



Anisn

**HUMANITAS  
UNIVERSITY**

**ZANICHELLI**

## La circolazione generale atmosferica

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

Le 5 domande che seguono riguardano la circolazione generale dell'atmosfera. Le domande sono introdotte da un'immagine alla quale potrai fare riferimento per fornire le risposte. Considera attentamente tutti i dati, le informazioni e le immagini allegate ai singoli quesiti. Scrivi la risposta a ciascuna domanda nel foglio risposte allegato.

**Le risposte corrette sono indicate in rosso**

1. Quale delle seguenti affermazioni sulla circolazione atmosferica generale è corretta?

- a) **La circolazione atmosferica generale è causata dal gradiente di temperatura presente tra i Poli e l'Equatore**
- b) La circolazione atmosferica generale subisce variazioni stagionali dovute all'ellitticità dell'orbita terrestre.
- c) La circolazione atmosferica generale avviene nella troposfera e nella stratosfera.
- d) Sono vere a) e c).



Utilizza lo schema a lato, che rappresenta le celle convettive che caratterizzano la circolazione generale dell'atmosfera nell'emisfero boreale, per rispondere ai quesiti 2 e 3.

2. La circolazione atmosferica di ciascun emisfero è suddivisa in tre macrocelle convettive (dall'equatore al polo: cella di Hadley, cella di Ferrel e cella Polare). Nell'emisfero boreale quali delle seguenti associazioni tra venti di bassa quota e loro direzione è corretta?

VENTI
I - Alisei
II - Venti occidentali (cella di Ferrel)
III - Venti polari

DIREZIONI
1. NE → SW
2. SW → NE
3. NW → SE
4. SE → NW

- a) **(I e III) - 1; II - 2.**
- b) (I e II) - 3; III - 4.
- c) (I e III) - 3; II - 2.
- d) (I e III) - 4; II - 2.

3. Quale dei seguenti abbinamenti tra aree corrispondenti a paralleli notevoli e pressione atmosferica è corretto?

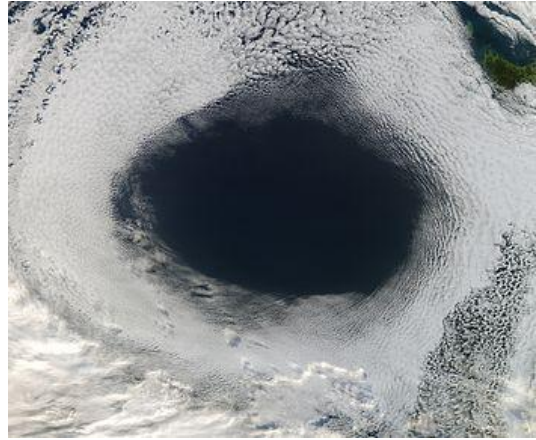
PARALLELI NOTEVOLI
I) Polo
II) Circolo polare
III) Tropici
IV) Equatore

PRESSIONE ATMOSFERICA
1) Bassa pressione
2) Alta pressione

- a) (I, II) – 1; (III, IV) – 2.
- b) (I, IV) – 1; (II, III) – 2.
- c) (II, IV) – 1; (I, III) – 2.**
- d) (I, III) – 1; (II, IV) – 2.

4. In figura puoi vedere una vasta area anticiclonica localizzata nell'emisfero australe. Quale delle seguenti affermazioni sulla zona rappresentata in figura è corretta?

- a) L'aria si muove in senso orario e mentre sale la sua umidità relativa diminuisce.
- b) L'aria si muove in senso orario e mentre scende la sua umidità relativa diminuisce.
- c) L'aria si muove in senso antiorario e mentre sale la sua umidità relativa diminuisce.
- d) L'aria si muove in senso antiorario e mentre scende la sua umidità relativa diminuisce.**



5. Quale delle seguenti affermazioni sui cicloni tropicali è vera?

- a) Nell'occhio del ciclone l'aria si riscalda.
- b) Nell'occhio del ciclone l'aria scende.
- c) Nell'occhio del ciclone la pressione al suolo è massima.
- d) Sono vere a) e b).**

## Commento a cura di Samuele Rosso, alumnus ANISN

1. Risposta corretta: **a)** *La circolazione atmosferica generale è causata dal gradiente di temperatura presente tra i Poli e l'Equatore.*

La circolazione atmosferica generale consiste in un sistema complesso di flussi d'aria che, al contrario di quanto potrebbe lasciare intendere il nome, interessa essenzialmente la parte inferiore dell'atmosfera: la troposfera. Infatti, è possibile affermare che le condizioni meteorologiche sulla superficie terrestre sono determinate quasi totalmente dai primi 10-12 km dello strato d'aria, dove, grazie al riscaldamento dell'aria a contatto con la superficie, si generano ampi rimescolamenti. Nella stratosfera, cioè oltre la tropopausa, le condizioni cambiano e l'aria si stratifica formando un sottile strato di ozono. Tra troposfera e stratosfera non vi sono correnti d'aria significative, dunque, è possibile escludere le risposte c) e d).

Oltre al movimento verso l'alto dell'aria riscaldata a contatto con la superficie, si deve considerare che tale riscaldamento non avviene in egual modo a tutte le latitudini: all'equatore il riscaldamento è molto più intenso, mentre diminuisce spostandosi verso i poli. Questo ha un'importante conseguenza: all'equatore si ha un accumulo netto di calore, invece, alle alte latitudini, si ha una perdita netta di energia per irraggiamento. Questo gradiente termico tra equatore e poli spinge masse d'aria più calde dall'equatore ai poli, generando le celle della circolazione atmosferica generale. La risposta corretta è quindi l'opzione a).

