

Capitolo T1 I fattori del dinamismo interno della Terra

Quesiti e problemi

1 Vi sono pianeti interni (Mercurio, Venere, Terra e Marte) e pianeti esterni (Giove, Saturno, Urano e Nettuno), satelliti, corpi minori (asteroidi e pianeti nani), comete e oggetti della fascia di Kuiper, polveri e corpi meteoroidi (meteoriti e meteore).

2 I planetesimi sono stati corpi di dimensioni chilometriche e simili a quelle degli asteroidi presenti nel disco protoplanetario; dalla loro aggregazione, seguita da differenziamento, si sono formati i protopianeti nelle fasi iniziali dell'origine del Sistema solare.

3 Interazioni di natura elettrostatica seguite da collisioni casuali generarono corpi fino a 1 m di diametro. Da questi, per attrazione gravitazionale, si sono formati planetesimi di diametro 1 km. Questi, a loro volta, hanno formato i pianeti attirandosi tra loro per attrazione gravitazionale.

4 Plutone è un pianeta nano perché, a causa della sua massa limitata, genera un campo gravitazionale insufficiente a ripulire la sua orbita dai detriti del disco protoplanetario.

5 Nell'azione di «ripulitura» i pianeti si sono comportati come aspirapolveri gravitazionali, attirando su di sé detriti e polveri presenti nel disco protoplanetario.

6 La «crisi del ferro» è la fase in cui i protopianeti, raggiungendo lo stato fuso, hanno subito uno sprofondamento verso il centro dei materiali più densi, come il ferro, a formare il nucleo. Il calore necessario alla fusione è derivato dalla conversione dell'energia cinetica dovuta agli urti tra planetesimi, dall'energia gravitazionale e dal decadimento degli isotopi radioattivi.

7 Dall'interno verso l'esterno: un nucleo, un mantello intermedio e una crosta superficiale.

8 La fascia di abitabilità è la regione del Sistema solare in cui si verificano condizioni adatte per ospitare forme di vita.

9 Distanza del pianeta dal Sole, presenza di acqua allo stato liquido, una temperatura idonea a sostenere i processi vitali, un'atmosfera stabile chimicamente e adatta a esercitare una pressione che mantenga l'acqua liquida, presenza di elementi chimici tipici della materia vivente. Inoltre, sono importanti anche fattori come la dinamicità del pianeta, la presenza di un campo magnetico stabile, la presenza di un'atmosfera, la presenza di un satellite di massa elevata in confronto a quella del pianeta.

10 C

11 C

12 B

13 Il flusso di calore è la quantità di calore emesso per unità di tempo e di superficie in ogni punto della Terra. Il flusso di calore si misura in HFU, corrispondente mediamente a $1 \text{ cal/cm}^2/\text{s}$.

14 Il gradiente geotermico è l'aumento di temperatura che si registra ogni 100 m di profondità. Corrisponde a un aumento di 2-3 °C ogni 100 m. Il valore è stato ottenuto da misurazioni nelle miniere o sul fondo di pozzi di perforazione.

15 A, D

16 La curva geoterma rappresenta l'andamento effettivo del gradiente geotermico con la profondità. La temperatura cresce rapidamente nei primi 400 km, poi aumenta più lentamente verso il centro della Terra.

17 Le componenti del calore interno terrestre sono il calore radiogenico e il calore primordiale.

18 A

19 Le fonti del calore primordiale sono state: la conversione dell'energia cinetica dei planetesimi in energia termica; la conversione dell'energia potenziale gravitazionale in calore; il calore radiogenico degli isotopi a vita breve (solo nelle prime fasi di formazione del pianeta).

20 Il calore primordiale terrestre è ancora in gran parte trattenuto all'interno della Terra perché le rocce hanno una conducibilità termica bassissima, cioè sono isolanti.

21 Le componenti del campo magnetico terrestre complessivo sono: il campo geomagnetico dipolare, il campo crostale, il campo esterno, il campo di induzione elettromagnetica.

22 Il campo geomagnetico è dipolare e viene assimilato a quello generato da una gigantesca barra magnetica posta all'interno della Terra.

23 I due termini non sono esattamente sinonimi perché il campo geomagnetico è solo la componente principale dipolare; il campo magnetico include anche le altre componenti e non è perfettamente dipolare.

