



Anisn

HUMANITAS
UNIVERSITY

ZANICHELLI

I moti della Terra

DALLA PROVA DELLE OLIMPIADI DELLE SCIENZE NATURALI 2019 - XVII EDIZIONE
FASE REGIONALE (TRIENNIO SCIENZE DELLA TERRA)

Le risposte corrette sono indicate in rosso

Le 4 domande che seguono riguardano i moti della Terra. Scrivi la risposta a ciascuna domanda nel foglio risposte allegato.

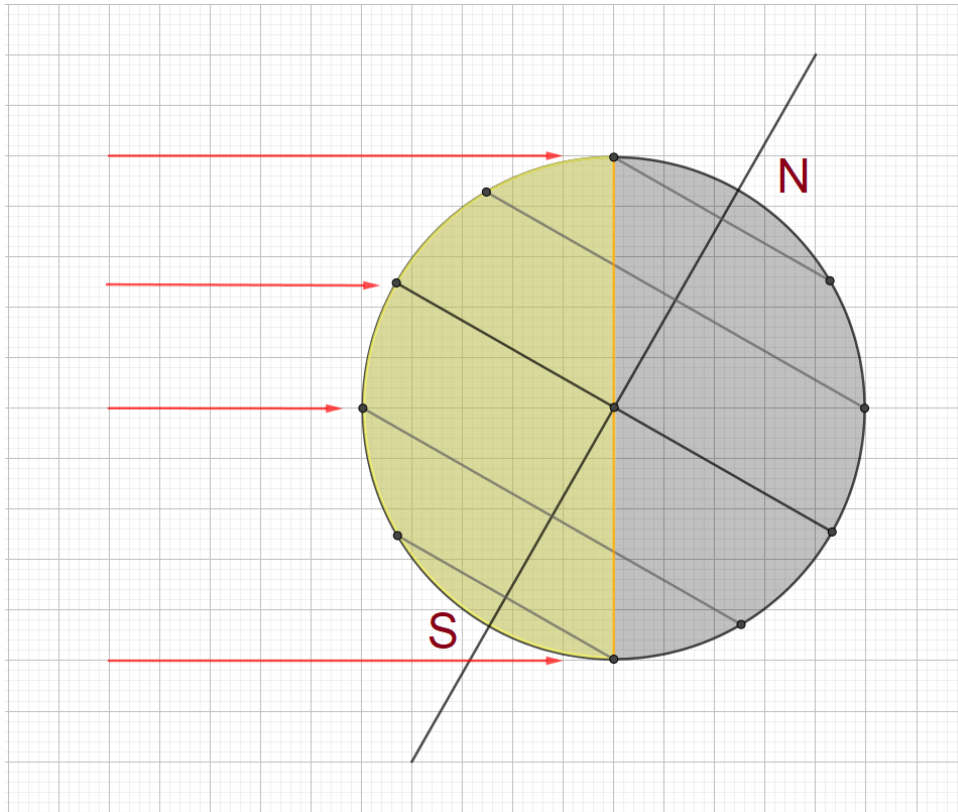
- Durante i solstizi i raggi solari e il circolo di illuminazione sono rispettivamente:
 - Perpendicolari all'Equatore e tangente ai circoli polari.
 - Perpendicolari a uno dei due Tropici e tangente ai circoli polari.**
 - Perpendicolari all'Equatore e passante per i Poli.
 - Perpendicolari a uno dei due Tropici e passante per Poli.
- Il passo che segue è tratto dal romanzo di Giulio Verne "Il giro del mondo in 80 giorni": "...*Phileas Fogg, senza saperlo, era riuscito a guadagnare un giorno sul suo programma di viaggio e questo solo perché aveva fatto il giro del mondo andando sempre verso est*". I protagonisti del romanzo avevano guadagnato un giorno perché avevano attraversato la linea internazionale del cambiamento di data. Tale attraversamento era avvenuto:
 - In senso contrario alla rotazione terrestre.
 - Da est verso ovest.
 - Dall'America all'Asia.
 - Dall'Asia all'America.**
- L'angolo tra l'asse terrestre e il piano dell'eclittica è di $66^{\circ} 33'$. Se tale angolo fosse minore (per esempio 60°):
 - Le stagioni rimarrebbero inalterate.
 - Si avrebbero estati più calde e inverni più freddi.**
 - Si avrebbero estati più lunghe e inverni più corti.
 - Le stagioni non si verificherebbero.
- Il Sole è allo Zenit due volte l'anno:
 - All'Equatore.
 - Ad entrambi i Tropici.
 - Nei punti compresi tra l'Equatore e i Tropici.
 - Sono corrette a) e c).**



Commento a cura di Alessandro Chiappori, Alunno ANISN

1. Risposta corretta: *Durante i solstizi i raggi solari e il circolo di illuminazione sono rispettivamente perpendicolari a uno dei due Tropici e tangente ai circoli polari.*

Un modo efficace per rispondere a questo tipo di domande è di fare uno schizzo su un foglio, indicando asse terrestre, equatore, tropici e circoli polari. Nell'immagine sotto, abbiamo considerato il caso del solstizio d'inverno. Il circolo di illuminazione, indicato in arancione, è quella circonferenza che divide la parte della Terra illuminata dal Sole (in giallo a sinistra) dalla parte non illuminata (in grigio a destra).