Infine, è possibile escludere la risposta b) in quanto l'eccentricità dell'orbita terrestre è estremamente bassa (di fatto la Terra percorre un'orbita pressoché circolare) il che non potrebbe giustificare variazioni stagionali. Infatti, l'alternarsi delle stagioni è determinato dall'inclinazione dell'asse terrestre, cioè dall'inclinazione dei raggi solari e non dalla distanza dal Sole.

2. Risposta corretta: **a)** *(I e III) – 1; II – 2.*

Per rispondere a questa domanda è necessario aver compreso il principio di Coriolis, secondo il quale un flusso diretto lungo l'asse polo-equatore subisce una deviazione verso destra nell'emisfero boreale e verso sinistra nell'emisfero australe. Questa legge si applica essenzialmente ai fluidi, quindi alle correnti oceaniche e atmosferiche. La forza di Coriolis è una forza apparente, come la forza centrifuga, che dipende dalla diversa velocità tangenziale di un punto sulla superficie terrestre, cioè dalla velocità con cui il punto ruota intorno all'asse. La velocità tangenziale aumenta man mano che ci si sposta dai poli verso l'equatore, poiché aumenta il raggio di rotazione, quindi la distanza da percorrere nello stesso tempo: 24 ore. Un corpo nell'emisfero boreale, spostandosi verso l'equatore, tende a mantenere un moto rettilineo

uniforme per inerzia, ma attraverserà zone della superficie con una velocità di rotazione maggiore, di conseguenza il corpo risulterà “in ritardo” e sarà deviato verso destra. Sempre verso destra viene deviato un corpo che si muove in verso opposto, verso nord: il corpo mantiene per inerzia la tendenza a contrastare la precedente rotazione, più intensa, che lo spingeva verso sinistra; di conseguenza, passando a velocità di rotazioni minori, l’effetto è quello di uno spostamento verso destra.

A questo punto è possibile rispondere alla domanda applicando il concetto della forza di Coriolis alle correnti atmosferiche.

Le masse d’aria vicine alla superficie si spostano, all’interno della cella di Hadley nell’emisfero boreale, da nord verso l’equatore, subendo una deviazione verso destra, cioè verso ovest; ne risultano dei venti, detti Alisei, che soffiano da nord-est verso sud-ovest. Al contrario, nella cella di Ferrel l’aria superficiale si sposta verso nord, deviando verso est: il movimento risultante sarà da sud-ovest a nord-est (venti occidentali), opposto a quello degli alisei. Infine, nella cella polare si ripete il movimento della cella di Hadley verso sud: i venti soffieranno da nord-est verso sud-ovest (venti polari).

3. Risposta corretta: **c)** (II, IV) – 1; (I, III) – 2.

Per rispondere a questa domanda è sufficiente applicare il principio per cui un flusso avviene da una regione a pressione maggiore verso una regione a pressione minore, cioè da una zona ad alta pressione verso una zona a bassa pressione. Osservando l’immagine rappresentante le celle convettive, si può notare che gli alisei soffiano dal tropico verso l’equatore, quindi al tropico è presente una zona ad alta pressione, mentre all’equatore persiste una bassa pressione. Analogamente, per la cella polare si può affermare che al circolo vige una condizione di bassa pressione, mentre al polo domina l’alta pressione, siccome i venti polari soffiano dal polo verso il circolo polare.

4. Risposta corretta: **d)** *L’aria si muove in senso antiorario e mentre scende la sua umidità relativa diminuisce.*

Un’area anticiclonica è una regione caratterizzata da alta pressione, con aria più densa in discesa dalle porzioni più alte della cella convettiva. Le masse d’aria in discesa subiscono una rapida diminuzione di umidità relativa, perché, essendo relativamente povere di vapore acqueo, si riscaldano velocemente. Aumentando la temperatura e mantenendo costante l’umidità *assoluta*, cioè la quantità di vapore acqueo, si ha che l’umidità *relativa* diminuisce. Per queste ragioni una zona di alta pressione è normalmente dominata da bel tempo e temperature maggiori che nelle vicine aree di bassa pressione. Le masse di aria in discesa, infatti, sono state private della loro umidità durante l’ascesa in una zona di bassa pressione, dove il vapore che contenevano è condensato nelle nubi e tornato a terra sotto forma di precipitazioni.

Infine, è necessario risalire al verso di rotazione. Trattandosi di un’area di alta pressione i venti sono divergenti e si dirigono verso l’esterno dell’anticiclone, deviando, nell’emisfero australe, verso sinistra. Il verso della rotazione risulta essere antiorario.

5. Risposta corretta **d)** *Nell’occhio del ciclone l’aria scende e si riscalda.*

Un ciclone tropicale, come suggerito dalla parola, è un’area di bassa pressione. Quindi, la pressione scende progressivamente andando dalla periferia verso il centro, cosicché nell’occhio del ciclone la pressione è minima, non massima. Possiamo così escludere l’opzione c).

Inoltre, un ciclone tropicale può essere inteso come una cella convettiva di forma toroidale (a “ciambella”), in cui l’aria vicina alla superficie si dirige verso il centro scaldandosi a contatto con l’acqua oceanica, calda. Poco prima di arrivare all’occhio del ciclone, i venti deviano verso l’alto rilasciando il vapore acqueo che condensa e genera le nubi temporalesche. Al contrario, nell’occhio del ciclone, l’aria non sale, ma riscalda, richiamata dalla bassa pressione sottostante. Scendendo, incontra strati d’aria più caldi, riscaldandosi e ricominciando il ciclo. Infine, sia la risposta a) che l’opzione b) sono corrette.

