $F_e$  tra due cariche secondo la legge di Coulomb è inversamente proporzionale al quadrato della **distanza** che le separa.

La risposta corretta è **distanza**. Il quesito fa riferimento alla legge di Coulomb  $F = k \frac{Q_1 Q_2}{d^2}$ , secondo la quale la forza elettrica tra due cariche è direttamente proporzionale a ciascuna carica e inversamente proporzionale al quadrato della loro distanza.

21. Il funzionamento delle fibre ottiche come guide di luce si basa sul fenomeno della **riflessione totale**

La risposta corretta è **riflessione**. Il funzionamento delle fibre ottiche sfrutta il fatto che se un raggio di luce proveniente da un mezzo più rifrangente (cioè con indice di rifrazione maggiore) incontra la superficie di separazione con un mezzo meno rifrangente con un angolo di incidenza sufficientemente grande, tale raggio subirà una riflessione totale che lo porterà a rimanere confinato nel mezzo di provenienza. Questo accade per esempio nel passaggio da vetro (più rifrangente) ad aria (meno rifrangente). Il fenomeno si chiama riflessione totale e rientra nell'ambito della rifrazione ottica.

22. L'altezza dal suolo alla quale la velocità di un grave in caduta libera senza attriti, inizialmente a riposo a 12 m, uguaglia la metà di quella finale, è **9 m**

La risposta corretta è **9**. Si parte dalla legge che esprime la velocità di caduta  $v$  di un grave che parte da fermo da una certa altezza  $h$ :  $v = \sqrt{2gh}$ ; invertendo la relazione si ottiene  $h = \frac{1}{2g}v^2$ : si ha, cioè, una relazione di proporzionalità quadratica tra la velocità raggiunta e l'altezza di partenza. Se quindi la velocità dimezza, l'altezza deve diventare un quarto di quella iniziale: da 12 passa, quindi, a 3 metri. Questo significa che l'oggetto cadendo percorrerebbe tre metri. A questo punto, tornando all'altezza iniziale, dopo 3 metri l'oggetto raggiungerà la quota di 9 metri.

**23. Se un sistema termodinamico passa dallo stato A allo stato B lungo una trasformazione irreversibile, la sua variazione di entropia è come quella calcolata lungo una trasformazione reversibile che congiunga gli stessi stati A e B**

La risposta corretta è **come**. L'entropia è una grandezza di stato, per cui la sua variazione dipende solo dagli stati iniziale e finale e non da come avviene lo spostamento: la variazione di entropia è sempre la stessa indipendentemente dal fatto che si percorra una trasformazione reversibile o irreversibile.

**24. Sulla superficie della luna le onde sonore non si propagano**

La risposta corretta è **non**. L'idea fondamentale è che sulla luna non c'è atmosfera, ma il vuoto. Le onde sonore sono particolari onde meccaniche che, per definizione, necessitano di un mezzo per propagarsi. Nessun'onda meccanica, quindi, si può propagare nel vuoto, tantomeno il suono.

**25. Dalle densità  $\rho_{olivo} = 850 \text{ kg/m}^3$  e  $\rho_{acqua} = 1000 \text{ kg/m}^3$  si ricava che la frazione di volume immerso di un tronco di ulivo in acqua dolce è pari a **17/20****

La risposta corretta è **17/20**. Il risultato è una conseguenza del principio di Archimede da cui, per un corpo parzialmente immerso, uguagliando la spinta di Archimede verso l'alto con la forza peso verso il basso si ricava la seguente relazione:  $V_{imm} \cdot \rho_{acqua} = V_{TOT} \cdot \rho_{olivo}$  che equivale a  $\frac{V_{imm}}{V_{TOT}} = \frac{\rho_{olivo}}{\rho_{acqua}}$ ; sostituendo i valori, il rapporto sarà quindi uguale a 850/1000 ossia, semplificando ai minimi termini, 17/20.

**26. Un gas va dallo stato A allo stato B lungo una trasformazione isobara reversibile, compiendo un lavoro pari a 100 J. Il lavoro compiuto nella trasformazione inversa sarà -100 J**

La risposta corretta è **-100**. Indipendentemente dal tipo di trasformazione, ogni volta che si percorre una trasformazione nel verso contrario, il lavoro (che, ricordiamo, è pari all'area della parte di piano compresa tra la curva della trasformazione e l'asse delle ascisse del piano di Clapeyron) cambia segno, esattamente come cambierebbe di segno un integrale definito nel caso si invertano gli estremi di integrazione.

**27. Un suono di intensità acustica pari a 60 dB è superiore alla soglia di udibilità di un fattore **1000000;  $10^6$****

La risposta corretta è  **$10^6$**  oppure **1.000.000**. In questo caso si utilizza la legge che esprime il livello di intensità sonora in funzione dell'intensità stessa  $L = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0}$ . Ponendo  $L = 60$  si ricava che  $\log \frac{I}{I_0} = 6$ , ossia che  $\frac{I}{I_0} = 10^6$  o, meglio ancora, che  $I = 10^6 \cdot I_0$ .  $10^6$  è quindi il fattore di aumento dalla soglia di udibilità minima  $I_0$  a quella di riferimento  $I$ .

