

Fr. Natalino Prof. Dott. Cesare De Rossi
Liceo Classico e Scientifico De Merode
Anno Scolastico 2001 - 2002

N° 2

**SCIENZE DELLA
TERRA**

IL PIANETA TERRA

C.S.G. - I.D.M.

Per i miei Alunni ed Ex- Alunni

LA TERRA E L'UNIVERSO

IL PIANETA TERRA

Origine della "Terra".
 Struttura della "Terra"
 Forma e dimensioni della "Terra".
 Densità e calore interno della "Terra".
 Il campo magnetico "Terrestre")

ORIGINE DELLA TERRA

Generalità
 2- Ipotesi sull'origine del "Sistema Solare".
 L'origine degli Oceani".
 L'origine dell'atmosfera".

1-GENERALITA'

Molte sono le ipotesi che, attraverso i secoli, gli scienziati hanno proposto circa l'**origine del Sistema Solare**, tutte, però, si basano sulle seguenti considerazioni:

- 1)-I "**Moti di Rivoluzione**" dei 9 pianeti intorno al Sole vanno tutti nella medesima direzione.
- 2)-Le "**Orbite**" descritte dai pianeti intorno al Sole sono tutte (ellittiche con piccola eccentricità (cioè sono quasi circolari).
- 3)-Le "**Orbite**" dei pianeti giacciono, più o meno, sullo stesso piano; fa eccezione Plutone la cui orbita è inclinata di 14° rispetto al piano dell'orbita terrestre.
- 4)-Anche il Sole ruota intorno al proprio asse in un piano che è quasi perfettamente coincidente con quello in cui si muovono i pianeti a secondo lo stesso verso in cui essi ruotano.
- 5)-I 9 pianeti ruotano su se stessi: "**Moto di Rotazione**": 7 di essi si muovono nello stesso verso del Sole; 2 solamente (Urano e Venere) nel verso opposto detto "Rotazione Retrograda".
- 6)-Dei 9 pianeti del "**Sistema Solare**", 7 sono accompagnati da "**Satelliti**" che si muovono attorno al rispettivo pianeta con "verso coincidente o retrogrado" rispetto a quello del Moto di Rivoluzione del pianeta di appartenenza.

2-IPOTESI SULL'ORIGINE DEL SISTEMA SOLARE

- 2.1)-Data presumibile dell'origine del Sistema Solare"
- 2.10)-Tutti i frammenti cosmici che sono giunti in nostro possesso dalla Luna, dalle Meteoriti hanno sempre dato, finora, un'età massima di 4.6 miliardi di anni. Questo valore dovrebbe segnare l'inizio del Sistema Solare.
- 2.11)-Meteoriti particolari chiamate "Condriti" rappresentano i campioni primitivi del Sistema Solare di cui oggi disponiamo. Esse sono costituite, per la maggior parte, di materiali, la cui formazione si fa

risalire a 114,6 miliardi di anni fa cioè, assai prima che si cristallizzassero le rocce più antiche che affiorano sulla superficie della Terra e della Luna.

Le “Condriti carbonacee” poi rappresentano una classe costituita da una miscela di minerali rimasti inalterati dal tempo in cui si sono separati dalla 11Nebulosa» dalla quale si originarono il Sole e i pianeti.

2.12-11 valore di 114.6 miliardi di anni. un dato accettato anche da «**Astronomi**» e 11Astrofisici» che, dal canto loro, hanno cercato di calcolarlo per altra via.

2.2)-Premesse fondamentali alle varie ipotesi

2.20-Le ipotesi che si sono succedute per spiegare l'11Origine del Sistema Solare» sono numerose.

2.21-Nonostante la grandiosa complessità, dei problemi da risolvere, l'11Origine del Sistema Solare» spesso s'identifica con quella del- l'11Universo a possiede, evidentemente, un fascino particolare che ha sempre destato l'attenzione di scienziati e filosofi.

22-Sostanzialmente, le varie ipotesi possono ricondursi a due correnti di pensiero: “monastica e dualistica”.

2.23-Una, parte dal presupposto che, un “**evento catastrofico**”, sia all'origine del Sistema Solare; mentre l'altra, che possiamo definire “**evoluzionista**”, ritiene che la nascita del Sistema Solare sia il risultato di una normale “**evoluzione delle masse stellari**”.

2.24- Un legame tra le varie formulazioni di queste ipotesi . dato dal fatto che i corpi del “**Sistema Solare**”, al momento della formazione avrebbero avuto tutti una “**temperatura levata**” e una “**fondamentale fluidità**”

2.3- Impostazione delle varie teorie.

2.30- 1644 Cartesio: “nube solare” - “Ipotesi monastica”.

2.31-1745 Buffon: “Interazione Sole – Cometa” – “Ipotesi dualistica”.

2.32- 1755 Kant “Nebulosa Solare originaria” o “Teoria nebulare”.

1800 Cartesio “Ipotesi monastica”.

2.33- 1900 Chamberlin-Moulton:”Interazione Sole-Stella” con formazione di ”PLANETESIMI”. “Ipotesi dualistica”.

2.34- 1901 James Jeans: “Interazione Sole-Stella” – “Ipotesi dualistica”.

2.35- 1920 Milne-Sacco: “Teoria delle Novae” – “Ipotesi monastica”.

2.36- 1929 Jeffreys: “Interazione Sole - Forza esterna” - “Ipotesi dualistica”.

2.37- 1944 C. F. von Weizsacker: “Interazione Sole-Nebulosa Solare” e formazione di “PLANETESIMI”- “Ipotesi monastica”.

2.38- 1951 G. P. Kuiper: “Rielaborazione e completamento della teoria di Weizsacker”. “Ipotesi monastica”.

2.39- 1970 Hoyle: “Nebulosa Solare esplosa con formazione di subnebulose che originarono pianeti e satelliti” – “Ipotesi monastica”.

2.40- 1980 Teoria Moderna: “Collasso della nebulosa Solare” – “Ipotesi ((monastica”.

2.41- “Concettualizzazione delle teorie”.

2.42-Le teorie possono essere sintetizzate in:Teoria “Monastica” e “Teoria Dualistica”.

2.43- Teorie monistiche: fanno derivare tutto da un solo ammasso nubiforme che successivamente evolve. “Teoria di Cartesio” ,di “Kant-La Place”, “Moderna”, di “Weizsacker,Kuiper,Milne e Sacco”.

2.44-Teorie “Dualistiche o Catastrofiche o Mareali”): fanno derivare tutto dalla interazione del Sole con un altro Corpo Celeste: ”Teoria di Buffon” ,di “Jeans”, ”Chanberlin e Moulton”, “Jeffreys”, “Hoyle”.

2.5- Obiezioni mosse a queste teorie.

2.50-Tra le tante obiezioni mosse a queste teorie, due delle più sostanziali riguardano:

- “Distribuzione del momento della quantità di moto nel Sistema Solare”.

- L'evento, estremamente raro a verificarsi delle “Teorie dualistiche”.