24 I Poli magnetici sulla superficie terrestre si individuano con un ago magnetico libero di muoversi nello spazio. La direzione indicata dall'ago è perpendicolare al suolo a livello dei due Poli magnetici (inclinazione $+90^\circ$ al Polo nord e -90° al Polo sud).

25 La magnetosfera terrestre è la zona dello spazio intorno alla Terra in cui si estende il campo geomagnetico.

26 Le aurore polari sono dovute all'interazione tra le particelle del vento solare e le linee di forza del campo magnetico terrestre.

27 Le grandezze associate al campo magnetico terrestre sono tre: (1) l'intensità, misurata col magnetometro; (2) la declinazione magnetica (angolo tra la direzione del meridiano e quella indicata dall'ago magnetico); (3) l'inclinazione magnetica (angolo formato tra la direzione dell'ago magnetico e il piano orizzontale). Queste ultime due sono individuate dalle direzioni di un ago magnetico libero di muoversi nello spazio.

28 Perché non esiste nessun materiale che possa mantenere una magnetizzazione permanente comportandosi come una barra magnetica, dal momento che le temperature interne al pianeta superano di gran lunga la temperatura di Curie di tutti i minerali ferromagnetici. La geodinamo si basa sui principi fisici dell'induzione elettromagnetica (*autoinduzione*).

29 Le rocce mantengono traccia del campo magnetico presente al momento della loro formazione (magnetizzazione primaria). La magnetizzazione secondaria successivamente può modificare o cancellare la magnetizzazione primaria.

30 Il paleocampo è il campo magnetico a cui erano soggette le rocce nel passato, cioè il campo vigente al momento della loro formazione.

31 Una roccia magmatica acquisisce la magnetizzazione primaria o per magnetizzazione termica residua (rocce magmatiche) o per magnetizzazione detritica residua (rocce sedimentarie).

32 B, D

33 Nella scala delle polarità magnetiche, i croni normali sono i periodi di tempo nei quali il campo magnetico terrestre ha i Poli disposti come nella polarità attuale. I croni inversi sono quelli con polarità opposta.

34 La datazione relativa permette di ricostruire sequenze temporali stabilendo l'ordine in cui gli eventi si sono succeduti. Per la datazione relativa si applicano i principi stratigrafici e lo studio dei fossili.

35 Una roccia può essere datata in modo assoluto con vari metodi; molto importante è l'analisi radiometrica, basata sulla conoscenza del tempo di dimezzamento di radionuclidi genitori.

36 Uno strato di sedimenti piroclastici è utile per datare in modo assoluto una sequenza sedimentaria perché si tratta di detriti provenienti da attività vulcanica che si depongono tra i sedimenti esattamente nel momento in cui si formano (eruzione). Altri sedimenti, invece, sono formati da detriti che possono avere una provenienza molto diversa tra loro, sia per il momento della loro formazione sia per il luogo in cui si sono formati (*vedi* processo sedimentario con erosione-trasporto-sedimentazione).

37 B

38 Le miniere, i pozzi di perforazione, gli xenoliti, le rocce dei nuclei profondi delle catene montuose.

39 Gli xenoliti sono frammenti di rocce del mantello che rimangono intrappolati nel magma in risalita e che si rinvengono nelle rocce magmatiche effusive.

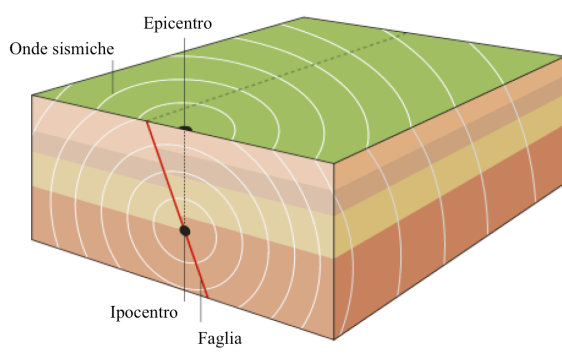
40 I meteoriti si ritrovano in tre tipologie fondamentali, che forniscono informazioni sul nucleo terrestre (meteoriti ferrosi), sul mantello (meteoriti ferro-rocciosi) e sulla crosta (meteoriti rocciosi). Le condriti sono meteoriti rocciosi ricchi di materiale carbonioso considerate i residui del materiale planetesimale e danno quindi informazioni sulle condizioni primordiali in cui si sviluppò la vita.