**28. Una zattera di legno (densità  $800 \text{ kg/cm}^3$ ) che ha base quadrata di lato 4 m e altezza 50 cm galleggia sull'acqua (densità  $1000 \text{ kg/cm}^3$ ). Quale è il massimo peso (espresso in N) con cui si può caricare la zattera senza che affondi? **16.000****

La risposta corretta è **16.000** oppure **15.696** oppure **15.680**. Come per il quesito 25, bisogna partire dal principio di Archimede e dal fatto che il massimo peso con cui è possibile caricare la zattera corrisponde a quello per cui la zattera sarà completamente immersa, appena sotto il pelo dell'acqua, prima che inizi ad affondare. In questo caso la relazione da cui conviene partire è la seguente:  $F_A = P_{ZATTERA} + F_P$  in cui  $F_A$  rappresenta la spinta di Archimede e  $F_P$  rappresenta il peso da determinare. Arrotondando la costante  $g$  a 10  $\text{m/s}^2$  e sapendo che le densità dell'acqua e del legno in realtà sono rispettivamente  $\rho_{acqua} = 1.000 \text{ kg/m}^3$  e  $\rho_{legno} = 800 \text{ kg/m}^3$  (e non, come indicato nel testo del quesito,  $1000 \text{ kg/cm}^3$  e  $800 \text{ kg/cm}^3$ ), si ottiene:  $F_P = F_A - P_{ZATTERA} = \rho_{acqua} \cdot g \cdot V_{ZATTERA} - \rho_{legno} \cdot g \cdot V_{ZATTERA} = 1.000 \cdot 10 \cdot (4 \cdot 4 \cdot 0,5) - 800 \cdot 10 \cdot (4 \cdot 4 \cdot 0,5) = (1.000 - 800) \cdot 10 \cdot 8 = 200 \cdot 10 \cdot 8 = 16.000$ . È doveroso notare che la risposta dipende da come si decide di arrotondare la costante  $g$ . Scegliendo il valore 9,81 la risposta esatta sarebbe 15.696, mentre ponendo  $g$  pari a 9,8 la risposta esatta sarebbe 15.680. (Il Ministero stabilirà come procedere in merito all'unità di misura sbagliata fornita dal testo ufficiale del quesito).

- 29. Sapendo che 1 metro è uguale a 100 centimetri, un'accelerazione di 320 cm/s<sup>2</sup> corrisponde a 3,20 m/s<sup>2</sup> nel Sistema Internazionale.**

La risposta corretta è **3,20**. Dato che 1 metro è pari a 100 centimetri, è sufficiente dividere il valore di 320 cm per 100, ottenendo così 3,20 m, e quindi un'accelerazione di 3,20 m/s<sup>2</sup>.

- 30. Lo scambio di calore può avvenire tramite conduzione, convezione e irraggiamento**

La risposta corretta è **irraggiamento**. I modi di propagazione del calore sono tre: conduzione attraverso il contatto con un materiale; convezione attraverso lo spostamento di materia in un fluido; irraggiamento mediante la propagazione di onde elettromagnetiche, anche nel vuoto.

- 31. Un'ambulanza si muove con velocità costante v su una strada rettilinea, a sirena spiegata; la sirena emette un allarme sonoro di frequenza f. Un pedone fermo sul bordo della strada vede l'ambulanza che si avvicina e sente l'allarme sonoro con una frequenza f' maggiore di f del 5%. Sapendo che la velocità del suono in aria è c ~ 1200 Km/hr, e considerando nel calcolo soltanto temini al primo ordine in v/c, la velocità v vale 60 Km/hr**

La risposta corretta è **60**. L'effetto Doppler nel caso del quesito proposto, ossia quando la sorgente è in moto di avvicinamento e l'osservatore è fermo, è descritto dalla formula  $f' = \frac{c}{c-v}f$ . La stessa formula può essere riscritta in termini di v/c in questo modo:  $f' = \frac{1}{1-\frac{v}{c}}f$ . Prima di fare i calcoli, si deve però fare riferimento alla richiesta del quesito, secondo cui si considerano nel calcolo soltanto i termini al primo ordine in v/c. Ciò significa che l'espressione  $\frac{1}{1-\frac{v}{c}}$  deve essere sostituita dall'espressione  $1 + \frac{v}{c}$ . Vale la pena sottolineare che questa sostituzione è tanto più valida quanto più il rapporto v/c è vicino allo zero, e questo succede quando v è molto inferiore a c. La formula diventa perciò  $f' = \left(1 + \frac{v}{c}\right)f$ , ossia  $\frac{f'}{f} = \left(1 + \frac{v}{c}\right)$ . Inoltre, il fatto che f' è maggiore di f del 5% vuol dire che il rapporto  $\frac{f'}{f}$  vale  $\frac{105}{100}$ . Sostituendo si ottiene infine:  $\frac{v}{c} = \frac{f'}{f} - 1 = \frac{105}{100} - 1 = \frac{5}{100}$ , da cui  $v = \frac{5}{100}c = \frac{5}{100} \cdot 1200 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 5 \cdot 12 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 60 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ .

