

Capitolo T3 La dinamica dell'atmosfera: meteorologia e clima

Quesiti e problemi

1 78% azoto elementare, 21% ossigeno molecolare, 1% argon e 0,04% diossido di carbonio.

2 C

3 L'atmosfera si suddivide in sfere e pause. Partendo dal suolo: troposfera, tropopausa (limite dell'atmosfera), stratosfera, stratopausa, mesosfera, mesopausa, termosfera, termopausa, esosfera.

4 Il termine *sfera* si riferisce a uno strato di atmosfera in cui le proprietà chimiche si mantengono costanti o cambiano gradualmente e la temperatura varia in modo costante; le *pause* sono invece superfici di discontinuità, a livello delle quali la temperatura varia bruscamente.

5 La troposfera.

6 La troposfera è più spessa all'equatore a causa dello schiacciamento polare e dell'espansione termica subita per le maggiori temperature (all'equatore l'insolazione è maggiore rispetto alle latitudini polari).

7 La temperatura cinetica dipende dalla velocità media delle particelle. A causa della rarefazione dell'aria, un astronauta percepirebbe freddo, andando incontro rapidamente a congelamento.

8 La velocità di fuga è la velocità necessaria a sfuggire al campo gravitazionale terrestre. Quella della Terra è 11,2 km/s e può essere raggiunta dalle particelle dell'esosfera.

9 Perché la colonna d'aria è più sottile e quindi esercita un peso inferiore sull'unità di superficie.

10 Perché il vapore acqueo (peso molecolare 18) non si aggiunge al volume, ma sostituisce un ugual numero di molecole di aria secca, prevalentemente costituite da molecole di azoto N_2 (peso molecolare 28) e da ossigeno O_2 (peso molecolare 32), più pesanti.

11

| Fenomeno | Effetti sulla pressione | Effetti sulla temperatura |
|-------------------------|-------------------------|--|
| Aumento di altitudine | Diminuisce | Diminuisce |
| Compressione adiabatica | Aumenta | Aumenta |
| Ingresso di aria umida | Diminuisce | Dipende dalle caratteristiche termiche dell'aria in ingresso |

12 Un termometro a massima e minima consiste in un tubo a U contenente mercurio, con una colonna riempita completamente di alcol etilico e l'altra provvista di una porzione vuota (camera di compensazione). Quando la temperatura ambientale scende, l'alcol si contrae e si trascina dietro il mercurio; una barretta metallica che lo segue segnerà la temperatura minima registrata. Quando la temperatura sale, il mercurio si dilata e sale nella seconda colonna spingendo verso l'alto l'alcol e la seconda barretta metallica che si posizionerà così sulla temperatura massima.

13

| Variabile | Formula utilizzata |
|---------------------------|--|
| Escursione termica diurna | $T_{\max} - T_{\min}$ |
| Temperatura media diurna | $T_{\text{med}} = (T_{\max} - T_{\min})/2$ |
| Temperatura media mensile | $(\sum_1^{31} T_{\text{med}})/31$ |
| Escursione termica annua | $T_{\text{med}}(\text{mese più caldo}) - T_{\text{med}}(\text{mese più freddo})$ |

14 I fattori che determinano le variazioni di temperatura nella troposfera sono le variazioni in latitudine, le variazioni in altitudine e le variazioni dipendenti dalla topografia. Inoltre, più localmente, contribuiscono anche le inversioni termiche.

15 L'inversione si verifica nella figura a destra: lo strato caldo impedisce la risalita degli inquinanti e li trattiene al suolo, come nel caso del fumo di una ciminiera.

16 L'umidità assoluta è la quantità di vapore acqueo espressa in grammi in 1 m^3 di aria. Non è un dato significativo perché masse d'aria di volume uguale possono contenere la stessa quantità di vapore, ma se hanno una diversa temperatura si avrà un livello di saturazione diverso.

17 L'umidità relativa è il rapporto tra la quantità di vapore effettivamente presente in un volume d'aria di riferimento e quello massimo ideale che tale volume potrebbe contenere al punto di rugiada. L'umidità relativa viene espressa in percentuale.

18 Una massa d'aria calda ha un punto di rugiada più elevato perché a temperatura maggiore le particelle dell'aria hanno energia cinetica superiore e l'agitazione termica che ne deriva consente di trattenere più molecole d'acqua allo stato di vapore senza che condensino.