2.51- L'attuale distribuzione del momento della quantità di moto nel Sistema Solare, la somma dei prodotti per ciascun componente, della massa per la velocità orbitale a per la distanza media dal Centro del Sistema Solare.

Esso risulta, per oltre il 98% dovuto ai pianeti e per meno del 2% dovuto al Sole, che pure congloba in sé oltre il 99% della massa di tutto il Sistema Solare.

La causa di tale ripartizione sta nell'attuale velocità di Rotazione del Sole, che è relativamente lenta; questa velocità dovrebbe essere molto maggiore se il Sole si fosse formato alla contrazione della massa parte della Nube originaria, mentre le orbite planetarie dovrebbero essere notevolmente più piccole.

2.52- Per le "Teorie dualistiche" o "Catastrofiche" o "mareali" c'è da dire che un incontro o, addirittura, uno scontro fra il Sole ed un altro corpo celeste, rappresenterebbe un evento estremamente raro, se non unico, nell'Universo; come conciliare queste ipotesi o teorie con i salti fatti che danno quasi la certezza dell'esistenza di altri Sistemi planetari simili al nostro?

2.6- Sintesi delle varie Teorie

2.60- "Teoria di Cartesio" (1644 d. C.)

2.61- E' una teoria monistica; fa derivare tutto da un solo ammasso uniforme.

4,6 miliardi di anni fa avremmo visto in un piccolo punto del Cosmo Galattico, una "nube Solare" avviarsi alla contrazione, al collasso, alla rotazione e a disporsi in forma di disco.

2.63- La concentrazione crea calore, il nucleo denso e caldo diviene un "primitivo Sole o proto-Sole".

2.64- Altre parti rimaste nella nube vanno a formare pianeti e satelliti.

2.65- "Teoria di Buffon" (1745 d. C.)

2.66- E' una teoria dualistica perché prevede l'interazione del Sole con una Cometa.

2.67- Da un Sole già esistente, una Cometa, passandogli vicino, strappa grossi frammenti che diventano Pianeti e Satelliti.

2.68- "Teoria di Kant-La Place" (1765-1800 d.C.)

2.69- E' una teoria monistica prevede l'evoluzione di una "primitiva nube Solare.

2.70- Riprende la vecchia teoria di Cartesio, su basi rinnovate.

2.71- La "Nebulosa Solare" originaria aumenta la velocità di rotazione in proporzione alla concentrazione di gas per conservare il ((momento della velocità di moto), come vuole la fisica.

2.72- Per l'aumentata velocità si separano anelli che formano ((Pianeti) e ((Satelliti)).

2.73- "Teoria di Chamberlei-Moulton" (1900 d. C.)

2.74- E' una teoria ((dualistica) prevede l'interazione del Sole con una Stella.

2.75- Una Stella avvicinandosi al Sole, provocò, per attrazione, un'emissione di materia solare.

2.76- Quest a, condensandosi, generò una quantità di corpi detti PLANETESIMI, ossia elementi dei pianeti, i quali, attratti da nuclei magnetici, si aggregarono, originando i pianeti.

2.77- Aggregate minori formarono i satelliti.

2.78- "Teoria di James Jeans" (1901 d. C.)

2.79- E' una teoria ((dualistica) prevede l'interazione del Sole con una Stella.

2.80- Una grossa Stella avvicinandosi al Sole provocò, per attrazione, il sollevamento di una enorme massa di materia fluida (onda di marea).

2.81- Quest a, per attrazione contemporanea del Sole e della Stella, si assottigliò alle estremità, assumendo la forma di un sigaro e successivamente si spezzò.

2.82- Le varie parti prima rimasero tra i due astri, poi si condensarono, dando luogo ai pianeti allorché la Stella si allontanò.

2.83- Per l'effetto mareale, provocato dal Sole o dalla Stella sui pianeti, si originarono i satelliti.

2.84- Questa teoria spiega perché, nel nostro Sistema, i pianeti più grandi sono nel mezzo, mentre quelli di minor massa sono alla distanza minima dal Sole.

2.85- "Teoria di Milne a F. Sacco" (1920 d. C.) - Detta "**Teoria delle Novae**".

2.86- E' una teoria monistica: fa tutto derivare dall'evoluzione di una Stella.

- 2.87-Secondo Milne, ogni Stella, durante la sua evoluzione, può esplodere.
- 2.88-Basandosi su questa teoria, il geologo F. Sacco ha prospettato l'ipotesi che, per esplosione del Sole e per condensazione della materia solare emessa, si siano formati pianeti e satelliti.
- 2.89-"Teoria di jeffey's" (1929 d. C.1
- 2.90-E' un'ipotesi dualistica prevede l'interazione del Sole con una Stella.
- 2.91-Ha come base, l'intervento di una forza che avrebbe permesso l'estrazione e la proiezione verso l'esterno, di materia solare.
- 2.92- Questa forza é stata causata dal passaggio,in vicinanza del Sole, di un'altra Stella.
- 2.93-Tale passaggio, producendo un onda di marea, avrebbe determinato il distacco dal Sole di una grande nube di gas, simile ad un braccio di una nebulosa a spirale.
- 2.94-Il successivo spezzarsi, raffreddarsi e la relativa condensazione di queste lingue attorno a dei nuclei, avrebbe generato i vari corpi del Sistema Planetario.
- 2.95-"Teoria di C. F. von Weizsacker"(1944 d. C. - **"Teoria dei vortici"**
- 2.96- E' una teoria nonistica :il Sole è al centro di una nube solare.
- 2.97-Secondo il fisico tedesco C.F von Weizsacker,il Sole era al centro di un involucro gassoso formato da atomi di **H**, di **He** e di materia cosmica che catturò nell'attraversare gli spazi interstellari.
- 2.98-Il moto rotatorio del Sole impresse un analogo moto anche all'involucro le cui particelle, come vogliono le leggi di Keplero giravano con diversa velocità:più velocemente quelle interne e meno le altre.
- 2.99- Le particelle interne, inizialmente più veloci,per reciproca collisione diminuirono di velocità e caddero nel Sole.
- 2.100- Le particelle esterne se ne allontanarono in seguito ad aumento di velocità.
- 2.101- Per la diversa velocità delle particelle l'involucro si frazionò in una serie di anelli concentrici che ruotavano intorno al Sole.
- 2.102- Internamente ad ogni anello si formarono 5 vortici costituiti da particelle di ugual velocità media.
- 2.103- I vortici si condensarono in un unica massa e da ogni anello si originò un pianeta.
- 2.104- Anche i pianeti avvolti dalla propria atmosfera,formarono anelli a vortici dai quali si originarono i satelliti.
- 2.104-"Teoria di G. P. Kuiper" (1951 d. C.)- (Rielaborazione di von Weizsacker). 2.105-Kuiper sviluppò ulteriormente la teoria di Weizsacker completandola.
- 2.105- La nebulosa gassosa primordiale doveva avere una composizione basata, essenzialmente, sull'**H** e sull'**He**, con le altre particelle atomiche in subordine, ed era fredda.
- 2.106- L'attrazione reciproca delle varie particelle avrebbe determinato una contrazione della massa iniziale, che divenne progressivamente meno densa dal centro alla periferia.
- 2.107- Ad un certo momento, per cause ignote, la nebulosa cominciò a ruotare su se stessa assumendo dimensioni sempre più ridotte ed una forma lenticolare. La forza centrifuga e quella gravitazionale si sarebbero controbilanciate e la nebulosa si dovette stabilizzare al raggiungimento di un diametro, all'incirca uguale a quello dell'orbita di Plutone.
- 2.108-Ma la differenza di velocità esistente tra le varie parti (in base alla legge di Keplero) avrebbe determinato dei moti turbolenti, forse dei vortici, in vari punti (non così regolari e preordinati come prevede la teoria di von Weizsacker),fino al raggiungimento di densità sufficiente a creare propri campi gravitazionali.
- 2.109-A questo punto si sarebbero formate le varie masse planetarie, mentre la parte interna della nebulosa si sarebbe contratta fino a formare il Sole.
- N. B.- La teoria di Weizsacker,rielaborata da Kuiper e altri,accompagnata da raffinate formulazioni di meccanica celeste, lascia insoluti degli interrogativi, quale, per esempio, il senso di movimento di alcuni pianeti e satelliti, ma essi non sono tali da respingerla come base di discussione.Anzi ormai prevale l'ipotesi di considerare il Sistema Solare come il prodotto della evoluzione autonoma di una massa protostellare e si può ritenere che la