# BIOLOGIA

## DOMANDE A RISPOSTA MULTIPLA

### 1. I processi di fagocitosi e autofagia:

- A) contribuiscono a proteggere la cellula da parassiti extracellulari e intracellulari
- B) sono lo stesso processo indicato con termini diversi
- C) avvengono solo in cellule specializzate
- D) il primo coinvolge lisosomi, il secondo no
- E) sono processi alternativi, nelle cellule avviene o l'uno o l'altro

La risposta corretta è la [A]. La fagocitosi e l'autofagia sono due processi endocitici distinti ma funzionalmente convergenti nella degradazione lisosomiale. La fagocitosi è il processo mediante il quale le cellule specializzate, come i macrofagi, internalizzano e distruggono particelle voluminose di origine esogena, inclusi patogeni extracellulari. La struttura derivata, il fagosoma, si fonde con il lisosoma. L'autofagia, sebbene sia essenziale per l'omeostasi cellulare, agisce anche come meccanismo di difesa contro i patogeni intracellulari, sequestrando i microrganismi invasori all'interno di un autofagosoma che successivamente si fonde con il lisosoma.

### 2. Un gene è:

- A) Una proteina che controlla le caratteristiche ereditarie
- B) Una sequenza di DNA che contiene le informazioni solo per RNA non codificanti
- C) Una molecola di RNA che trasporta informazioni genetiche dalla cellula al nucleo
- D) Una sequenza di DNA che regola esclusivamente l'espressione di altre sequenze di DNA, senza codificare proteine
- E) Una sequenza di DNA che contiene le informazioni per la sintesi di una catena polipeptidica o di una molecola di RNA

La risposta corretta è la [E]. La definizione moderna e più completa di gene è: una regione del DNA che codifica per un prodotto funzionale. Questo prodotto funzionale può essere: una catena polipeptidica (la sequenza di DNA viene trascritta in mRNA e poi tradotta in proteina) oppure una molecola di RNA funzionale (l'RNA trascritto svolge direttamente una funzione cellulare, per esempio l'RNA ribosomiale, l'RNA transfer e l'RNA non codificante - miRNA e lncRNA).

### 3. Il massimo livello di compattamento della cromatina è costituito da:

- A) Fibra da 300 nm
- B) Fibra da 30 nm
- C) Fibra da 11 nm
- D) Solenoide
- E) Cromosoma metafasico

La risposta corretta è la [E]. Il DNA eucariotico subisce diversi livelli di spiralizzazione e compattamento per poter essere contenuto nel nucleo e per consentire la regolazione genica. Il massimo livello di compattamento si raggiunge durante la metafase della mitosi, quando il materiale genetico deve essere diviso. Il cromosoma metafasico raggiunge lo spessore di circa 700 nm (1400 nm per i due cromatidi, che infatti diventano visibili al microscopio ottico), e rappresenta il massimo grado di condensazione raggiunto dalla cromatina, necessario per la corretta separazione dei cromatidi.

### 4. In quale/i dei seguenti comparti di una cellula eucariotica animale è prodotto l'RNA ribosomale?

- A) Nel reticolo endoplasmatico rugoso
- B) Nel nucleolo e nei mitocondri
- C) Nel citoplasma e nel nucleolo
- D) Nel reticolo endoplasmatico liscio
- E) Nei mitocondri e nel reticolo endoplasmatico liscio

La risposta corretta è la [B]. La produzione dell'RNA ribosomale (rRNA) avviene in due compartimenti distinti nella cellula eucariotica animale: il nucleolo e i mitocondri. Il nucleolo è il sito principale della sintesi di rRNA, in particolare delle subunità 28S, 18S e 5.8S. Queste vengono poi assemblate con proteine citoplasmatiche prima di essere esportate dal nucleo. I mitocondri possiedono un proprio genoma circolare (mtDNA) e un apparato di sintesi proteica indipendente, sebbene ridotto rispetto a quello nucleare. Questo mtDNA codifica per i propri specifici rRNA mitocondriali (16S e 12S nell'uomo), necessari per l'assemblaggio dei ribosomi mitocondriali.

