



Anisn

**HUMANITAS
UNIVERSITY**

ZANICHELLI

Olimpiadi delle Scienze Naturali 2021 – XiX Edizione - Fase Regionale (biennio)

FOGLIO RISERVATO AL DOCENTE

CHIAVI

Domanda			Domanda	
PARTE PRIMA			11	C
1	B		12	D
2	D		PARTE QUARTA	
3	B		13	D
4	A		14	A
PARTE SECONDA			15	A
5	D		16	D
6	C		PARTE QUINTA	
7	B		17	B
8	C		18	B
PARTE TERZA			19	A
9	B		20	D
10	D		21	Vedi sotto

ANAFASE	5	14		
CITODIERESI	10	11		
FASE S	13	16		
INTERVALLO G₁	2			
INTERVALLO G₂	1			
METAFASE	3			
PROFASE	7			
TELOFASE	8	9		
MAI	4	6	12	15



**Commento a cura di Alessandro Chiappori, Francesca Corti,
Alessandro Limonta, Pasquale Miglionico e Michele Russo,
Alumni ANISN**

PARTE PRIMA – In orbita con Parmitano

1. Risposta corretta: **b)** *Si tratta del trasporto lungo costa dovuto alle correnti marine: vengono trasportati solo i materiali più fini ed il loro trasporto è influenzato dalla morfologia della costa.*

Innanzitutto, si può escludere l'origine fluviale dei sedimenti, infatti si nota come i cordoni di materiale si stacchino direttamente dalla costa e non si nota la presenza di corsi d'acqua che possano fungere da sorgente di detriti, dunque possiamo escludere le opzioni a) e c). Notiamo inoltre che l'opzione d) è errata perché le correnti ad energia più bassa sono in grado di trasportare solo i sedimenti più fini e non i più grossolani. Dunque, resta l'opzione b) che è quella corretta.

2. Risposta corretta: **d)** *Si formano intorno ad isole soggette a subsidenza a seguito della biocostruzione operata dalle barriere coralline.*

L'opzione d) è l'unica che descrive correttamente un atollo, che infatti è una barriera corallina a forma di anello (o a ferro di cavallo) che si forma a seguito dell'accumulo di materiale di origine biologica sulle pendici di un'isola che va in subsidenza. L'opzione c) poteva facilmente trarre in inganno, poiché la maggior parte degli atolli si sono originati dalla subsidenza di isole vulcaniche la cui attività è cessata, tuttavia la loro formazione non dipende dall'attività idrotermale secondaria.

3. Risposta corretta: **b)** *Le emissioni di CO₂ in atmosfera amplificano il fenomeno dell'effetto serra, favorendo la fusione dei ghiacciai e quindi l'innalzamento del livello medio del mare, e provocando un'acidificazione dei mari che contribuisce al danneggiamento delle barriere coralline.*

L'opzione b) è l'unica a fornire informazioni completamente corrette. Infatti, l'accumulo di CO₂ nell'atmosfera porta a un aumento dell'effetto serra, dunque l'opzione c) è errata. L'effetto serra a sua volta causa un aumento delle temperature medie, senza causare un abbassamento delle temperature nelle regioni subtropicali, dunque possiamo escludere anche l'opzione d). Inoltre, anche se il cambiamento climatico potrebbe portare alla diminuzione delle precipitazioni in alcune regioni, le barriere coralline non necessitano di un clima umido per sopravvivere (essendo già immerse in acqua), pertanto, anche l'opzione a) è errata.

Resta l'opzione b), che è quella corretta. Infatti, un effetto meno noto dell'aumento della concentrazione della CO₂ nell'atmosfera è l'acidificazione degli oceani, nei quali la CO₂ si scioglie sotto forma di acido carbonico. Il cambiamento del pH degli oceani è un grosso problema per gli organismi marini, in particolare quelli con un esoscheletro carbonatico, come i polipi che vanno a formare le barriere coralline.