genesi del Sistema Solare non sia stato un fenomeno unico, isolato nella storia dell'Universo, ma il prodotto di una normale evoluzione delle Stelle.

2.110- "Teoria di Hoyle" (1970 d. C.)

2.111- E' una teoria dualistica e prevede l'interazione tra due Stelle (Sole + Stella compagna).

2.112- Il matematico Hoyle ha avanzato l'ipotesi che la Galassia fosse all'inizio un enorme disco di gas i quali, per esplosione, dettero origine alla formazione di piccole nebulose.

2.113- Queste nebulose, per ulteriore condensazione, divennero Stelle.

2.114- Il Sole, formato essenzialmente di **H** e **He**, costituiva, insieme con una Stella, un sistema binario. La Stella compagna catturò tanto **H** che esplose liberando energia.

2.115- Quest'energia originò elementi pesanti allo stato gassoso che, in parte, furono lanciati nello spazio ed, in parte, formarono nebulose dalle quali, per condensazione, derivarono i pianeti.

N.B.- L'espansione dell'Universo, secondo Hoyle, sarebbe dovuta al fatto che nello spazio vengono di continuo immessi atomi di H (idrogeno).

2.116- "Teoria moderna" (1980 d. C.)

2.11- E' una teoria monistica.

2.119- 5 Miliardi di anni fa, il materiale destinato a costituire il futuro Sistema Solare faceva parte di una nube fredda e diffusa in uno dei bracci della nostra Galassia, la Via Lattea.

2.119- Come conseguenza di perturbazioni dovute a cause sconosciute una parte della nube cominciò a collassare su se stessa.

2.120- Nel collasso assunse la forma di un disco appiattito, al centro del quale si andava addensando un proto Sole sempre più denso.

2.121- Ripetute collisioni tra i granuli di ghiaccio e di polvere portarono all'aggregazione di corpi via via maggiori: i PIANETE SIMILI.

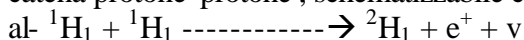
2.122- Nella Fase (T-Tauri), il (vento solare) (pulisce) lo spazio da polveri e gas residui.

2.123- La fornace solare si è ormai innescata (Reazioni protone - protone) i pianeti sono nel pieno della loro evoluzione.

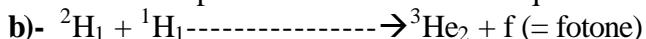
3.00- "Fusione termonucleare"

(trasforma l'idrogeno (**H**) in elio (**He**))

Questa reazione avviene attraverso una serie di passaggi intermedi che costituiscono la così detta catena protone-protone, schematizzabile come segue:

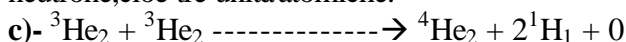


2 protoni, cioè due nuclei di idrogeno, si uniscono e formano un nucleo di idrogeno pesante o deuterio ${}^2\text{H}_1$, con emissione di positrone e^+ e di un neutrino ν . Il nucleo del deuterio ${}^2\text{H}_1$ è formato da due unità: un protone e un neutrone ed è quindi un isotopo dell'idrogeno.



Il deuterio ${}^2\text{H}_1$ cattura un protone ${}^1\text{H}_1$ e si forma un nucleo di elio-3 (elio leggero) con emissione di un fotone f .

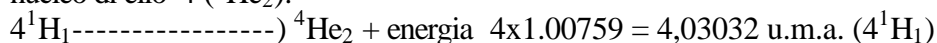
L'elio-3 è un isotopo leggero dell'elio e il suo nucleo contiene due protoni ${}^1\text{H}_1$ e un solo neutrone, cioè tre unità atomiche.



Due nuclei di elio-3 si uniscono e formano un nucleo di elio-4, liberando due protoni ($2{}^1\text{H}_1$). Il nucleo di elio-4 (${}^4\text{He}_2$) contiene due protoni ($2{}^1\text{H}_1$) e due neutroni, cioè 4 unità atomiche.

Se si tiene conto che nel passaggio finale compaiono due nuclei di elio-leggero ${}^3\text{He}_2$ che per formare ognuno di tali nuclei si devono verificare i primi due passaggi che coinvolgono tre protoni ($3{}^1\text{H}_1$) si vede che l'intero ciclo mette in gioco 6 protoni $6{}^1\text{H}_1$.

Poiché nell'ultimo passaggio due protoni (2^1H_1) vengono liberati e tornano in ciclo, come bilancio finale si avrà che quattro protoni (4^1H_1), cioè due nuclei d'idrogeno (2H^+), si sono fusi in un singolo nucleo di elio-4 ($^4\text{He}_2$):



Ma nel caso di tale reazione una parte della massa scompare $4,03032 - 4,0027 = 0,0276$ (= differenza di massa)

Per ogni nucleo di $^4\text{He}_2$ che si forma, si perde il 0,7% della massa che si converte in energia, secondo la ben nota equazione di Einstein $E = m \cdot c^2$.

Attualmente, ad ogni secondo, nel nucleo del Sole, 564,5 milioni di tonnellate di idrogeno si fondono in 560 milioni di tonnellate di elio (**He**), per cui la nostra Stella perde, per ogni secondo, 4,5 milioni di tonnellate di massa che viene convertita in energia.

Tutte le stelle, come il Sole, producono energia con la loro fornace in cui avvengono reazioni nucleari.

Il Sole, nato 5 miliardi di anni fa, può durare, nell'attuale stadio, altri 5 miliardi di anni.