19 In presenza di ventilazione, il vapore viene rimosso e portato a distanza, inibendo la saturazione della massa d'aria.

20 Attraverso la fusione, l'acqua passa da un ghiacciaio ai corsi d'acqua, e quindi a un fiume; passa poi negli organismi viventi che vivono nel fiume o si abbeverano alle sue acque. Con l'evaporazione e la traspirazione l'acqua passa dai viventi all'aria. Giunta a saturazione, l'acqua, sotto forma di neve, precipita di nuovo sul ghiacciaio.

21 Le forze motrici del ciclo idrologico sono: l'energia solare, il calore endogeno terrestre e la forza di gravità.

22 I nuclei di condensazione sono particelle solide con un diametro variabile tra il decimillesimo e il millesimo di millimetro che permettono al vapore di condensare e formare goccioline d'acqua. Senza queste particelle non sarebbe possibile il passaggio di stato nella massa d'aria.

23 La condensazione può avvenire a causa del raffreddamento di una massa d'aria che si realizza attraverso diversi possibili meccanismi: irraggiamento, contatto con superfici fredde, aggiunta di vapore acqueo, mescolanza con masse d'aria più fredde, per movimento ascensionale.

24 Una massa d'aria in risalita si espande perché soggetta a una pressione via via inferiore. Questo provoca un raffreddamento della massa d'aria (*raffreddamento adiabatico*).

25 Il *gradiente adiabatico secco* è la diminuzione di temperatura di 1°C ogni 100 m di altitudine. Quando inizia la condensazione, che libera calore, il gradiente è inferiore ed è pari a circa $0,5^\circ\text{C}$ ogni 100 m (*gradiente adiabatico umido*).

26 Le precipitazioni orogeniche sono dovute alla risalita di aria umida lungo il versante sopra vento. Risalendo, l'aria genera un vento che sale dalla valle verso il monte (*stau*); il vapore in essa contenuto giunge a condensare e genera precipitazioni alla sommità dei rilievi. Una volta privata del vapore, l'aria, costretta a scendere lungo il versante sottovento, darà invece luogo a un vento secco che soffia verso la valle (*föhn*).

27 Le isobare sono isolinee che uniscono punti a uguale pressione atmosferica.

28 **Area A:** area anticiclonica; **area B:** promontorio; **area C:** area ciclonica.

29 Sul valore di pressione rilevato occorre effettuare una correzione che tenga conto dell'altitudine del luogo. Se il luogo ha un'altitudine superiore al livello del mare, è necessario aumentare il valore della pressione registrata tenendo conto del gradiente barico verticale. Per esempio, se una località ha un'altitudine di 200 m, occorre aumentare di 2/10 il valore della pressione registrata.

30 Il gradiente barico orizzontale è la differenza di pressione atmosferica che si registra tra due località. Questo gradiente non si può calcolare in via teorica, come quello verticale, perché dipende dall'altitudine, dalla temperatura e dall'umidità delle masse d'aria presenti.

31 Il gradiente barico orizzontale si registra tra due zone limitrofe, mentre quello verticale si registra tra due altitudini diverse su una medesima zona. Il gradiente barico orizzontale è il motore principale dei venti.

32 I venti si possono classificare in base alle zone interessate in venti locali e venti planetari. In base al meccanismo di origine si distinguono in: brezze, venti periodici, venti catabatici.

33 I monsoni sono venti periodici perché hanno periodicità regolare durante l'anno (monsone invernale e monsone estivo).

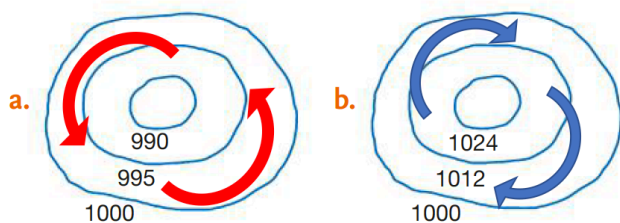
34 I monsoni sono paragonabili a giganteschi fenomeni di brezza che interessano territori a estensione continentale: durante l'estate la massa continentale si scalda velocemente e richiama aria umida dall'oceano, che genera il monsone umido caratterizzato da intense precipitazioni. La circolazione si inverte durante l'inverno, come accade per le brezze a periodicità giornaliera.