**5. Se in una metafase mitotica di una cellula di un ipotetico organismo aploide n=12 si osservano 24 cromatidi fratelli, quante coppie di cromosomi omologhi sono presenti?**

- A) 12
- B) 48
- C) 36
- D) 0**
- E) 24

La risposta corretta è la [D]. L'organismo oggetto della domanda è aploide, ed è caratterizzato dal corredo cromosomico n= 12: tale condizione è rappresentativa di una cellula che contiene un unico set di cromosomi diversi tra loro, il che implica l'assenza totale di coppie di cromosomi omologhi (ossia, cromosomi che condividono la stessa struttura genica ma sono ereditati da genitori diversi), cioè zero. La presenza di n=12 cromosomi in metafase mitotica è coerente con l'osservazione di 24 cromatidi fratelli, poiché la duplicazione del DNA, avvenuta in fase S, fa sì che ogni cromosoma sia costituito da due cromatidi identici. Tuttavia, indipendentemente dal numero di cromatidi o dalla fase del ciclo cellulare, la condizione di aploidia esclude la presenza di cromosomi omologhi appaiati. Pertanto, il numero di coppie di cromosomi omologhi è nullo.

**6. Due cromosomi omologhi di una qualsiasi coppia:**

- A) Definiscono il sesso dell'individuo
- B) Hanno dimensioni diverse
- C) Si appaiono durante la fase S
- D) Sono caratterizzati da identica sequenza di loci genici**
- E) Sono caratterizzati da identica sequenza di basi azotate nel loro DNA

La risposta corretta è la [D]. Due cromosomi omologhi, ereditati rispettivamente da ciascun genitore, definiscono una coppia cromosomica nel corredo diploide. Il criterio fondamentale che stabilisce l'omologia tra queste due strutture risiede nell'identità della loro organizzazione genetica. I cromosomi omologhi possiedono un'identica sequenza e disposizione di loci genici lungo l'asse cromosomico. Ciò significa che contengono i geni per le stesse caratteristiche ereditarie nelle medesime posizioni relative. Sebbene i loci siano gli stessi, la sequenza nucleotidica esatta non è necessariamente identica, poiché i due omologhi possono portare forme alternative dello stesso gene, gli alleli. Per questa ragione, l'opzione [E] è errata.

**7. Nei procarioti l'RNA ribosomale è rappresentato da molecole con i seguenti coefficienti di sedimentazione**

- A) 23, 16 e 5 Svedberg**
- B) 18, 28 e 5 Svedberg
- C) 18, 28, 5.8 e 5 Svedberg
- D) 12 e 16 Svedberg
- E) 16 e 23 Svedberg

La risposta corretta è la [A]. La composizione molecolare dell'RNA ribosomale (rRNA) si definisce grazie ai coefficienti di sedimentazione, misurati in unità Svedberg (S), che riflettono la massa e la conformazione delle molecole. La domanda fa riferimento ai ribosomi procariotici, che sono strutture 70S composte da due subunità: la subunità maggiore (50S) comprende due specie di rRNA, ovvero l'rRNA 23S e l'rRNA 5S; la subunità minore (30S) contiene l'rRNA 16S. Pertanto, i tre coefficienti di sedimentazione che rappresentano l'rRNA prodotto nei procarioti sono 23S, 16S e 5S.

**8. Quali di queste affermazioni sugli oggetti biologici NON è corretta?**

- A) I virus hanno un citoscheletro ancestrale
- B) Le cellule procariotiche sono prive di citoscheletro complesso ma hanno un sistema di proteine strutturali con funzioni analoghe a quelle del citoscheletro eucariotico
- C) Il citoscheletro è una componente strutturale presente in tutte le cellule eucariotiche
- D) Alcuni organismi monocellulari sintetizzano molecole di ATP utilizzando l'energia liberata dalla fermentazione
- E) Alcune cellule procariotiche possono operare la fotosintesi

La risposta corretta è la [A]. I virus sono entità biologiche acellulari, parassiti endocellulari obbligati, privi di autonomia metabolica e strutturale. La loro organizzazione si limita essenzialmente a un core di acido nucleico (DNA o RNA) e a un rivestimento proteico (capside). Non possiedono un citoplasma e, di conseguenza, sono privi di un citoscheletro (né complesso, come quello eucariotico, né ancestrale). Inoltre, non possiedono un proprio apparato metabolico e strutturale e quindi, per la loro replicazione e propagazione, dipendono interamente dal macchinario biosintetico e dalle risorse strutturali della cellula ospite.

**9. Le membrane biologiche sono pochissimo permeabili a:**

- A) N<sub>2</sub>
- B) O<sub>2</sub>
- C) H<sub>2</sub>O
- D) CO<sub>2</sub>
- E) Ioni Ca<sup>2+</sup>

La risposta corretta è la [E]. Le membrane biologiche sono strutture anfifiliche composte da un doppio strato fosfolipidico che agisce come una barriera selettivamente permeabile. La permeabilità di una molecola attraverso questo strato lipidico dipende da due fattori principali: la sua solubilità lipidica (polarità) e la sua dimensione. Gas come l'ossigeno (O<sub>2</sub>), l'azoto (N<sub>2</sub>) e l'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) sono composti da molecole piccole e non polari, dall'ottima solubilità nei lipidi e che attraversano il doppio strato lipidico molto facilmente per semplice diffusione [A, B, D]. Sebbene l'acqua (H<sub>2</sub>O) sia polare, la sua molecola è molto piccola ed è in grado di muoversi lentamente attraverso il doppio strato lipidico per diffusione [C]. Gli ioni Ca<sup>2+</sup>, invece, sono carichi elettricamente e idrofili: sono fortemente respinti dal nucleo idrofobico della membrana e non possono attraversarla per diffusione semplice. La loro traslocazione richiede esclusivamente proteine di trasporto specifiche (canali o pompe).