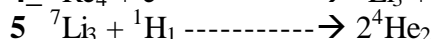
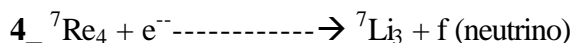
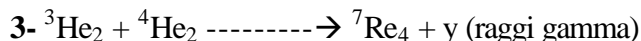
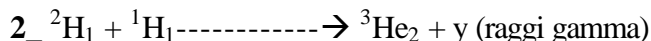
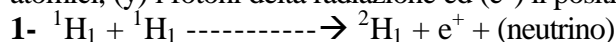
ESEMPIO DI CALCOLO DELL'ENERGIA PRODOTTA DAL SOLE

Reazioni nucleari delle Stelle, ed in particolare della Stella Sole, con produzione di energia.

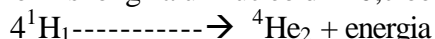
Il tipo di reazione prevalente nelle Stelle varia in funzione della temperatura del nucleo centrale.

Nel Sole predomina la reazione protone-protone che libera il 98% dell'energia che esso produce, nelle Stelle di maggior massa e temperatura prevale la reazione carbonio-azoto.

Nello schema espongo la tipica reazione solare, dove i simboli degli elementi rappresentano i nuclei atomici, (γ) i fotoni della radiazione ed (e^+) il positrone:



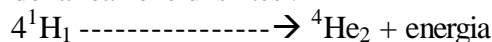
in sintesi, da quattro nuclei di idrogeno **H** si origina un nucleo di **He**, cioè:



Determiniamo l'entità dell'energia sviluppata dal Sole con le reazioni di fusione termonucleare.

Soluzione

a)- Calcolo la massa in gioco usando la reazione di sintesi:



conoscendo le masse in gioco, espresse in u.m.a (unità di massa atomica), ho:

N.B. - $m = \text{massa}$ $m_{\text{H}} = 1,00759 \text{ u. m. a.}$ $m_{\text{He}} = 4,00276$

$$m_{4^1\text{H}_1} = 4 \times 1,00759 = 4,03032 - \text{u. m. a.}$$

$$m_{^4\text{He}_2} = 1 \times 4,00276 = 4,00276$$

$$\Delta m = 0,0276 \text{ u.m.a. } (m = \text{difetto di massa})$$

Secondo la legge di Lavoisier: La somma delle masse del 1° membro di una reazione deve essere uguale alla somma delle masse del 2° membro".

In questa reazione c'è una differenza di massa, calcolata sopra, che si trasforma in energia.

Calcolo l'energia generata da questa differenza di massa.

b)- Calcolo l'energia generata da questa differenza di massa calcolata e pari a 0.02756 u. m. a:

b1)- Trasformo le u. m. a. in grammi sapendo che l'unità di massa atomica (u.rn.a.) = 1.659.10⁻²⁴ grammi pari a 1/16° della masse di un atomo di ¹⁶O:

$$0.02756 \text{ u. m. a.} \times 1.659.10^{-24} = \text{g. } 4.57220.10^{-26}$$

b2)- Secondo la relazione di Einstein: $E=mc^2$ dove "E" è una quantità di energia; "m" una masse e "c" la velocità della luce pari a 3.00.10¹⁰ cm, calcolo l'energia espressa in "erg":

$$\begin{aligned} E/\text{erg} &= m/\text{g.} \times c^2/\text{cm} = \text{g. } 4.57220.10^{-26} \times (3.00.10^{10} \text{ cm})^2 = \text{g. } 4.57220.10^{-26} \times (3,00.10^{10} \text{ cm})^2 = \\ &= \text{g. } 4.57220.10^{-26} \times \text{cm}^2 9,00.10^{20} = \text{erg } 4,11498.10^{-5} . \\ &= \text{g. } 4,57226.10^{-26} \times \text{cm}^2 9.0.10^{20} = \underline{\text{erg } 4.11498.10^{-5}} \end{aligned}$$

b3)- Calcola l'energia espressa in megaelettronvolt (MeV), sapendo che $1\text{MeV} = 1.6.10^{-6} \text{ erg}$

$$E/\text{MeV} = E/\text{erg} / 1.6.10^{-6} = 4,11498.10^{-5} \text{ erg} / 1,6.10^{-6} \text{ erg} = \underline{\text{MeV } 25.71865}$$

b4)- Calcolo l'energia espressa in "piccole calorie" = "cal" sapendo che $1\text{MeV} = 3.82.10^{-14} \text{ cal}$ e che in g.4 di elio (=1mole) vi sono, secondo il numero di Havgadro (N), 6,023.10²³ atomi di He:

$$E/\text{cal} = 25 \cdot 71865 \times 3.82.10^{-14} \times 6.0233.10^{23} = \underline{5.91761.10^{-1} \text{ Ical}}$$

b5)- Calcolo l'energia espressa in chilocalorie (Kcal) sapendo che $1\text{Kcal} = 1.000 \text{ cal}$:

$$E/\text{cal} = 5,91761.10^{11} / 1.000 = 5,91761.10^{11-3} = 5,91761.10^8 = \underline{592 \text{ milioni di Kcal}}$$

N.H.- Questa enorme quantità di energia corrisponde a 4.00276 u. m. a. pari a:

$$\text{g. } 4.00276 \times 1,659.10^{-24} \times 6.023.10^{23} = \text{g. } 3.99982 \text{ di elio.}$$

Avendo detto sopra che ad ogni secondo, nel nucleo del Sole, 564,5 milioni di tonnellate di idrogeno (H) si fondono in 560 milioni di tonnellate di elio (He, per cui la nostra Stella perde ogni secondo 4,5 milioni di tonnellate di massa che viene convertita in energia; con un semplice rapporto possiamo con buona approssimazione, trovare qual'è l'energia espressa in Kcal/sec:

$$1^\circ) - D_m = 4.03032 - 4.00276 = 0,02754 \text{ u. m. a. } t_{D_m} \text{ differenza di massa}$$

$$2^\circ) - \text{u. m. a. } 0,02754 = \text{g. } 0.02754 \times 1.659.10^{-24} \times 6.023.10^{23} = \underline{\text{g. } 0,02754}$$

$$3^\circ) - 4,5.10^6 = 4.5.10^6 \times 10^6 = \text{g. } 4,5.10^{12}$$

$$4^\circ) - 0.02754 : 5,91761.10^8 \text{ Kcal} = \text{g. } 4,5.10^{12} : x_{\text{Kcal}}$$

$$\text{Kcal}/4,5.10^6 = (5.91761.10^8 \times 4,5.10^{12})/0.02754 = \text{Kcal } 9.66930.10^{22}/\text{sec.}$$

$E/\text{Kcal/sec} = \text{g. } 9,66930.10^{22}$; questo è solo l'E/sec prodotta dalle reazioni protone - protone, cioè il 98% per quanto detto sopra: l'E/sec. totale sarà

$$\text{Kcal/sec. totali} = (\text{g. } 9,66930.10^{22} \times 100 / 98 = 9.86663.10^{22} \text{ Kcal/sec.tot.}$$

$$= (\text{circa uguale}) 98 \text{ settilioni di Kcal al secondo.}$$

N.H.- C'è solo da restare sbalorditi.