4. Risposta corretta: **a)** *Una depressione del suolo incrostata di sali tipica dei climi aridi dovuta alla vicinanza di un bacino marino dal quale può occasionalmente arrivare acqua marina che, a causa delle elevate temperature, evapora depositando i sali.*

Esaminiamo una per una le varie opzioni. Il cloruro di sodio è più denso dell'acqua, quindi non è un grado di formare uno strato sulla superficie di un lago; piuttosto andrebbe a formare accumuli sul fondo (come avviene nelle vasche artificiali delle saline), dunque l'opzione b) è errata. L'opzione c) è errata perché il lago non può essersi formato da acqua che risale per capillarità dal sottosuolo. Il trasporto per capillarità avviene in condotti molto sottili, come i vasi capillari delle piante, sfruttando la tensione superficiale dell'acqua: non può quindi avvenire spontaneamente nel suolo. Anche l'opzione d) è errata, visto che un corso d'acqua non permanente non porterebbe ad un così grande accumulo di sali. Resta l'opzione a), che infatti è corretta.

PARTE SECONDA - Le mutazioni del SARS-CoV-2

5. Risposta corretta: **d)** *La proteina con mutazione D614G ha la stessa struttura primaria, ma diversa struttura secondaria, rispetto alla proteina spike del ceppo wild type.*

La mutazione D614G consiste nella sostituzione di un singolo aminoacido con un altro, perciò deriva dalla sostituzione di uno o pochi nucleotidi ed è quindi una mutazione puntiforme (alternativa a). La sostituzione di un aminoacido con un altro modifica la struttura primaria della proteina, che corrisponde appunto con la sua sequenza amminoacidica, e può modificarne anche il ripiegamento nella struttura secondaria e terziaria (alternativa b). L'affermazione d è dunque errata, perché la proteina spike con mutazione D614G non ha la stessa struttura primaria di quella del ceppo wild type di SARS-CoV-2. Modificando la sequenza della proteina, una mutazione come la D614G ha la possibilità di modificare parzialmente la struttura tridimensionale della proteina spike e quindi di modificare la sua capacità di interagire con altre proteine (alternativa c).

6. Risposta corretta: **c**) *Tredici delle mutazioni provocano la sostituzione di un codone con uno che codifica per un aminoacido diverso.*

Nella variante inglese di SARS-CoV-2 sono presenti 23 mutazioni, che consistono in variazioni di diverso tipo della sequenza nucleotidica del virus. Le tredici mutazioni non sinonimo provocano la sostituzione di un codone con uno che codifica per un aminoacido diverso (alternativa c). Le mutazioni non sinonimo sono sostituzioni nucleotidiche che determinano una variazione della sequenza amminoacidica, ma anche le delezioni provocano delezione di aminoacidi o spostamenti del quadro di lettura che causano la mutazione della sequenza amminoacidica (alternativa a). Proprio a causa delle delezioni, le proteine virali della variante inglese non avranno lo stesso numero di aminoacidi di quelle del virus *wild type* (alternativa b). Le sei mutazioni sinonime sono sostituzioni di nucleotidi (alternativa d) che non causano però variazioni della sequenza amminoacidica.