35 Nei due emisferi, i venti alisei seguono due direzioni diverse, NE e SE, a causa della deviazione imposta dalla forza di Coriolis. La forza di Coriolis devia verso destra le masse d'aria nell'emisfero boreale (direzione NE) e verso sinistra in quello australe (direzione SE).

36 Si tratta di venti delle medie latitudini legati alla cella di Ferrel, che a causa della forza di Coriolis e dell'attrito con le terre emerse corrono da Ovest a Est.

37 In prossimità dell'equatore convergono le masse d'aria che attraverso le due celle di Hadley e si spostano dai tropici all'equatore termico.

38 a) area ciclonica; b) area anticiclonica.



39 I venti geostrofici sono venti che si sviluppano nell'alta troposfera, il cui andamento è perfettamente parallelo alle isobare.

40 D

- 41** Le correnti a getto sono correnti occidentali che si rinvergono nell'alta troposfera tra i 6000 m e i 9000 m di altitudine, sono concentrate tra i 25° e i 35° e intorno ai 60° di ciascun emisfero; possono raggiungere una velocità di 500 km/h.
- 42** Le correnti a getto influenzano gli eventi della bassa troposfera, in quanto si spostano stagionalmente in latitudine. La corrente a getto subtropicale si sposta d'estate verso Nord trascinando l'anticiclone delle Azzorre; la corrente a getto del fronte polare subisce il distacco di masse d'aria fredda, le quali generano anticicloni e cicloni che interagiscono tra loro e causano le perturbazioni delle nostre latitudini.
- 43** I fronti sono delle superfici attraverso le quali due masse d'aria con diverse caratteristiche fisiche entrano in contatto.
- 44** Si tratta di un fronte caldo. a) L'aria è più calda in A e più fredda in B. b) Le frecce rosse indicano la risalita della massa d'aria A più calda al di sopra della massa più fredda. c) Copertura nuvolosa e piogge diffuse.
- 45** a) F; b) V; c) V; d) F; e) V.
- 46** Il bilancio radiativo terrestre è la differenza tra l'energia solare in arrivo e quella in uscita dalla Terra.
- 47** La costante solare viene misurata al limite dell'atmosfera perché la radiazione solare, entrando nell'atmosfera, subisce delle trasformazioni.
- 48** Le radiazioni solari in arrivo subiscono fenomeni di riflessione e fenomeni di assorbimento che portano un successivo irraggiamento da parte dei vari materiali.
- 49** L'albedo è il rapporto tra la quantità di radiazione riflessa in rapporto alla radiazione totale incidente. L'albedo è soggetta a una regolazione a feedback positivo perché, se il riscaldamento globale porta a diminuire l'estensione dei ghiacci, con essi diminuisce di conseguenza l'albedo. La diminuzione di albedo però diminuisce a sua volta la riflessione della radiazione e di conseguenza porta a un maggiore riscaldamento della Terra, che ridurrà l'albedo globale, e così via.
- 50** L'effetto serra è quel fenomeno che permette di mantenere la temperatura media superficiale del nostro pianeta a +15 °C. I gas responsabili di questo effetto sono il diossido di carbonio (CO₂), il metano (CH₄), alcuni gas organici alogenati e il vapore acqueo. Questi gas impediscono alla radiazione infrarossa emessa dalla Terra di fuoriuscire dalla bassa atmosfera.
- 51** Le finestre atmosferiche sono zone dello spettro elettromagnetico per le quali l'atmosfera è trasparente. Le principali finestre atmosferiche sono quella della radiazione visibile e quella della banda radio.
- 52** In alta montagna il rischio di scottature dovute ai raggi ultravioletti è dovuto al minore spessore di atmosfera sovrastante e quindi alla più elevata penetrabilità dei raggi ultravioletti. La neve, col suo potere riflettente (albedo), riflette anche questi raggi, aumentandone gli effetti.
- 53** Secondo l'Organizzazione Meteorologica Mondiale, il clima è definito come l'insieme delle condizioni fisiche e meteorologiche che mediamente caratterizzano una determinata zona terrestre, lungo un arco di tempo di almeno trent'anni.
- 54** Gli *elementi del clima* sono le grandezze fisiche legate al tempo meteorologico, come la temperatura, la pressione, l'umidità e le precipitazioni. I *fattori del clima* sono fattori geografici, come la latitudine e l'altitudine, i fattori topografici, come l'esposizione dei versanti e la distanza dal mare, e quelli antropici come la cementificazione.
- 55** Le regioni climatiche in cui si suddivide l'Italia sono sei: la Regione alpina, la Regione padana, la Regione ligure-tirrenica, la Regione appenninica, la Regione adriatica, la Regione calabrese e insulare.
- 56** Il versante tirrenico è più esposto alle correnti occidentali che portano l'aria umida proveniente dall'Oceano Atlantico. Il versante Adriatico è invece più esposto alle correnti nord-orientali provenienti dal continente.
- 57** Un archivio paleoclimatico è costituito da materiale di origine geologica o biologica che conserva informazioni sul clima del passato e delle sue variazioni nel tempo.

