

Esercizi del capitolo 3, Le condizioni fisiche che permettono la vita

1. Le distanze (minime e massime) della ZA sono proporzionali alla radice quadrata della luminosità della stella ($d \propto L_{stella}^{1/2}$). Calcolare la ZA di una stella massiccia di tipo A0 ($63 L_{\odot}$) e di una stella nana di tipo M8 ($0.008 L_{\odot}$). Per quale stella è maggiore la larghezza della ZA ?

Per la Terra e il Sole, la ZA si trova tra $r_{\min} = 0.9$ e $r_{\max} = 1.6$ U.A. (figura 3.6 del corso). Visto che le distanze minime e massime della ZA sono $\propto L_{stella}^{1/2}$, abbiamo:

- per $L = 63 L_{\odot}$, $r_{\min} = 0.9 \cdot \sqrt{63} = 7.1$ e $r_{\max} = 1.6 \cdot \sqrt{63} = 12.7$.
La larghezza della ZA è quindi $(12.7 - 7.1) = 5.6$ U.A.
- per $L = 0.008 L_{\odot}$, $r_{\min} = 0.9 \cdot \sqrt{0.008} = 0.08$ e $r_{\max} = 1.6 \cdot \sqrt{0.008} = 0.14$.
La larghezza della ZA è quindi $(0.14 - 0.08) = 0.06$ U.A.

2. La massa di un pianeta permette di determinare quanta atmosfera avrà il pianeta. Con l'animazione Java "Costruire un pianeta", trovi l'intervallo di massa di un pianeta che permette di avere la vita. Spiegare per quale motivi c'è una massa inferiore e una massa superiore.

La massa inferiore esiste perché sotto questa massa, il pianeta non ha abbastanza gravità per trattenere un'atmosfera, e quindi l'effetto serra non può funzionare. Se il pianeta è invece troppo massiccio, sarà un gigante di gas (come Giove o Nettuno). L'acqua liquida e i produttori non possono esistere sulla superficie.

3. La ZA dei microbi sarà più vicina o più lontana dalla stella che la ZA degli uomini? Motivate la vostra risposta.

La ZA per i microbi è molto più grande che la ZA per gli uomini, perché i microbi possono sopravvivere in condizioni dove gli umani non possono. Un batterio è un esempio di microbi. Ci sono microbi che possono vivere nel ghiaccio dell'Antartide o in acque molto calde (in Yellowstone o al fondo dell'oceano vicino alle sorgenti termali). È per questo motivo che gli scienziati cercano la vita su Marte o su Europa, un satellite di Giove.

4. Da che cosa dipende la temperatura di un pianeta ?

La temperatura di un pianeta dipende da una combinazione di fattori che includono la temperatura e la distanza della stella, la quantità e la composizione dell'atmosfera del pianeta.

5. Quali sono le cose essenziali alla vita umana?

Ossigeno, acqua, cibo, temperatura moderata, basso livello di radiazioni, niente gas avvelenanti, ... amore e filosofia.

6. Perché il vapore acqueo è così importante per noi?

Il vapore acqueo è un gas ad effetto serra molto importante perché aiuta a riscaldare il pianeta. È anche all'origine delle nuvole, della pioggia e della neve. Ha un'influenza importante per il clima.

7. Che cosa ci insegna la presenza di vapore acqueo nell'atmosfera di un pianeta extra-solare (cioè, fuori del nostro sistema solare) ?

Se gli scienziati trovassero vapore acqueo nell'atmosfera di un altro pianeta, sarebbe un buon segno che esiste l'acqua liquida sulla sua superficie. L'acqua è l'elemento più importante per la vita sulla Terra, quindi un pianeta con l'acqua sarebbe un buon posto per cercare la vita.

8. Che cosa è "l'effetto serra" ?

I raggi del Sole portano energia sulla Terra. La superficie della Terra assorbe una parte di quest'energia e una parte viene riflessa verso lo spazio. Quando questa radiazione incontra i gas nell'atmosfera, li riscalda e questi gas a loro volta riemettono quest'energia, in parte verso lo spazio, in parte verso la Terra. Grazie a quest'effetto il nostro pianeta è da 30 a 40 gradi più caldo.

La maggior parte dei scienziati oggi sono preoccupati che il CO_2 prodotto dall'attività umana aumenti quest'effetto e riscaldi ancora di più il pianeta. Calcoli numerici predicono un aumento di 2 a 5 gradi per la temperatura media nei prossimi 100 anni. Ricordiamo che 5-6 gradi in meno sulla temperatura media bastavano per provocare una glaciazione, con l'Europa coperta di ghiaccio fino a Milano...