41 La genesi o la riattivazione di una faglia.

42 La scossa sismica è il movimento che si genera nel suolo al passaggio delle onde sismiche.

43 Le onde sismiche si distinguono in onde di volume e onde superficiali. Le onde di volume si classificano in onde P e onde S e attraversano il volume delle masse rocciose, propagandosi anche all'interno della Terra. Le onde superficiali (onde di Love e onde di Rayleigh) si propagano solo in superficie.

44



a. V

b. V

c. F (È l'epicentro.)

d. F (Si genera per il comportamento fragile.)

e. F (Si liberano solo onde di volume.)

45 Le onde P si propagano attraverso oscillazioni delle particelle rocciose avanti e indietro nella stessa direzione di propagazione (sono quindi longitudinali); le onde S si propagano attraverso oscillazioni perpendicolari rispetto alla direzione di propagazione (sono quindi trasversali). Le onde di Rayleigh producono orbite ellittiche e retrograde delle particelle rocciose. Le onde di Love producono oscillazioni trasversali a sinistra e destra senza componenti verticali.

46 L'«effetto di sito» viene valutato nella microzonazione sismica prendendo in considerazione la diversa risposta sismica registrata in località diverse al passaggio delle onde sismiche. La natura geologica del sottosuolo, come la presenza di roccia coerente o al contrario di sedimenti sciolti, può smorzare o amplificare la risposta, o causare fenomeni secondari come la liquefazione del suolo e frane.

47 B

48 A: onde P; **B:** onde P+ S; **C:** onde superficiali.

a. Circa 9 minuti; **b.** Il sismogramma è rilasciato da un sismografo orizzontale, infatti l'oscillazione all'arrivo delle onde S è ben visibile, in quanto si tratta di onde trasversali che producono sul suolo movimenti con una forte componente orizzontale.

49 Una discontinuità sismica, individuata all'interno della Terra, è una superficie di separazione tra mezzi con specifiche caratteristiche fisiche e chimico-mineralogiche, oltrepassando la quale le onde sismiche subiscono una brusca variazione di velocità e di direzione di propagazione. Si riconosce la *discontinuità crosta-mantello* (Moho) che si trova a 5-15 km sotto gli oceani, 70-90 km sotto i continenti; la *discontinuità mantello-nucleo esterno* (discontinuità di Gutenberg) situata a 2891 km di profondità; la *discontinuità nucleo esterno-nucleo interno* (di Lehmann) situata a 5150 km.

50 La zona sismica è una regione posta all'interno della Terra, attraverso la quale la velocità delle onde sismiche varia ma non bruscamente come nelle discontinuità, come per esempio la zona a bassa velocità e la zona di transizione. La zona d'ombra sismica è invece un'area sulla superficie terrestre in cui i sismografi non registrano l'arrivo delle onde P o S direttamente provenienti dall'epicentro di un sisma.

51 Nella zona a bassa velocità si suppone che i materiali si trovino in uno stato fisico non del tutto liquido, ma solo in minima parte: questo conferisce alla zona una certa plasticità. Per questo le onde S non spariscono del tutto come nel caso del nucleo esterno.

52 Le proprietà reologiche sono le proprietà fisiche dei materiali in termini di densità e comportamento meccanico.

53 Vedi Figura T1.23 del libro di testo.

54 C

55 C

Il laboratorio delle competenze

60 Nessuna discontinuità tra i due tipi di crosta.

Discontinuità di Mohorovičić: (5-15 km sotto gli oceani 70-90 km sotto i continenti).

Zona di transizione: tra mantello superiore e mantello inferiore (410-660 km).

Discontinuità di Gutenberg: tra mantello e nucleo esterno (2891 km).

Discontinuità di Lehmann: tra nucleo esterno e nucleo interno (5150 km).

61

Strato		Profondità raggiunta (km)	Stato fisico (solido/liquido/plastico)	Composizione mineralogica/rocce tipiche
Crosta	Crosta continentale	70 - 90	solido	granitoidi e granuliti
	Crosta oceanica	5 - 15	solido	basalti e gabbri
Mantello	Mantello superiore	410 - 660	solido; astenosfera plastica	peridotiti
	Mantello inferiore	2891	solido	ossidi metallici
Nucleo	Nucleo esterno	5150	liquido	lega ferro-nichel
	Nucleo interno	centro della Terra (6370 km)	solido	lega ferro-nichel

62 C

63 a. V; b. V; c. F; d. V; e. F; f. V

65 Intorno ai 10 km di profondità (puoi applicare il calcolo approssimativo anche usando il gradiente geotermico).