58 Un *proxy* è un indicatore di tipo biologico, fisico o chimico, che permette di ricavare indirettamente informazioni sul paleoclima. I *proxy* più utilizzati in ambito paleoclimatico sono i sedimenti (di fondo marino o lacustre) e le carote di ghiaccio della calotta polare.

59 Le forzanti climatiche sono le cause che determinano un cambiamento climatico. Agiscono prevalentemente con meccanismi di regolazione a feedback positivo.

60 I moti millenari della Terra sono moti secondari della durata di migliaia di anni. I moti millenari sono invocati come cause importanti per innescare le glaciazioni.

61 La circolazione termoalina ridistribuisce il calore terrestre: le acque oceaniche più superficiali, più calde, giunte alle alte latitudini cedono calore, diventano più dense e sprofondano. In profondità, l'acqua più fredda e salata scorre sul fondale, per poi risalire alle basse latitudini.

62 Le principali sorgenti di CO₂ che riversano questo gas in atmosfera sono i processi respiratori e le fermentazioni, la combustione dei combustibili fossili, la fusione del permafrost e le emissioni vulcaniche. Una diminuzione delle emissioni di origine antropica si potrebbe ottenere riducendo l'uso dei combustibili fossili, incrementando la copertura vegetale e limitando la deforestazione.

63 Il riscaldamento globale porta a molte conseguenze, tra cui la riduzione dei ghiacciai continentali e dei ghiacci polari, l'aumento del livello medio dei mari, la tropicalizzazione del clima alle medie latitudini, l'aumento di fenomeni meteorologici estremi, l'acidificazione delle acque oceaniche, la riduzione della biodiversità globale.

Il laboratorio delle competenze

69 Si tratta della termosfera.

70 Il congelamento è dovuto alla rarefazione delle particelle, nonostante la temperatura cinetica sia molto elevata. A causa della rarefazione, la capacità di trasferire calore per conduzione all'astronauta è pressoché nulla. La disidratazione è dovuta alla pressione esterna, che è bassissima. In queste condizioni, i liquidi interni del corpo bollono istantaneamente passando allo stato di vapore, disidratando l'astronauta.

73 Considerando un gradiente termico verticale di 100 mmHg ogni 100 m, la pressione normalizzata in questo corrisponderebbe a circa 1066 hPa.

74 Il trasferimento di calore non è istantaneo ma occorre un certo tempo affinché l'atmosfera si riscaldi. Essa presenta, cioè, una sorta di inerzia termica.

75 Dal confronto tra i due grafici si nota che l'andamento della concentrazione di CO₂ ricalca l'andamento della temperatura, come testimoniato dalla minore abbondanza di ¹⁸O nei gusci dei foraminiferi. Vi è quindi uno stretto legame tra aumento del gas serra e la temperatura globale.

76

| Strumento | Banda dello spettro investigata | Altitudine di posizionamento dello strumento |
|--|--|--|
| Radiotelescopio | Onde radio (lunghezza d'onda: oltre 1 km) | Al suolo |
| Telescopio ottico | Visibile ((lunghezza d'onda: 400 – 700 nm) | Al suolo |
| Telescopi per radiazione infrarossa | Infrarossi (lunghezza d'onda: 1 mm – 1 m) | 50 km |
| Telescopi per radiazione ultravioletta | Raggi UV (lunghezza d'onda: 10 - 110 nm) | Oltre 100 km |
| Telescopio per raggi X | Raggi X (lunghezza d'onda: 0,1 – 1 nm) | 10 – 30 km |
| Telescopio per raggi γ | Raggi γ | |