**10. Le molecole segnale che agiscono tramite recettori intracellulari sono:**

- A) Fattori di crescita
- B) Ormoni peptidici
- C) Neurormoni
- D) Ormoni steroidei
- E) Neurotrasmettitori

La risposta corretta è la [D]. Le molecole segnale che esercitano la loro funzione biologica legandosi a recettori intracellulari devono possedere la capacità di attraversare il doppio strato lipidico della membrana plasmatica per diffusione semplice. Gli ormoni steroidei (come gli ormoni sessuali o i glucocorticoidi) soddisfano tale requisito strutturale in quanto sono molecole idrofobe e liposolubili, derivate dal colesterolo. Una volta penetrati nel citosol o nel nucleo, essi si legano al recettore intracellulare specifico. Il complesso ligando-recettore agisce poi direttamente come fattore di trascrizione, legandosi a sequenze specifiche del DNA per modulare l'espressione genica. Questo meccanismo distingue gli steroidi dai ligandi idrofili (come neurotrasmettitori, fattori di crescita e ormoni peptidici) che, non potendo attraversare la membrana, devono affidarsi a recettori di superficie per innescare una cascata di secondi messaggeri.

**11. Quale delle seguenti affermazioni evidenzia una differenza significativa tra enzimi proteici e ribozimi?**

- A) Sono evolutivamente correlati e strutturalmente simili
- B) Agiscono in compartimenti cellulari separati
- C) La loro attività non richiede energia
- D) Richiedono siti attivi con caratteristiche diverse**
- E) Hanno un'attività catalitica intercambiabile tra proteine e RNA

La risposta corretta è la [D]. La differenza fondamentale tra gli enzimi proteici e i ribozimi, entrambi catalizzatori biologici, risiede nella loro composizione molecolare e nella natura chimica del sito attivo. La funzione catalitica degli enzimi proteici è conferita e regolata dalla conformazione tridimensionale della molecola, con i gruppi funzionali R degli amminoacidi che mediano direttamente la reattività chimica all'interno del sito attivo. Al contrario, nei ribozimi (RNA catalitico), l'attività catalitica è mediata dai gruppi funzionali dei nucleotidi (basi e zuccheri), la cui funzionalità dipende dal ripiegamento specifico della struttura terziaria dell'RNA per formare il sito attivo. Questa disparità nella costituzione chimica del sito catalitico costituisce la distinzione più significativa tra le due classi.

**12. La fibronectina è:**

- A) Un polisaccaride presente nella matrice extracellulare
- B) Una glicoproteina della matrice extracellulare che collega le integrine (proteine transmembrana) a componenti della matrice extracellulare, come il collagene**
- C) Un enzima che degrada le proteine presenti nella matrice extracellulare
- D) Una proteina integrale di membrana
- E) Una proteina del citoscheletro

La risposta corretta è la [B]. La fibronectina è una glicoproteina dimerica che costituisce un componente essenziale della matrice extracellulare (ECM) in molteplici tessuti. La sua funzione primaria è quella di fungere da molecola adesiva multifunzionale, creando un legame strutturale, ma al tempo stesso dinamico, tra la cellula e l'ambiente circostante. La fibronectina possiede domini di legame specifici per diverse macromolecole: si lega alle integrine (recettori di membrana) presenti sulla superficie cellulare, che a loro volta mediane la connessione con il citoscheletro intracellulare, stabilendo una via di comunicazione bidirezionale; si lega con componenti fondamentali della matrice (collagene e proteoglicani) stabilendo un collegamento strutturale e funzionale con la ECM.

**13. Il segnale di localizzazione lisosomiale di una proteina neosintetizzata è:**

- A) Una serina fosforilata
- B) Un residuo di mannosio fosforilato di una sua catena oligosaccaridica**
- C) Un'ancora lipidica a cui viene legata la proteina nel reticolo
- D) Una sequenza aminoacidica amino terminale della proteina da smistare
- E) Una tirosina fosforilata

La risposta corretta è la [B]. Il segnale di localizzazione che direziona le idrolasi acide neosintetizzate verso i lisosomi non è costituito da una sequenza aminoacidica (come avviene per altri segnali di smistamento), bensì da una complessa modificazione post-traduzionale che coinvolge il mannosio-6-fosfato (M6P). Questa struttura viene generata all'interno dell'apparato di Golgi mediante l'aggiunta di un gruppo fosfato al carbonio 6 di un residuo di mannosio, presente sulla catena oligosaccaridica N-linked della proteina. Successivamente, il segnale M6P viene riconosciuto e legato specificamente dai rispettivi recettori del mannosio-6-fosfato, che si trovano nella membrana del *trans*-Golgi. Questo legame recettore-ligando garantisce l'impacchettamento selettivo della proteina in vescicole di trasporto che saranno poi indirizzate agli endosomi tardivi, i precursori dei lisosomi.