ESEMPIO DI CALCOLO DELL'ETA' DI FORMAZIONE DI UN MINERALE DI URANIO (1 SULLA CRDSTA TERRESTRE)

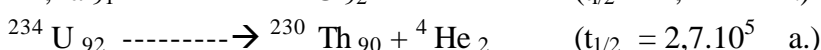
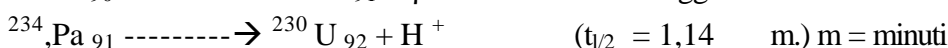
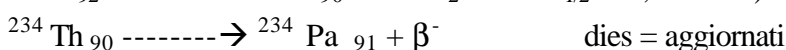
Problema

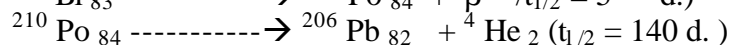
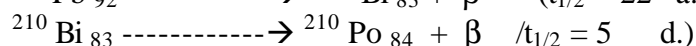
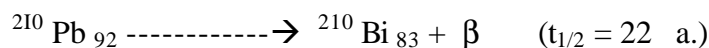
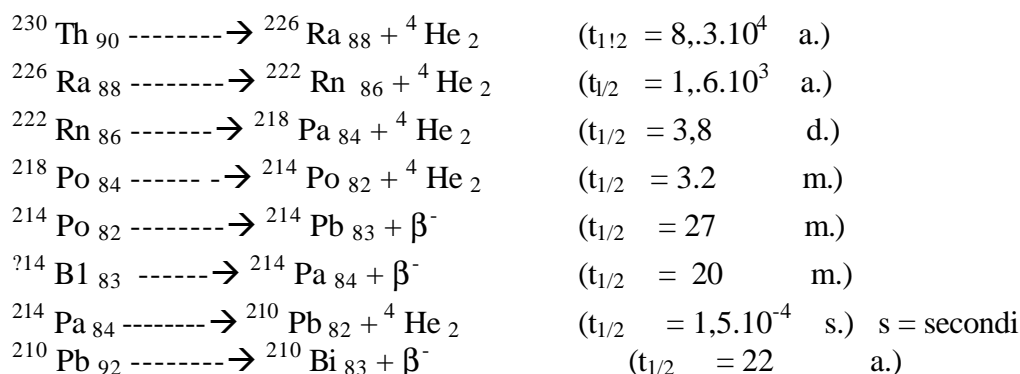
"Il periodo di semitrasformazione dell'Uranio ²³⁸U . 4,5.10⁹ anni. Un campione di minerale di uranio mostra, all'analisi chimica, di contenere 8.0.214 di piombo t ²⁰⁶Pb) per grammo di uranio: Si suppone che tutto il piombo provenga dalla disintegrazione dell'²³⁸U a si ritiene, per semplicità, che questo fosse fin dall'inizio l'unico isotopo dell'Uranio presente nel minerale.

Duell'età di formazione di quel minerale d'uranio nella crosta terrestre?

Soluzione

Determinazione dei 14 stadi attraverso i quali ²³⁸U decade a ²⁰⁶Pb:





Il primo stadio è di gran lunga il più lento ed è perciò quello che regola tutto il percorso. Poiché i grammo-atomi di piombo presenti per grammo d'uranio sono:

N.B- g.a.=grammo atomo P.a.=peso atomico

$$\text{g.a.}_{\text{Pb}} = \text{P.g.}(\text{P. a.} = 0,214 / 206 = \text{g.a.} \cdot 1,03883 \cdot 10^{-3})$$

-ed i grammo - atomi d'uranio per grammo di essa sono:

$$\text{g.a.}_{\text{U}} = \text{P.g.}/\text{p.a.} = 1/238 = \text{g. a.} \cdot 4,20168 \cdot 10^{-3}$$

- la frazione di radio in attività è:

$$N_t / N_o = (4,2 \cdot 10^{-3}) / ((1,04 + 4,20) \cdot 10^{-3}) = 0,80153$$

- ricavando dalla seguente il tempo "t" ottengo:

$$\text{logf} = -(0,302 \times t) / t_{1/2} \text{ dalla quale ottengo:}$$

$$t = -(t / 1 / 2 \times \text{logf}) / 0,302 \text{ a sostituendo ottengo:}$$

$$t = -(4,5 \cdot 10^9 \times \log 0,80153) / 0,302 = 1,4316 \text{ fi.} \cdot 10^9 \log a. = 1,431660000 = 1432 \text{ milioni di anni} = (\text{circa}) 1,5 \text{ miliardi di anni età del minerale d'uranio}.$$

c)- ORIGINE DEGLI OCEANI

- Secondo gli Scienziati, la Terra primitiva (=Proto - Pianeta - Terra) non aveva né Oceani né Atmosfera.

- Nella trasformazione della Terra da proto-pianeta a pianeta la sua temperatura aumentò moltissimo a causa di tre validi motivi:

1- La compressione cui erano sottoposti i materiali che costituivano la Terra primitiva.

2- La presenza di minerali radioattivi all'interno del pianeta che liberano energia sotto forma di radiazioni, tra cui il Calore.

3- Il bombardamento che il proto - pianeta - Terra ininterrottamente subiva da parte di altri corpi in formazione.

- Allorché la Terra fu sufficientemente calda, iniziarono le prime eruzioni vulcaniche che portarono in superficie lava e gas incandescenti contenenti vapore acqueo che si condensò in acqua.

- E' stata quest'acqua che riempiendo conche e bacini della primitiva crosta terrestre, formatasi per l'impatto con i meteoriti, avrebbe originato i primi oceani.

- Inizialmente gli Scienziati ritennero che la salinità degli Oceani fosse dovuta all'apporto delle acque dei fiumi.

Oggi si tende a credere che la salinità sia dovuta al fatto che le primitive piogge vulcaniche, cadendo sulle rocce primitive bollenti della superficie terrestre, avrebbero provocato la solubilizzazione dei minerali presenti rendendo salate le acque degli Oceani.

D)- ORIGINE DELL'ATMOSFERA

- La pesante atmosfera di gas, di origine cosmica, che avvolgeva il nucleo appena formato della Terra si dissolse ben presto, forse per opera del "vento solare".
 - Allorché iniziarono le eruzioni vulcaniche, si formò una primitiva atmosfera in cui prevalevano metano CH₄, idrogeno H₂, ammoniaca NH₃, biossido di carbonio CO₂, e composti volatili dello zolfo H₂S, SO₂, SO₃; in questa atmosfera riducente e povera di ossigeno, la radiazione ultravioletta poteva giungere al suolo, ma non penetrare nell'acqua oltre la strato più superficiale dove si svilupparono i primi organismi viventi.
 - Fu grazie all'azione fotosintetica delle primitive forme di vita acquatiche che l'atmosfera andò arricchendosi d'ossigeno.
- Gli Scienziati pensano che il primo ossigeno atmosferico sia stato prodotto nell'alta atmosfera a seguito di reazioni di decomposizione delle molecole d'acqua per effetto delle radiazioni solari.
Con il progressivo arricchimento di ossigeno si formò anche lo strato di ozono O₃ che filtra la maggior parte delle radiazioni ultraviolette dannose alla vita sia umana che animate e vegetate. -Si suppone che lo strato di ozono si sia formato **2 miliardi di anni fa circa**.