9. La quantità di CO_2 nell'atmosfera terrestre è sempre rimasta la stessa ? Se no, quali sono state le conseguenze ?

La quantità di CO_2 nell'atmosfera terrestre è cambiata nella storia della Terra. La Terra era molto più calda con alti livelli di CO_2 in un passato remoto (p.es. al tempo dei dinosauri). Le alghe, le piante e gli animali assorbono il CO_2 nel loro corpo. Quando muoiono il loro corpo finisce sotterrato in profondità nella Terra e si trasforma lentamente in carbonio e petrolio. Dal 1850 l'umano si è messo a bruciare questo carbonio e questo petrolio, che si combina con l'ossigeno e viene rilasciato nell'atmosfera. Ogni anno, circa 4 miliardi di tonnellate di CO_2 vengono aggiunti all'atmosfera (questa massa corrisponde a circa 30'000 autobus pieni ogni ora). Molti scienziati pensano che questo cambierà il clima della Terra.

10. Perché lo strato di ozono è molto utile per la vita sulla Terra ?

Lo strato di ozono nella stratosfera è importante perché protegge dai raggi ultravioletti del Sole. La radiazione ultravioletta può provocare cancro della pelle e ritardare la crescita delle piante.

11. Perché gli scienziati sono interessati a trovare O_2 su un altro pianeta ?

Le piante e altre forme di vita (come le alghe) producono una grande quantità d'ossigeno nell'aria. La vita sulla Terra è responsabile della grande quantità d'ossigeno nell'atmosfera, che non riusciamo a spiegare in un altro modo. Scoprire una grossa quantità di ossigeno su un altro pianeta sarebbe una buona indicazione che la vita esiste là.

12. Le piante e gli animali sono danneggiati da troppa luce ultravioletta. Quale gas è necessario nell'atmosfera per proteggerli ? A. ossigeno, B. anidride carbonica, C. vapore acqueo, D. azoto, E. ozono
E. ozono.
13. Senza quale gas, il nostro pianeta sarebbe molto secco e freddo? A. ossigeno, B. anidride carbonica, C. vapore acqueo, D. azoto, E. ozono
C. vapore acqueo.
14. Scegliere quale delle seguenti possibilità **non** è una funzione della nostra atmosfera: A. Proteggere da un certo tipo di radiazione solare. B. Mantenere il caldo sulla Terra un po' come una coperta. C. Fermare la maggior parte della luce visibile. D. Fornire gas per le piante e gli animali.
C. Fermare la maggior parte della luce visibile.
15. Le piante e gli animali sono danneggiati dalle particelle del vento solare. Quali condizioni geologiche genererebbero un campo magnetico che potrebbe proteggerli ?

la risposta corta: Un nucleo liquido che generi un campo magnetico grazie all'effetto dinamo,

la risposta lunga:

The past several years have seen dramatic developments in the study of planetary magnetic fields, including a wealth of new data, mainly from the Galilean satellites and Mars, together with major improvements in our theoretical modeling effort of the dynamo process believed responsible for large planetary fields. These dynamos arise from thermal or compositional convection in fluid regions of large radial extent. The relevant electrical conductivities range from metallic values to values that may be only about 1% or less that of a typical metal, appropriate to ionic fluids and semiconductors. In all planets, the Coriolis force is dynamically important, but slow rotation may be more favorable for a dynamo than fast rotation. The maintenance and persistence of convection appears to be easy in gas giants and ice-rich giants, but is not assured in terrestrial planets because the quite high electrical conductivity of iron-rich cores guarantees a high thermal conductivity (through the Wiedemann–Franz law), which allows for a large core heat flow by conduction alone. In this sense, high electrical conductivity is unfavorable for a dynamo in a metallic core. Planetary dynamos mostly appear to operate with an internal field proportional to $(2\rho\Omega/\sigma)^{1/2}$ where ρ is the

fluid density, Ω is the planetary rotation rate and σ is the conductivity (SI units). Earth, Ganymede, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptune, and maybe Mercury have dynamos, Mars has large remanent magnetism from an ancient dynamo, and the Moon might also require an ancient dynamo. Venus is devoid of a detectable global field but may have had a dynamo in the past. The presence or absence of a dynamo in a terrestrial body (including Ganymede) appears to depend mainly on the thermal histories and energy sources of these bodies, especially the convective state of the silicate mantle and the existence and history of a growing inner solid core. Induced fields observed in Europa and Callisto indicate the strong likelihood of water oceans in these bodies.

see the article by David J. Stevenson, Volume 208, Issues 1-2, 15 March 2003, Pages 1-11, available at <http://www.sciencedirect.com/>