Progetto Lauree Scientifiche 2020/21 :

PLS ASTROFISICA

Il Sistema Solare e i

Corpi Minori

Pezzuto Gabriele
Jennifer Litta
Scarfone Micaela
Russo Daniele
Barigazzi Giulia

Istituto Tecnico Grazia Deledda Lecce

Formazione del Sistema Solare

Oltre alle normali stelle nella Galassia, sono presenti nubi di gas e polvere chiamate precisamente “Nebulose”. Le Nebulose sono agglomerati interstellari e sono costituite principalmente da gas che a sua volta è composto da idrogeno (89%), elio (10%) ed altri elementi che sono presenti in tracce (carbonio,azoto e ossigeno); mentre la polvere è costituita da piccole particelle chiamate “grani” composte principalmente da silicati,materiali carboniosi e metallici.

Nebulosa del Granchio

Nebulosa Omega

Fasi della formazione del Sistema Solare

Fase iniziale:

-formazione del disco protoplanetario .

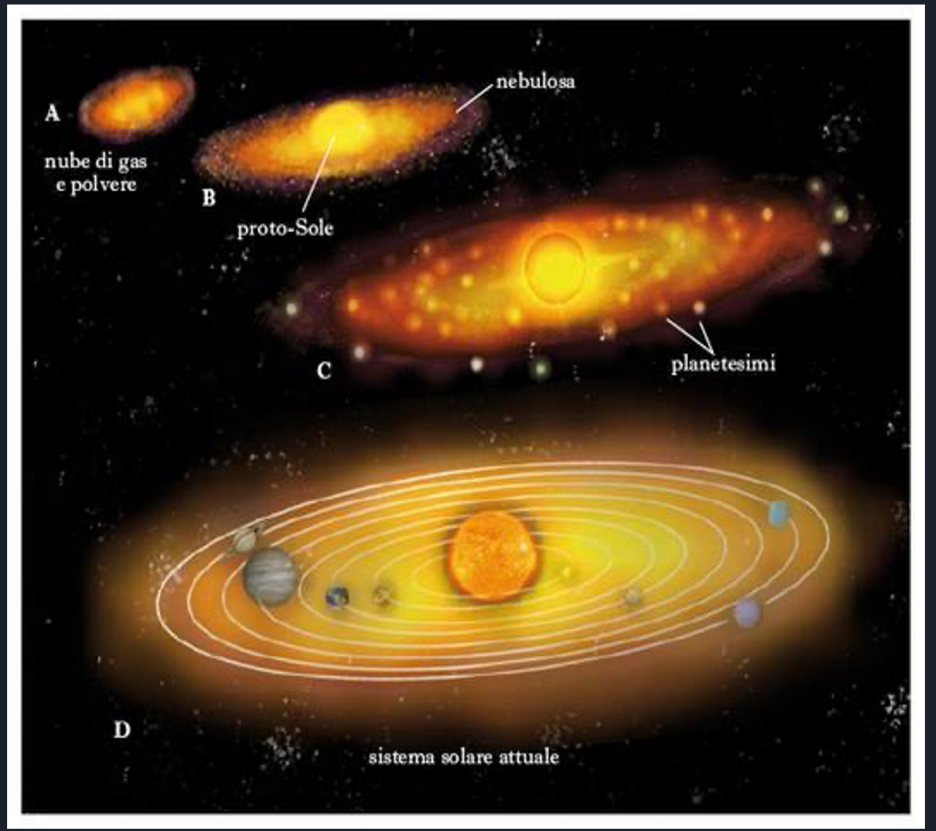
1)Collasso della nube presolare.

2)Formazione del disco protoplanetario (con il protoSole al centro)

3)Formazione dei planetesimi (per aggregazione dei grani di polvere)