II- STRUTTURA DELLA TERRA

- a)- Generalità Densità - Discontinuità
- b)- Ipotesi sulla struttura della Terra.
- c)- Conclusioni.
- d)- Come si sono formati i continenti.

a) - Generalità : Densità - Discontinuità.

a1)- I geologi hanno, ormai, una idea abbastanza precisa sulla struttura della Terra, dal suo nucleo più interno fino agli strati più superficiali. Naturalmente siccome il nucleo centrale del nostro pianeta dista quasi Km 6400 dalla superficie, buona parte di ciò che si sa sulla sua struttura, si basa su prove indirette.

a2)- L'acqua, alla temperatura di 4°C ha densità 1. La Terra risulta costituita di materiali eterogenei e quindi di varia densità, perciò si parla, per essa, di **densità media**.

La densità si esprime in g / cm³. Per la Terra la densità media è di circa **5,52 g / cm³**; cioè il nostro pianeta è 5,52 volte più pesante di una sfera d'acqua di ugual volume.

a3)- Da prospezioni sismiche effettuate sulla Terra e da calcoli eseguiti, risulta che la densità media della crosta terrestre accessibile alle nostre osservazioni è di **2,7-2,8 g / cm³**. E' logico supporre l'esistenza di un nucleo interno con densità media complessiva di **8,2 g / cm³** perché si abbia la suaccennata densità media di 5,52 g/cm³.

a4)- Fondandosi su tali deduzioni, oltreché sull'esame del magma che proviene dai vulcani, i geologi hanno formulato varie ipotesi sulla costituzione interna della Terra, delle quali esamineremo le principali.

a5)- Il comportamento e le caratteristiche delle onde sismiche variano in funzione della natura, della densità e dei coefficienti di elasticità dei materiali incontrati. I principali risultati dello studio delle caratteristiche di propagazione delle onde sono:

-In generale la velocità di propagazione delle onde sismiche aumenta con l'aumentare della profondità. Questo fatto sta ad indicare che la densità dei materiali diventa maggiore procedendo dall'esterno verso l'interno. L'aumento si deduce anche dal fatto che la densità dei materiali superficiali si aggira attorno al valore di 2-3 g / cm³ mentre dalla legge della gravitazione universale si ricava che la densità della Terra è di 5.52 g/cm³. Infatti:

$$F = K \frac{m_1 m_2}{r^2} \text{ (legge di gravitazione universale)}$$

$$K = \text{costante universale} = 6.66 \cdot 10^{-8} \text{ (nel sistema C.G.S.)}$$

$$r = \text{raggio terrestre circa} = 6.3 \cdot 10^8 \text{ cm}$$

$$g = \text{accelerazione di gravità superficiale} = 960 \text{ cm / sec}^2$$

$$P = m \cdot g \quad \text{(peso di un oggetto sulla superficie)}$$

$$P = F \text{ da cui}$$

$$P = K(M \cdot m / r^2) \quad (\text{sostituendo } P \text{ con } m \cdot g \text{ dato che}$$

$$P = m \cdot g$$

$$m \cdot g = K(M \cdot m / R^2) \quad (\text{isolo } M \text{ che è la massa della Terra})$$

$$Mg = (m \cdot g \cdot R^2) / K \cdot m \quad (\text{semplifico e sostituisco i dati})$$

$$Mg = g \cdot R^2 / K = (9.80 \text{ cm} / \text{s}^2 \cdot (6,3 \cdot 10^8)^2 \text{ cm}^2) / 6,66 \cdot 10^{-8} \text{ g}^{-1} =$$

$$= g \cdot 5.84027 \cdot 10^{27} = 5,8 \cdot 10^{27} \text{ g}$$

$$V_{\text{Terra}} = 4/3 \cdot 3,14159 \cdot (6,3 \cdot 10^8)^3 = 1,04739 \cdot 10^{27} \text{ cm}^3 = 1,05 \cdot 10^{27} \text{ cm}^3$$

$$D_{\text{Terra}} = m_{\text{Terra}} / V_{\text{Terra}} = 5,8 \cdot 10^{27} \text{ g} / 1,05 \cdot 10^{27} \text{ g} / \text{cm}^3 = 5,52381 \text{ g} / \text{cm}^3$$

Una eccezione si verifica tra i 140 e i 200 Km di profondità, ove le "onde sismiche" diminuiscono la loro velocità e per questo è detto **strato della bassa velocità**. Si pensa che questo strato della Terra, detto "**Astenosfera**" sia formata da roccia parzialmente fusa.

Un secondo risultato è dato dalla constatazione che a certe profondità le "velocità delle onde" mutano improvvisamente.

Queste zone di variazione sono dette "**discontinuità**" o "**superfici di discontinuità**".

Queste "discontinuità" documentano che la Terra è costituita da diversi "**involucri**" concentrici composti da materiale differente e separate tra loro da "**superfici di discontinuità**":

Crosta superiore granito solido $d = 2.7 \quad 440^\circ\text{C}$

Km 6 - 16 Discontinuità di **CONRAD**

Crosta inferiore basalto o gabbro solido $d = 3.4 \quad 600\text{-}1000^\circ\text{C}$

Km 30 - 33 Discontinuità di **MOHOVICIC** o **MOHO**

Mantello peridotite solida $d = 5.3\text{-}5.7 \quad 1500 - 5000^\circ\text{C}$

Km 2900 Discontinuità di **GUTEMBERG**

Nucleo esterno Fe - Ni liquido $d = 9.0\text{-}10.5$

Km 5000 - 5200 Discontinuità di **LEHMAN**

Nucleo interno Fe - Ni solido $d = 11\text{-}17 \quad 1900\text{-}6000^\circ\text{C}$

b)- IPOTESI SULLA STRUTTURA DELLA TERRA

- 1- **Ipotesi di Suess** - anno 1885
- 2- **Ipotesi di Goldschmidt** - anno 1922
- 3- **Ipotesi di Kuhn e Rittmann** - anno 1941
- 4- **Ipotesi moderna** - anno 1980
- 5- **Struttura esterna della Terra.**
- 6- **Come si sono formati i continenti.**

1- Ipotesi di Suess (o Suss) Eduard 1885

- È stata formulata nel 1885 dal geologo austriaco Eduard Suess.

- Il globo terrestre sarebbe costituito da tre strati concentrici i quali, dall'esterno all'interno, vengono chiamati così:

a)- SIAL solido e superficiale; costituito soprattutto da "**Silicati di Alluminio**", donde il nome. Ha densità media di **2.7 g / cm³** ed uno spessore di **Km 70**.

b)- SIMA, allo stato pastoso di fluidità latente; così chiamato perché costituito prevalentemente di Silicati di Magnesio. È un involucro di **Km 1300** a con una densità media di **3.6-4.0 g / cm³**.

c)- NIFE, nucleo centrale solido, così chiamato perché contiene Nichelio e Ferro. Ha uno spessore di **Km 5000** e una densità di **8-10 g / cm³**.