7. Risposta corretta: **b**) *Alcune mutazioni della proteina spike possono essere favorite dalla selezione naturale.*

La proteina *spike* è responsabile per l'interazione del virus con le cellule dell'organismo ospite: una mutazione che si genera casualmente nella sequenza della proteina *spike* potrebbe aumentare o diminuire l'efficienza di infezione delle cellule da parte del virus. Variazioni di spike che aumentano l'efficienza di infezione ne potrebbero aumentare la capacità di riprodursi nelle cellule e di diffondersi, e in tal caso daranno alla variante un vantaggio evolutivo sugli altri ceppi del virus. In questo modo, la variante portatrice della mutazione vantaggiosa di *spike* si diffonderà. La chiave per la risposta a questa domanda è quindi il concetto di selezione naturale: varie porzioni del genoma virale possono subire mutazioni casuali, creando una varietà di genotipi, e dalle informazioni riportate non c'è motivo di supporre che la frequenza di mutazioni in un punto sia maggiore che in un altro (alternativa c). Mutazioni in regioni critiche per l'interazione con la cellula ospite, come il gene per la proteina *spike*, possono generare fenotipi vantaggiosi e diffondersi di più nella popolazione per selezione naturale. Il singolo virus non è invece in grado di modificare le proprie proteine per "adattarsi all'ospite" (alternativa d), un po' come suggerirebbe la teoria evolutiva di Lamarck: la sequenza e struttura della proteina *spike* prodotta dal virus sono determinate dalla sequenza presente nel genoma virale, e il virus non può agire per modificare quest'ultima. Il contatto con la cellula ospite può invece determinare una modificazione conformazionale di *spike*, ma si tratta di una modifica che non fa cambiare la sequenza della proteina stessa, tantomeno quella del genoma che verrà poi duplicato e trasmesso ai virus "figli" dopo l'infezione (alternativa a).

8. Risposta corretta: **c**) *Solo mutazioni multiple a carico di più parti della proteina spike potrebbero verosimilmente far perdere efficacia ai vaccini, impedendo il riconoscimento da parte degli anticorpi prodotti.*

I vaccini del tipo descritto, come i vaccini Pfizer–BioNTech, Moderna e Oxford–AstraZeneca, inducono temporaneamente l'espressione della proteina virale spike da parte delle cellule dell'organismo. In questo modo la proteina viene esposta al sistema immunitario, che viene attivato e produce anticorpi contro diverse parti della proteina. In seguito alla vaccinazione gli anticorpi del paziente sono quindi in grado di reagire verso diverse parti della proteina spike del virus wild type, sulla cui base i vaccini sono stati sviluppati. Se in una variante di SARS-CoV-2 sono presenti mutazioni di spike, queste possono far cambiare la struttura di alcune parti della spike presente sul virus e impedire quindi ad alcuni anticorpi di riconoscere spike se il paziente viene contagiato dalla variante virale. Però, è difficile che una singola mutazione in spike modifichi tutte le parti della proteina tanto da impedirne il riconoscimento da parte di tutti i tipi di anticorpi presenti nel paziente dopo il vaccino. Verosimilmente, solo mutazioni multiple a carico di più parti della proteina spike potrebbero alterarla così tanto e far sì che neanche uno dei tipi di anticorpi anti-spike del paziente possano riconoscerla, e quindi solo mutazioni multiple o di impatto particolarmente elevato sulla struttura di spike potrebbero potenzialmente annullare l'efficacia di questi vaccini.

Fonte per approfondimenti su varianti e possibile impatto sui vaccini: <https://tinyurl.com/vcxt6zw5> (www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov)

PARTE TERZA - Una sfida... lunare tra Diana e Giorgio

9. Risposta corretta: **b)** *La fotografia è stata scattata durante una sизigia.*

Con il termine *sизigia* si indicano collettivamente le due fasi di *congiunzione*, o novilunio, e *opposizione*, o plenilunio. Affinché avvenga un'eclissi solare (totale, parziale o anulare), la Luna deve trovarsi fra la Terra e il Sole, per poter oscurare il nostro pianeta. La fase corrispondente è quindi di novilunio, quando i raggi del Sole illuminano la faccia nascosta del nostro satellite, facendolo apparire buio. Perciò, la risposta b) è corretta, mentre a) e d) sono errate, riferendosi a fasi lunari diverse¹.