- 14. Indicare quale affermazione NON è corretta nel contesto della replicazione del DNA, a livello della forcella di replicazione:**
- A) L'enzima elicasi separa i due filamenti del DNA rompendo i legami a idrogeno tra le basi azotate complementari e creando una struttura a Y (forcella replicativa)
  - B) La sintesi del filamento guida (leading strand) procede in maniera continua in direzione 5'-3', mentre la sintesi del filamento ritardato (lagging strand) avviene in modo discontinuo tramite la formazione di brevi segmenti di DNA chiamati frammenti di Okazaki
  - C) Le proteine SSB si legano ai filamenti di DNA separati prevenendo la loro riassociazione
  - D) La DNA polimerasi si lega al filamento di DNA per iniziare la trascrizione del DNA in RNA**
  - E) Viene sintetizzato un breve segmento di RNA (primer) che fornisce l'estremità 3'-OH necessaria per l'inizio della sintesi del DNA da parte della DNA polimerasi

La risposta corretta è la [D], poiché rappresenta l'unica affermazione errata, come richiesto dal quesito. L'enzima DNA polimerasi è specificamente deputato alla replicazione del materiale genetico, catalizzando la sintesi di nuove catene di DNA a partire da uno stampo preesistente. L'enzima responsabile dell'inizio della trascrizione (ossia la sintesi di RNA a partire da uno stampo di DNA) è, per definizione, la RNA polimerasi.

- 15. In quale fase della meiosi ha luogo la separazione dei cromosomi omologhi?**

- A) Metafase II
- B) Anafase II
- C) Anafase I**
- D) Profase I
- E) Metafase I

La risposta corretta è la [C]. La meiosi è un processo di divisione cellulare essenziale per la riproduzione sessuata, caratterizzato da due divisioni nucleari consecutive: la meiosi I (divisione riduzionale) e la meiosi II (divisione equazionale). Queste divisioni hanno come risultato complessivo la riduzione del corredo cromosomico dallo stato diploide ( $2n$ ) a quello aploide ( $n$ ). L'evento cruciale che determina la riduzione cromosomica è la separazione dei cromosomi omologhi, che ha luogo specificamente durante l'anafase I. In questa fase, i cromosomi omologhi (che si erano precedentemente appaiati e allineati sulla piastra metafasica, in metafase I) segregano l'uno dall'altro. Ciascun cromosoma, pur mantenendo i suoi due cromatidi fratelli, migra verso uno dei due poli opposti della cellula, completando così la prima divisione riduzionale.

### DOMANDE A RISPOSTA CON MODALITÀ A COMPLETAMENTO

- 16. Due geni che occupano lo stesso locus (posizione) su ciascuno dei cromosomi omologhi e si differenziano per una variazione anche minima nella sequenza nucleotidica - come una singola sostituzione di base - vengono definiti **alleli****

La risposta corretta è **alleli**.

Negli organismi diploidi ogni gene è presente in due copie, una su ciascun cromosoma omologo, entrambe localizzate nello stesso locus. Per ogni gene esistono numerose varianti, che differiscono per modifiche (anche minime) nella sequenza di nucleotidi. Ciascuna di queste "versioni" rappresenta un allele di un dato gene.

- 17. La metilazione del DNA e le modificazioni degli istoni costituiscono un tipo di regolazione definita **epigenetica****

La risposta corretta è **epigenetica**.

La regolazione epigenetica dell'espressione genica comprende tutte quelle modificazioni, dinamiche e reversibili, che rimodellano la struttura della cromatina senza alterare la sequenza del DNA. Processi come la metilazione del DNA o le modificazioni degli istoni (per esempio l'acetilazione) sono interventi epigenetici che regolano l'accessibilità del DNA ai fattori di trascrizione, e, di conseguenza, il livello di espressione dei geni.

- 18. È vero o falso che le ripetizioni Fenilalanina-Glicina presenti nelle nucleoporine sono fondamentali per garantire la direzionalità del trasporto di proteine nucleo/citosol? Falso**

La risposta corretta è **falso**.

Le nucleoporine FG sono proteine del poro nucleare caratterizzate da brevi ripetizioni degli aminoacidi fenilalanina e glicina (ripetizioni FG) che mediano le interazioni con le importine. Queste ultime sono recettori citosolici che riconoscono e legano i segnali di localizzazione nucleare (NLS) delle proteine destinate al nucleo e ne mediano il trasporto attraverso il poro. La direzionalità dei trasporti attraverso il poro nucleare è invece garantita dal sistema Ran-GTP/Ran-GDP, che controlla il legame e il rilascio delle proteine cargo tra citosol e nucleo.