2- Ipotesi di Goldschmidt

- Formulata nel 1922 dal geofisico Victor Moritz Goldschmidt; perfeziona quella del Suess (o Suss)

SI4L, spesso **Km 120** e con densità pari a **2.8 g. / cm³**.

SIMA, spesso **Km 1200** e con densità pari a **3,6-4,0 g. / cm³**.

050L, formato da ossidi e solfuri; spesso **Km 1580** e con densità **5-6 g. / cm³**.

NIFE, spesso **Km 3470** e con densità di **circa 9 g. / cm³**.

Il "**Sial**" costituisce la "**litosfera solida: lithos=pietra e sphaira = sfera**".

Il "**Sima**" costituisce la "**pirosfera solida: pir = fuoco e sphaira = sfera**".

L' "**Osol+Nife**" costituiscono la "**(barisfera da barys = pesante)**".

3- IPOTESI DI KUFN E RITTMANN

Questa ipotesi, formulata da due scienziati elvetiche nel 1941 nel lavoro "**Sulla costituzione dell' interno della Terra e la sua formazione da uno strato primitivo omogeneo**", La sufficiente spiegazione del meccanismo di numerosi fenomeni endogeni, perciò è stata favorevolmente accolta dai moderni geologi.

- Secondo il parere dei due scienziati, non vi sarebbe stato tempo sufficiente perché la Terra subisse una completa differenziazione in senso gravitativo, perciò viene proposta la seguente costituzione interna del nostro pianeta:

a)- "**Una zona cristallina esterna**", corrispondente alla **litosfera** e formata, in prevalenza, da silicati di alluminio (**Sial**).

b)- "**Una zona magmatica intermedia**", ancora ricca di gas, composta da silicati di ferro e di magnesio, ma, con eccesso di ferro all'interno e con più accentuato tenore di magnesio all'esterno (**Sima**).

c)- "**Un nucleo di materia solare indifferenziata**", contenente il 30% di idrogeno, ma con una densità di circa **10 g. / cm²²**, essendo sottoposta ad una altissima pressione, calcolata al centro della Terra, a **4 miliardi di Kg. / cm²**.

4- IPOTESI MODERNA

- Oggi si pensa che la Terra sia costituita da:

a)- "**Crosta**" spessa **Km 50** di reedia; divisa in due parti dalla "**discontinuità di Conrad**" (6-16 Km) e terminante con la "**discontinuità di Mohorovicic detta anche Moho**" dal geologo jugoslavo che l'ha studiata da **Km 10 a 65**.

b)- "**Mantello superiore**" plastico e sede dei movimenti convettivi.

c)- "**Mantello inferiore**" rigido (i due mantelli distano Km 3000) terminanti con la (**discontinuità di Gutenberg** circa **Km 2500**).

d)- "**Nucleo esterno**" (più di **Km 2000** terminante con la "**discontinuità di Lehman**").

e)- "**Nucleo interno**" (più di **Km 1300**) solido o rigido di **fluidità latente**.

N.B. - I geologi però ricorrono spesso ad una classificazione dei soli **gusci terrestri** che tiene conto di certe loro caratteristiche fisiche quali l'**elasticità**, la **plasticità**, ecc. e in tal caso si individuano i seguenti gusci:

a)- La **litosfera** parte superficiale, mobile, rigida ed elastica, comprendente i continenti e la parte più esterna del **mantello**. Ha uno spessore di **Km 75** sotto i bacini oceanici e di Km 110-130 sotto i continenti.

b)- L'**astenosfera**: immediatamente sottostante, più plastica e a temperatura più elevata, formata da rocce allo stato fuso del mantello.

c)- La **mesosfera**, formata dalle rocce solide del **nucleo**.

5- STRUTTURA ESTERNA DELLA TERRA

La parte accessibile della Terra può essere così distinta:

- a)- **Litosfera** (dal greco **lithos = pietra**), l'involucro solido di materiale roccioso, detto comunemente (**crosta terrestre**).
- b)- (**Idrosfera**) dal greco (**ydor = acqua**), l'insieme delle acque raccolte nelle depressioni delta **litorfera**.
- c)- **Biosfera** dal greco **bios=vita**, l'insieme degli esseri viventi che popolano la superficie terrestre le acque e l'aria.
- d)- **Atmosfera** dal greco **atmos = vapore**, l'involucro gassoso continuo che avvolge la Terra.

6- COMA SI 50ND FDRMATI I CONTINENTI

Secondo l'ipotesi più accreditata, allorché le masse bollenti di ferro e nichel fuse sprofondarono per gravità verso il centro della Terra, i materiali più leggeri rimasti in superficie si aggregarono a costituire un unico immenso **Continente** (in greco detto (**pangea**)).

Secondo un'altra ipotesi i Continenti si sarebbero formati per raffreddamento di grandissime masse di lava emerse nel corso di eruzioni vulcaniche durate centinaia di milioni di anni. In entrambe i casi gli attuali Continenti sono molto diversi da quelli che si formarono alle origini della storia della Terra. Come vedremo parlando della **Tettonica a zolle o a placche** nei milioni di anni che seguirono, i Continenti subirono numerosi cambiamenti nella loro conformazione e struttura.

III- FORMA E DIMENSIONI DELLA TERRA

1- FORMA DELLA TERRA.

Fino al 1522, anno in cui una delle navi di Magellano riuscì a completare, per la prima volta, il giro del mondo, la maggior parte della gente comune, riteneva che la Terra fosse piatta.

- Ma, assai prima di Magellano, alcuni antichi scienziati avevano già supposto che la Terra fosse sferica, basandosi sulle seguenti osservazioni:

- 1- Quando all'orizzonte compariva o scompariva una nave, la prima cosa a comparire e l'ultima a scomparire era l'albero della nave.
- 2- Il variare delle costellazioni nel cielo a seconda del navigare verso nord o verso sud.. Queste variazioni sono solo possibili ammettendo la sfericità della Terra.
- 3- L'ombra della Terra sulla Luna, durante le eclissi, è un arco di cerchio che solo una sfera può proiettare.
- 4- Ai tempi nostri, le foto riprese dallo spazio hanno fornito prove inequivocabili.
- 5- La Luna e i pianeti sono sferici, quindi anche la Terra deve essere sferica.

Il globo terrestre non è una sfera perfetta. L'esistenza della **forza di attrazione gravitazionale** è un'altra prova della sfericità della Terra. Il peso di un corpo non è sempre esattamente lo stesso in tutti i punti della superficie terrestre (**195 newton al polo, 194 all'equatore**). Cioè la Terra non è perfettamente sferica, ma è **lievemente schiacciata ai poli e rigonfia all'equatore**.

Questa forma particolare che la Terra ha assunto per il suo **momento di rotazione** è detta **ellissoide di rotazione**. La Terra assumerebbe la forma di un (**ellissoide di rotazione**) se fosse completamente uniforme e rivestita da un unico **oceano poco profondo**.