Anche la risposta c) è errata, poiché le eclissi anulari si verificano solo quando la Luna è in apogeo. Le dimensioni apparenti della Luna e del Sole, per pura coincidenza dovuta alle rispettive distanze dalla Terra, sono all'incirca corrispondenti. Quindi se la Luna è al perigeo, il disco lunare è leggermente più grande di quello solare, mentre solo all'apogeo, essendo la Luna più lontana, il disco lunare è troppo piccolo da ricoprire tutta la superficie del disco solare: si ha quindi un'eclissi anulare, come nella splendida immagine mostrata.

10. Risposta corretta: **d)** *Non avvengono un'eclissi di Sole e una di Luna per ogni mese sinodico a causa dell'inclinazione dell'orbita lunare rispetto al piano dell'eclittica.*

Si chiede di comprendere la causa effettiva del “paradosso”, ragionando in termini spaziali. Affinché avvenga un'eclissi, Sole Terra e Luna devono essere allineati *tridimensionalmente*, non solo nella proiezione bidimensionale sul piano dell'eclittica. Quest'ultima rappresentazione nasconde la dimensione perpendicolare al piano dell'eclittica, rendendo i tre astri allineati anche se in realtà la Luna non si trova sullo stesso piano di Terra e Sole. Quindi non basta che la Luna si trovi in fase di plenilunio o novilunio affinché avvengano un'eclissi di Luna o di Sole, rispettivamente: l'opzione a) è errata. Per essere sullo stesso piano di Terra e Sole, la Luna deve trovarsi *contemporaneamente* in uno dei due nodi. Questo non succede per ogni sизigia a causa dell'inclinazione dell'orbita lunare, come suggerito dall'opzione d). Altrimenti si avrebbero da 12 a 13 eclissi all'anno, anziché solo da 2 a 7!

La risposta b) è falsa poiché la distanza fra Terra e Luna non influenza l'allineamento dei tre corpi celesti. Anche c) è falsa poiché la regressione della linea dei nodi, pur essendo possibile solo nel caso in cui i due piani non sono paralleli, non è la causa del “paradosso” in questione, che si avrebbe anche se la linea dei nodi non ruotasse.

11. Risposta corretta: **c)** *il mese sinodico è più lungo del mese sidereo perché mentre la Luna ruota intorno alla Terra, anche la coppia Terra-Luna gira intorno al Sole.*

La differenza fra le due possibili definizioni del mese lunare è ricordata nell'introduzione alla batteria. Per rispondere a questa domanda occorre individuare la ragione di questa differenza (seconda parte delle risposte possibili) e capire quale dei due mesi ha una durata maggiore (prima parte delle risposte possibili).

Per quanto riguarda la prima, possiamo facilmente escludere che il moto di rotazione lunare influisca, poiché la durata dei mesi dipende solo dalla sua *posizione* rispetto a Terra e Sole.

Per capire che il mese sinodico è più lungo del mese sidereo, occorre ricordare che i moti di rivoluzione lunare e terrestre sono entrambi antiorari, visti dal polo Nord celeste. Per semplicità, immaginiamo di incominciare il mese sidereo dalla fase di novilunio, quando, visti dal polo Nord celeste, Sole Luna e Terra sono allineati in quest'ordine. Una volta completato un mese sidereo, anche la Terra nel frattempo sarà un po' avanzata lungo la sua orbita (di un mese circa, cioè un dodicesimo dell'orbita terrestre), quindi i tre astri non sono più allineati. Per riavere un allineamento, cioè tornare in una fase di novilunio per completare anche il mese sinodico, occorre che la Luna percorra ancora un tratto della sua orbita.

12. Risposta corretta: **d)** *La Luna può assumere la forma gibbosa fra il primo quarto e il plenilunio.*

Vediamo dall'immagine che la Luna è in fase crescente. Per capirlo, possiamo basarci su una delle celebri filastrocche, come “gobba a ponente, luna crescente; gobba a levante, luna calante”, oppure “la Luna mente sempre”². Questo ci permette di escludere l'opzione b). Fra le altre opzioni, sia a) che c) presentano situazioni in cui la porzione della Luna illuminata è minore della metà, mentre solo d) comprende la situazione in figura, con la Luna crescente e illuminata per circa tre quarti.