- 19. Il legame peptidico si forma tra il gruppo carbossilico dell'amminoacido donatore e il gruppo amminico dell'amminoacido accettore con liberazione di una molecola di acqua e la formazione di un legame covalente C-N**

La risposta corretta è **acqua**.

Nelle proteine gli aminoacidi sono uniti fra loro tramite legami peptidici, che si formano per condensazione del gruppo carbossilico (-COOH) di un aminoacido e il gruppo amminico ( $\text{NH}_2$ ) del successivo. Il gruppo carbossilico perde un ossigeno e un idrogeno, mentre il gruppo amminico perde un idrogeno: in questo modo si forma un legame covalente C-N tra i due aminoacidi e si libera una molecola di acqua.

- 20. Durante la replicazione del DNA, l'enzima che elimina il superavvolgimento del DNA creato dall'apertura dei filamenti nella forcella replicativa è la **topoisomerasi/girasi****

La risposta corretta è **topoisomerasi/girasi**.

Durante la replicazione, l'apertura della doppia elica di DNA da parte delle elicasi, genera un superavvolgimento dei filamenti parentali a livello della forcella replicativa. Questa tensione strutturale deve essere eliminata per evitare il blocco della replicazione. Le topoisomerasi sono enzimi che taglano temporaneamente i filamenti di DNA permettendo il rilascio della tensione torsionale, e ricongiungono poi i siti di taglio, permettendo alla replicazione di proseguire senza interruzioni.

Dal momento che il quesito non specifica in quali organismi si sta osservando la replicazione del DNA occorre precisare che nel caso degli eucarioti la risposta corretta è topoisomerasi, nel caso dei procarioti è girasi.

- 21. La frazione di DNA eucariotico che si rinatura in modo estremamente rapido viene definita altamente **ripetuta/ripetitiva****

La risposta corretta è **ripetuta/ripetitiva**.

Gran parte del genoma eucariotico è costituito da sequenze altamente ripetute. Quando queste sequenze vengono denaturate e lasciate rinaturare, i due filamenti di DNA si riappaiano in modo estremamente rapido dato che ogni copia ha numerosi "partner" complementari disponibili sul filamento opposto. Le sequenze uniche, al contrario, impiegano più tempo per trovare la corretta sequenza a loro complementare e quindi si rinaturano più lentamente.

- 22. Il motivo strutturale denominato "coiled-coil" che caratterizza molti domini proteici è generalmente costituito da due a quattro **alfa-eliche/subunità** che si avvolgono l'una attorno all'altra formando una sovrastruttura stabile attraverso interazioni idrofobiche.**

La risposta corretta è **alfa-eliche/α-eliche/subunità**

Il motivo strutturale "coiled-coil" è costituito da due o più  $\alpha$ -eliche che grazie a interazioni idrofobiche si dispongono una attorno all'altra formando una struttura tridimensionale stabile. Questo motivo, molto comune nei domini proteici, è in grado di mediare numerose interazioni proteina-proteina.

**23. Negli eucarioti, il fattore di trascrizione che ha attività enzimatica (chinasica ed elicasica) è il fattore **TFIIC****

La risposta corretta è **TFIIC**.

I fattori di trascrizione sono proteine che regolano l'espressione dei geni legandosi al DNA e mediando il reclutamento e l'attivazione dell'RNA polimerasi. Negli eucarioti, sono presenti una serie di fattori di trascrizione generali (GTF) fondamentali per la formazione del complesso di pre-inizio della trascrizione: TFIIC A, TFIIC B, TFIIC D, TFIIC E, TFIIC F, TFIIC H. Tra questi, TFIIC possiede attività elicasica, che permette l'apertura della doppia elica del DNA, e chinasica, che permette la fosforilazione dell'RNA polimerasi II, e quindi la transizione dalla fase di inizio a quella di allungamento. TFIIC partecipa anche alla riparazione del DNA.

**24. Il processo di necrosi induce un fenomeno **infiammatorio** locale perché il contenuto della cellula viene rilasciato nell'ambiente circostante.**

La risposta corretta è **infiammatorio**.

La necrosi è una morte cellulare non programmata, indotta da traumi o stress cellulari acuti. Durante la necrosi la membrana plasmatica delle cellule danneggiate si rompe e il contenuto cellulare più o meno alterato viene rilasciato nell'ambiente extracellulare in modo con controllato, inducendo una forte risposta infiammatoria nei tessuti circostanti.

**25. La matrice extracellulare viene degradata da enzimi prodotti dalle cellule che sono chiamati **metalloproteasi/metalloproteinasi****

La risposta corretta è **metalloproteasi/metalloproteinasi**.