Ma la presenza di depressioni, di montagne e masse continentali le fa assumere la forma di un **geoide** il cui raggio, misurato dal livello del mare al centro della Terra è diverso ad ogni latitudine. Il **geoide** è una superficie irregolare, perpendicolare in ogni punto alla direzione del **filo a piombo** e non assimilabile a nessun solido geometrico.

2- DIMENSIONI DELLA TERRA.

I perfezionatissimi strumenti, montati a bordo dei satelliti orbitanti, hanno permesso di ottenere dati molto precisi circa le dimensioni della Terra.

Raggio equatoriale	= Km. 6.378	Massa	= $6,00 \times 10^{27}$ g.
Raggio polare	= Km 6.357	Volute	= $1,083 \cdot 10^{27}$ cm ³
d = densità	= 5,52 g. / cm ³	Gravità superficiale	= 9,8 m. / sec ²
Velocità di fuga	= 11,2 Km/sec.	Schiacciamento (R.eq-R.pol)/R. c	= 0,0034
Sl = Superficie totale	= $5,10 \times 10^8$ Km ²	Superficie terre emerse	= $1,49 \cdot 10^8$ Km ²
St (Sup, totale oceani)	= $3,61 \times 10^8$ Km ²	Altitudine media terre emerse	= 840 n.
Profondità media oceani	= 3.900 m.	C.eq.(circonferenza equatoriale.)	= 40.074 Km.
C.pol (circonferenza polare)	= 39.942 Km..	Diametro equatoriale	= 12.756 Km.
Diametro polare	= 12.714 Km..		

ERATOSTENE MISURA IL MERIDIANO TERRESTRE

- Il 21 giugno a mezzogiorno, a Siene (pozzi Assuan) i raggi del Sole sono perpendicolari, 90° illuminano il fondo dei pozzi.
- Lo stesso giorno (21/VI ore 12), ad Alessandria, i raggi solari toccano il suolo con una inclinazione di 7,2° tot suolo: 82° 48'.
- La distanza da Siene ad Alessandria era di 5.000 stadi. (Suppone erroneamente che le due città siano sullo stesso meridiano)
- Dalla geometria sapeva che gli angoli al centro sottendono archi di circonferenza proporzionali, quindi:
 $7,2^\circ : 5.000 = 360^\circ : x$ (stadi o circonferenza polare). C'è: Circonferenza polare = $5.000 \times 360 / 7,2 = 250.000$ stadi 1 Stadio = Km.0,157
- Eratostene stesso, arrotonda il valore trovato in stadi, per compensare eventuali errori a 252.000 stadi. Ora: Stadi 252.440 x Km.0,157 = Km.39.564 a si avvicinò caratteristicamente al valore di Km.40.007.

IV- DENSITA' E CALORE INTERNO DELLA TERRA

- Densità relativa.
- Il gradiente geotermico.
- Drigine del Galore delta crosta terrestre.

a)- DENSITA' RELATIVA.

- La ((densità relativa?! di un cargo e' il rapporto tra il ((pesa del corpo! a il peso di un ugual volume di acqua distillata a 4°C).
- La densità relativa delta crosta terrestre è di circa 2,9 g./cm³
- Dgni involucro ha una sua densità
- La densità relativa media delta Terra è = 5,52 g./cm³
- La determinazione delta densità dei vari involucri terrestri è stata facilitata dallo studio delta propagazione delle onde sismiche all'interno del pianeta. Questo studio ha confermato che, procedendo dalla crosta verso il nucleo, si hanno notevoli aumenti di densità

b)- GRADIENTE GEOTERMICO.

- La temperatura esterna influisce, al massimo, fino a 20 m. di profondità a non oltre. Dote i m.33 scendendo in profondità, la temperatura aumenta di 2°-3° gradi centigradi ogni 100 m. Questo aumento è chiamato gradiente geotermico. Il gradiente geotermico può avere lievi oscillazioni da luogo a luogo. (se procedesse con questo ritmo fino al centro della Terra, al centro avremo una temperatura inverosimile di 150.000 °C.

Secondo i geologi, invece, al centro vi è una temperatura che si aggira sui 5.000-6.000°C., il che significa che una certa quantità di Calore sfugge dalla Terra, per unità di tempo e di area, costituendo quello che i geologi chiamano (flusso di Calore) .

c)- DRIBINE DEL CALORE DELLA CRUSTA TERRESTRE.

- La maggior parte del Calore della crosta terrestre sembra provenire da elementi radioattivi!! Come : uranio, torio e un isotopo radioattivo del potassio.
- Un'altra parte del calore, probabilmente è data dal residuo Calore primitivo interno della Terra .
- Un'ultima parte, si pensa che sia stata originata dall'attrito reciproco tra le masse rocciose in conseguenza dei movimenti della crosta terrestre!
- Le rocce sono cattive conduttrici di Calore, perciò la Terra tende a disperdere lentamente nello spazio, il suo Calore interno.
- Nelle zone vulcaniche c'è, forse, una maggiore concentrazione di elementi radioattivi a questo spiegherebbe la presenza di rocce più calde.

V- IL CAMPO MAGNETICO TERRESTRE !!.

La presenza di un (campo magnetico) della Terra è nota fin dall'antichità

- a)- I cinesi, 2.000 a. C. usavano il campo magnetico terrestre per orientarsi.
- b)- In Europa il campo magnetico fu usato solo dal XII sec. in poi.
- c)- La bussola divenne indispensabile in commercio, solo dopo il XV sec.
- d)- Solo nel XVI sec., l'inglese William Gilbert ipotizzò che il campo magnetico terrestre, avesse origine all'interno della Terra.
- e)- Nel 1830 il matematico e astronomo tedesco Carl Friedrich Gauss applicò la teoria del potenziale, appena elaborata ed applicata al campo geomagnetico e constatò che il campo misurato alla superficie terrestre si adatta a quella creata da un dipolo il cui centro coincide con il centro della Terra e che forma un angolo di 11° con l'asse di rotazione terrestre Polo nord-geografico a Polo nord-magnetico = dipolo).
- f)- Le caratteristiche del campo geo-magnetico vengono ricavate dalla misura della declinazione magnetica, della inclinazione magnetica e della intensità magnetica.
- g)- Inclinazione magnetica = angolo che un ago magnetico libero di ruotare su di un asse orizzontale, forma con il piano dell'orizzonte.
- h)- declinazione magnetica = angolo che un ago magnetizzato, libero di ruotare intorno ad un asse verticale, forma con il meridiano geografico.
- i)- L'intensità magnetica, varia da luogo a luogo, aumenta in genere, dall'equatore verso i poli magnetici e nel sistema internazionale (5. I) si misura in tesla al metro (R/n).
- l)- Le misure del (campo magnetico) effettuate da aerea e da satellite, in questi ultimi anni, hanno consentito una ricostruzione accurata, su scala planetaria, delle caratteristiche del campo magnetico dalla superficie della Terra fino a Km. 1000 di altezza sopra di essa.

Roma, 20 / VIII / 2001

Prof. Dott. Fr. Natalino Cesare De Rossi