¹ Si può escludere l'opzione a) con un ragionamento puramente logico: se a) fosse vera, allora sarebbe vera anche b), quindi a) è necessariamente falsa, essendoci solo una risposta corretta.

² Riportato anche come “la Luna mente”, oppure “la Luna è bugiarda”, fa riferimento al fatto che quando la parte illuminata assume una forma a “C”, la Luna è decrescente, quando assume una forma a “D” invece è crescente.

PARTE QUARTA– Le interazioni all'interno delle comunità biotiche

13. Risposta corretta: **d**) *Criptico*

L'insetto stecco ha una forma e una colorazione simili all'ambiente in cui vive e costituisce quindi un esempio di mimetismo criptico. Il mimetismo fanerico indica invece un organismo che assume caratteristiche simili a un altro organismo e comprende ad esempio il mimetismo batesiano (quando una specie innocua assume un aspetto simile a una specie pericolosa) e mülleriano (quando due o più specie pericolose condividono una colorazione simile).

14. Risposta corretta: **a**) *Deve necessariamente progredire verso stadi che ospitano un maggior numero di specie.*

Una successione ecologica è guidata dalla selezione delle specie più adatte all'ecosistema considerato, che eventualmente raggiungono una comunità stabile (alternativa d). Dal momento che l'ecosistema è soggetto a continue modifiche, è possibile che le specie dominanti vengano progressivamente sostituite da altre (alternativa b) oppure che a seguito di drastici cambiamenti la comunità regredisca improvvisamente (alternativa c). È anche possibile che il numero di specie diminuisca (dunque la risposta corretta è la a).

15. Risposta corretta: **a**) *Predazione dei carnivori, che riduce e quindi controlla l'accrescimento degli erbivori presenti a monte della catena alimentare.*

La freccia indica che l'anello di controllo si deve a una regolazione degli erbivori da parte dei carnivori. Questo tipo di regolazione è appunto la predazione, che porta a una riduzione del numero di erbivori (in quanto costituiscono il nutrimento dei carnivori).

16. Risposta corretta: **d**) *L'inizio di una successione ecologica, quando su di una roccia nuda cominciano a crescere i primi organismi di una specie pioniera, per cui i primi individui che colonizzano la roccia facilitano la crescita dei successivi, e così via*

Le prime tre risposte costituiscono esempi di feedback negativi. La chiave di volta tende infatti a stabilizzare la comunità in cui si trova, la simbiosi mutualistica mantiene costante il rapporto fra le due specie coinvolte (un eccesso dell'una o dell'altra renderebbe svantaggiati gli esemplari sovrannumerari) e in una comunità matura il numero di individui rimane pressoché costante. La risposta D, invece, fornisce un esempio di situazione in cui un evento iniziale (la deposizione di una specie pioniera) provoca l'arrivo di altre specie che amplificano ulteriormente il processo, portando a un grosso cambiamento dell'ambiente.

PARTE QUINTA – L'agenda 2030 e la risorsa acqua

17. Risposta corretta: **b**) *Dall'atmosfera, sotto forma di precipitazioni*

L'acqua degli oceani e dei bacini continentali è già sulla superficie terrestre, dunque le opzioni a) e c) sono errate. L'evapotraspirazione delle piante invece indica il movimento dell'acqua dalla biosfera all'atmosfera, dunque rimuove l'acqua dalla superficie terrestre. Resta solo l'opzione b), che infatti è quella corretta.