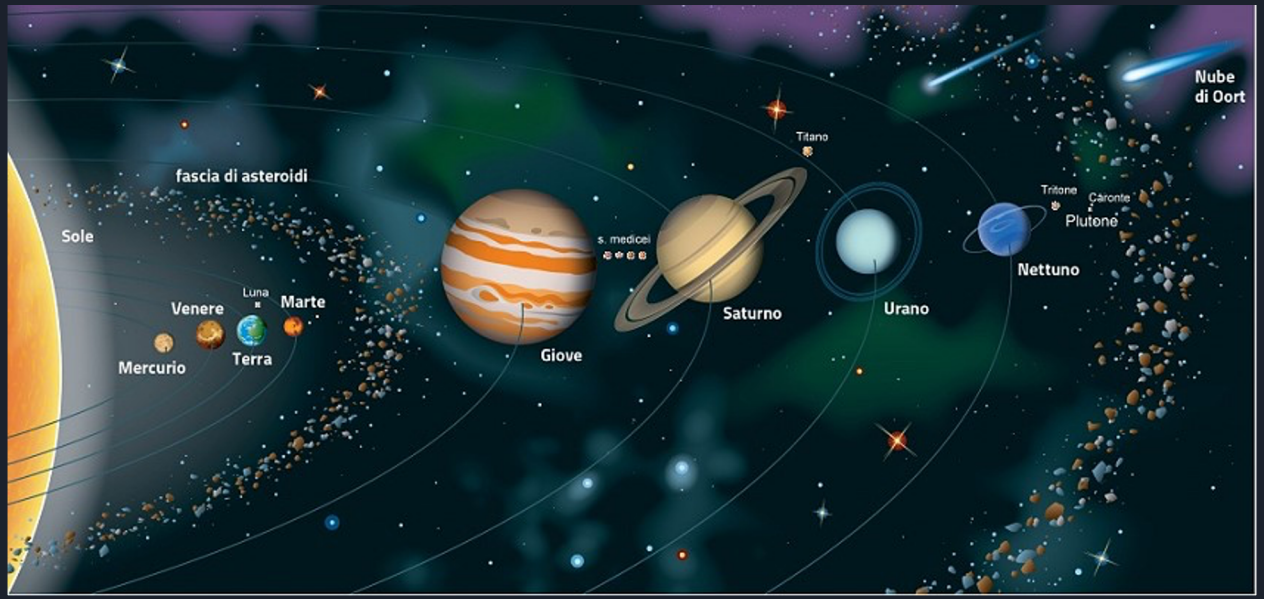
4)Formazione degli embrioni planetari (per aggregazione dei planetesimi)

5)Formazione dei pianeti (per cattura dei planetesimi da parte degli embrioni)



Il sistema Solare è composto dal Sole, e da tutti i corpi celesti che gli orbitano attorno, essi sono:

- Pianeti, le cui caratteristiche fino al 2006 erano, essere posti in orbita con il sole, avere una forma regolare ed un raggio maggiore 1000 km, dopo il 2006 viene data una nuova definizione declassando così Plutone a pianeta nano
- i corpi minori ovvero satelliti dei pianeti, pianeti nani, asteroidi, oggetti transnettuniani e comete, meteoroidi e polvere interplanetaria



I SATELLITI DEI PIANETI

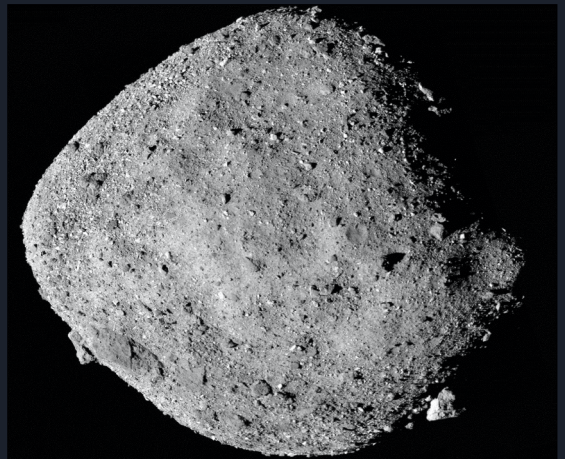
Tra i corpi minori possiamo trovare i *satelliti dei pianeti*. *Satellite* è il nome che si dà ai corpi celesti che girano intorno ai pianeti, come questi girano intorno al Sole. Nel nostro sistema solare, i pianeti che hanno satelliti sono:

- **Terra**, la Luna;
- **Marte**, Phobos e Deimossono;
- **Giove**, Io, Europa, Ganimede e Callisto (i quattro più grandi);
- **Saturno**, Mimas, Enceladus, Tethys e Dione, Rhea, Titan, Hyperion, Japetus, Phoebe;
- **Urano**, Ariel, Umbriel, Titania, Oberonorbite;
- **Nettuno**, Tritone.

GLI ASTEROIDI.

L'asteroide è un corpo minore del Sistema Solare con struttura simile ad un pianeta terrestre ma di dimensione minore, il loro diametro non supera il chilometro, ed è costituito quasi esclusivamente da materiale roccioso. Si pensa che gli asteroidi siano residui del disco protoplanetario che non sono stati incorporati nei pianeti durante la formazione del Sistema.