Le metalloproteasi sono enzimi proteolitici che utilizzano ioni metallici (principalmente zinco) come cofattori e che degradano componenti proteiche della matrice extracellulare (per esempio il collagene). Esse sono coinvolte in numerosi processi fisiologici e patologici, come rimodellamento tissutale, sviluppo embrionale, migrazione delle cellule nella matrice invasione tumorale e metastasi.

**26. La coda citosolica della proteina transmembrana SREBP, acronimo per Sterol Response Element Binding Protein, viene separata proteoliticamente dal resto della proteina nel complesso di Golgi e trasportata al nucleo**

La risposta corretta è **nucleo**.

La proteina SREBP (Sterol Response Element Binding Protein) è un fattore di trascrizione che regola la sintesi di colesterolo e lipidi. La sua forma inattiva è situata sulle membrane del reticolo endoplasmatico; quando i livelli di lipidi sono bassi, essa viene trasportata al Golgi, dove viene attivata tramite un taglio proteolitico che libera il suo dominio N-terminale, permettendole di entrare nel nucleo e di attivare i geni coinvolti nella biosintesi lipidica.

**27. Durante la trasduzione del segnale, i secondi **messaggeri** come cAMP, IP<sub>3</sub>, DAG e Ca<sup>2+</sup> contribuiscono all'amplificazione del segnale, permettendo a un singolo evento di legame ligando-recettore di attivare molteplici risposte intracellulari.**

La risposta corretta è **messaggeri**.

I secondi messaggeri (come cAMP, IP<sub>3</sub>, DAG e Ca<sup>2+</sup>) sono piccole molecole o ioni prodotti o rilasciati all'interno della cellula in seguito all'attivazione di un recettore da parte di un ligando (primo messaggero). Essi amplificano il segnale permettendo a un singolo evento ligando-recettore di attivare molteplici vie intracellulari: l'attivazione del recettore induce il rilascio di numerose molecole di secondo messaggero, ciascuna delle quali attiva proteine effettive (per es. chinasi). Questi effettori, a loro volta, possono generare nuovi secondi messaggeri o attivare nuovi effettori, dando origine a una cascata di amplificazione che aumenta progressivamente la risposta cellulare.

- 28. Nelle cellule animali, la sintesi, la modificaione e il trasporto di proteine e lipidi sono processi coordinati dal sistema endomembranoso, che è composto dal reticolo endoplasmatico, dall'apparato del Golgi, dalle vescicole di **trasporto/secrezione/esocitosi/endocitosi** e dai lisosomi.**

La risposta corretta è **trasporto/secrezione/esocitosi/endocitosi**.

Il sistema endomembranoso, cioè l'insieme delle membrane interne della cellula, coordina la sintesi, la modificaione e il trasporto di proteine e lipidi tra i diversi compartimenti cellulari. Esso comprende il reticolo endoplasmatico, dove avviene la sintesi di proteine e lipidi, e l'apparato del Golgi, dove queste molecole subiscono modificazioni e vengono smistate verso le destinazioni appropriate. Le vescicole di trasporto mediano il trasferimento di queste macromolecole tra organelli o verso la membrana plasmatica per la secrezione o l'esocitosi. Vi sono inoltre vescicole di membrana implicate nei processi di endocitosi e lisosomi che degradano materiali e componenti cellulari danneggiati.

- 29. Il codone di inizio del processo della traduzione, AUG, lega un tRNA iniziatore che trasporta l'amminoacido **metionina/formilmotionina** nel sito P del ribosoma**

La risposta corretta è **metionina**.

Negli eucarioti, il codone di inizio AUG segnala l'inizio della traduzione e lega un tRNA iniziatore che trasporta la metionina nel sito peptidilico (P) del ribosoma, iniziando la sintesi della catena polipeptidica. Nei procarioti l'amminoacido iniziale è una forma modificata di metionina chiamata formilmotionina.

- 30. I geni eucariotici contengono regioni codificanti (esoni) e regioni non codificanti (introni) mentre nei geni procariotici non sono presenti gli **introni****

La risposta corretta è **introni**.

I geni eucariotici sono organizzati in regioni codificanti, gli esoni, intervallati da sequenze non codificanti, gli introni. Questi ultimi vengono rimossi grazie al processo di splicing che avviene durante la maturazione dell'mRNA. Nei geni procariotici non sono presenti introni, e l'mRNA può essere tradotto subito dopo, se non contemporaneamente alla trascrizione.

- 31. Sintesi di ormoni steroidei, produzione di particelle lipoproteiche, reazioni di disintossicazione sono caratteristiche del reticolo endoplasmatico **liscio****

La risposta corretta è **liscio**.

Il reticolo endoplasmatico liscio (REL) è responsabile della produzione della maggior parte dei lipidi di membrana, del colesterolo e degli ormoni steroidei. Partecipa inoltre alla detossificazione di sostanze tossiche lipofile, al metabolismo dei carboidrati nelle cellule epatiche e all'immagazzinamento del calcio, fondamentale per numerose funzioni cellulari.