18. Risposta corretta: **b**) *L'acqua non ha tempo di infiltrarsi e si muove velocemente per ruscellamento sulla superficie terrestre*

Il tempo che l'acqua impiega a infiltrarsi nel terreno è abbastanza costante, di conseguenza, in caso di piogge particolarmente abbondanti, l'acqua non riuscirà a penetrare nel terreno, quindi possiamo escludere le opzioni a) e d). In genere l'acqua che non penetra all'interno della roccia scorre sulla superficie e va ad accumularsi in bacini più grandi (spesso permanenti), dando vita a fenomeni di ruscellamento, dunque l'opzione b) è quella corretta.

19. Risposta corretta: **a**) *Rocce carbonatiche (roccia compatta formata prevalentemente da carbonato di calcio)*

Cerchiamo la roccia con la maggiore tendenza alla fessurazione. Lo gneiss (opzione c)) è formato da cristalli grandi e compatti, dunque tendenzialmente formerà un blocco unico e l'acqua potrà attraversarlo solo attraverso le rare fratture. Le arenarie e i conglomerati (opzioni d) e b)), sono invece rocce formate da materiale sedimentario cementato, tendono

ad essere attraversate dall'acqua grazie alla loro porosità. Le rocce carbonatiche invece sono impermeabili ma solubili, nel senso che l'acqua è in grado di attraversarle erodendole e creando fessure al loro interno, di conseguenza sono molto prone alla fessurazione e l'opzione a) è quella corretta.

20. Risposta corretta: **d)** *Limitare l'utilizzo della riserva di acqua prima che il livello della falda raggiunga il valore minimo del livello piezometrico.*

Esaminiamo una per una le varie opzioni. L'opzione a) è chiaramente improponibile, visto che nonostante l'acqua in sé sia inesauribile, questa può facilmente diventare inaccessibile per le popolazioni che ne hanno bisogno. L'opzione b), per quanto teoricamente sia una via percorribile, non è sostenibile, perché non fa altro che spostare il problema in altre falde che probabilmente nella stagione estiva sperimentano anch'esse un abbassamento del livello piezometrico. Questa soluzione è equivalente a decidere di sfruttare più falde anziché una sola. L'opzione c) è invece troppo poco lungimirante, visto che affronta il problema solo dopo che si è presentato, mettendo la popolazione a rischio di non riuscire più a soddisfare il proprio fabbisogno di acqua. Resta l'opzione d), che infatti è corretta, visto che è l'unica che previene il problema con un utilizzo controllato della riserva naturale di acqua, anche prima che questa si avvicini all'esaurimento.

IL DOMANDONE FINALE

La mitosi e il ciclo cellulare

Di seguito è riportata una spiegazione per ognuno degli abbinamenti, divisi in base alle fasi del ciclo cellulare.

Nell'INTERVALLO G1, i cromosomi sono decondensati e sono costituiti da un solo cromatidio (2).

Nella FASE S, il DNA si duplica (13) e, per via di errori nel processo di replicazione, può verificarsi una mutazione puntiforme (16).

Nell'INTERVALLO G2, quindi, i cromosomi sono decondensati e sono costituiti da due cromatidi (1)

Nella PROFASE, i cromosomi si condensano, accorciandosi e ispessendosi (7).

Nella METAFASE, i cromosomi sono allineati nel piano equatoriale della cellula e sono ancora costituiti da due cromatidi fratelli (3), e non da uno solo come descritto in 4.

Nell'ANAFASE, i cromosomi migrano verso i due poli della cellula e sono costituiti da un unico cromatidio (5), e non da due come descritto in 6, perché le coppie di cromatidi fratelli costituenti i cromosomi sono state separate a livello del centromero (14).

Nella TELOFASE, i cromosomi si decondensano, allungandosi e assottigliandosi (8), e si ricostituiscono le membrane nucleari (9).

Con la CITODIERESI, i due citoplasmi delle cellule figlie sono divisi da:

- il fragmoblasto nelle cellule vegetali (10)
- il solco di divisione nelle cellule animali (11)

Gli eventi 15 e 12, cioè la formazione delle tetradi e il crossing over, riguardano invece solo la MEIOSI.