Osserviamo che i raggi solari (in rosso): sono tangenti alla superficie terrestre ai due circoli polari; non sono perpendicolari all'equatore; sono perpendicolari alla tangente della superficie terrestre al tropico del Capricorno (emisfero Sud). Avremmo lo stesso durante il solstizio d'estate, dove il Polo Nord sarebbe illuminato al posto del Polo Sud e i raggi solari sarebbero perpendicolari al tropico del Cancro (emisfero Nord). Per visualizzarlo, è sufficiente immaginare che i raggi vengano da destra anziché da sinistra. In entrambi i casi, abbiamo la situazione descritta in b). Le opzioni a) e d) corrispondono a due configurazioni impossibili, mentre la c) descrive l'illuminazione solare agli equinozi.

Per distinguere fra le quattro situazioni possibili (due solstizi e due equinozi), è sufficiente pensare a che stagione si ha nei due emisferi: se un emisfero è illuminato più dell'altro, allora sarà estate nell'emisfero in cui la calotta polare è completamente illuminata, inverno nell'altro; se invece i due emisferi sono illuminati allo stesso modo, non possiamo che avere primavera da una parte e autunno dall'altra, cioè un equinozio.

2. Risposta corretta: *Dall'Asia all'America.*

La linea internazionale del cambiamento di data è l'arco di meridiano che si trova dalla parte opposta rispetto al meridiano fondamentale di Greenwich. Rispetto al meridiano fondamentale, l'ora aumenta spostandoci verso est, diminuisce spostandoci verso ovest. Da un punto di vista mnemonico, possiamo ricordare il verso sapendo che in America il fuso è "indietro" rispetto al nostro, mentre in Asia è "avanti". Continuando a spostarci verso est o verso ovest, a un certo punto ritroviamo il meridiano fondamentale, dalla parte opposta rispetto all'asse terrestre. Nel primo caso, ci troveremo "avanti" di 12 ore, nel secondo ci troveremo "indietro" di 12 ore. Quindi, andando sempre verso est e attraversando la linea, ci troveremo un intero giorno "avanti". Lo stesso accade a Phileas Fogg, protagonista de "Il giro del mondo in 80 giorni". Per rispondere alla domanda, è sufficiente notare che le opzioni a), b) e c) corrispondono a un movimento da est verso ovest, mentre solo la d) corrisponde a un movimento da ovest verso est. La direzione in cui ha viaggiato Phileas Fogg ci è suggerita direttamente alla fine dell'estratto: *andando sempre verso est.*

3. Risposta corretta: *L'angolo tra l'asse terrestre e il piano dell'eclittica è di $66^{\circ} 33'$. Se tale angolo fosse minore (per esempio 60°) si avrebbero estati più calde e inverni più freddi.*

Riprendendo la figura della domanda 1., un angolo minore corrisponde ad un asse terrestre più inclinato rispetto alla verticale del foglio. L'effetto è quindi di amplificare lo scompensamento fra i due emisferi durante i solstizi: l'emisfero per cui è estate (Sud in figura) diventa ancora più caldo, l'emisfero per cui è inverno ancora più freddo. Questo perché l'inclinazione dei raggi solari rispetto a terra aumenta per l'emisfero estivo, quindi aumenta la quantità di calore ricevuta dal Sole per unità di superficie¹. Contemporaneamente accade il contrario per l'emisfero invernale.

La durata delle stagioni dipende invece dalla velocità di rivoluzione della Terra nei vari punti della sua orbita, cioè, in base alla seconda legge di Keplero, dalla distanza fra Terra e Sole. Infatti, l'inverno è la stagione più corta nel nostro emisfero, perché corrisponde al tratto dell'orbita in cui la Terra si trova più vicina al Sole (cioè a cavallo del *perielio*). Agendo solo sull'inclinazione dell'asse terrestre, quindi, la durata delle stagioni non cambia: l'opzione c) è errata. L'assenza del fenomeno stagionale (opzione d)), si avrebbe invece se l'angolo fra asse terrestre e piano dell'eclittica fosse esattamente 90° : ogni giorno si avrebbe la stessa situazione che si verifica durante gli equinozi, con i raggi solari perpendicolari all'equatore e tangenti ai Poli.

4. Risposta corretta: *Il Sole è allo Zenit due volte l'anno all'Equatore e nei punti compresi tra l'Equatore e i Tropici.*

Data una posizione sulla superficie terrestre, si definisce Zenit il punto immaginario di intersezione fra la prosecuzione del raggio terrestre passante per la posizione stessa e la volta celeste. In altre parole, il Sole o una qualsiasi altra stella si trova allo Zenit se è esattamente sopra la nostra testa.

Questa condizione, nel caso del Sole, può verificarsi solo alle latitudini comprese fra i tropici: a latitudini maggiori i raggi solari arrivano sempre a inclinazioni minori di 90° , quindi il Sole non si trova mai esattamente allo Zenit. La posizione per cui il Sole è allo Zenit oscilla fra i due tropici nel corso dell'anno, per cui il fenomeno si verifica sempre due volte per ogni parallelo. Fanno eccezione i due estremi: esattamente sui tropici il Sole è allo Zenit solamente durante il solstizio corrispondente, cioè una sola volta durante l'anno. Perciò le opzioni a) e c) sono entrambe corrette, mentre la b) è errata.

¹ Più formalmente, il calore che giunge in superficie è proporzionale al coseno della somma fra la latitudine (-90° al Polo Sud e $+90^{\circ}$ al Polo Nord) e l'angolo fra l'asse terrestre e la proiezione del circolo di illuminazione (positivo in senso antiorario). Infatti, il coseno è massimo se questa somma è nulla, cioè se i raggi sono perpendicolari a terra. Ciò accade ad esempio sul tropico del Capricorno durante il solstizio d'inverno: latitudine di $-23^{\circ}27'$ e angolo fra asse terrestre e circolo di illuminazione di $+23^{\circ}27'$.