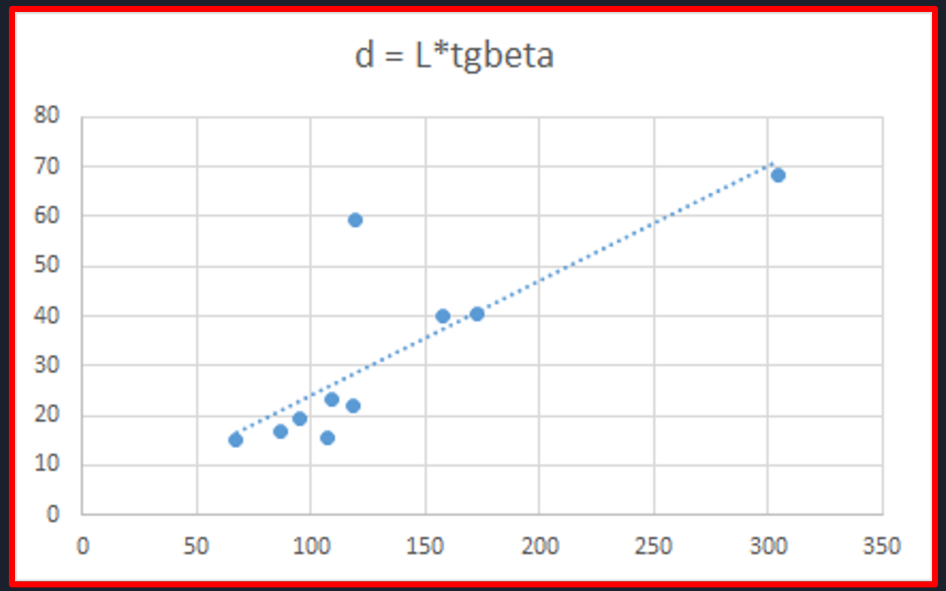
Fu l'astronomo italiano GIUSEPPE PIAZZI a scoprire il primo asteroide il 1 gennaio 1801, notò la presenza di un astro nella costellazione del Toro come un ''pianetino'' poco luminoso che ruotava a circa 414 milioni di km dal sole, gli fu assegnato il nome Cerere. Ad oggi si contano oltre 170.000 asteroidi.

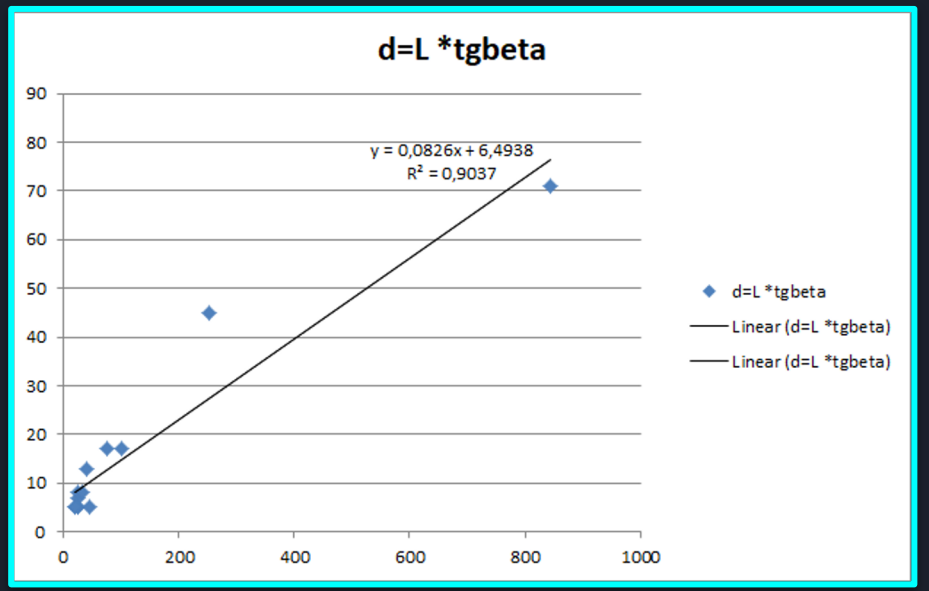


METEOROIDI

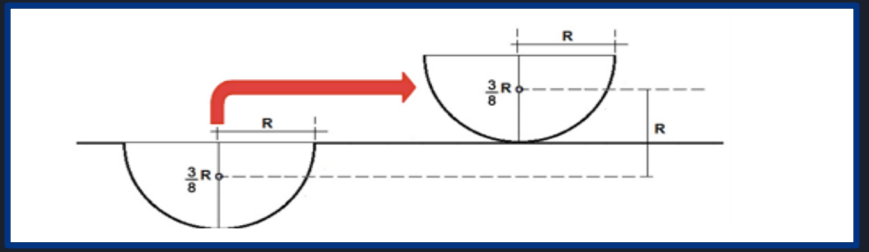
I meteoroidi sono oggetti naturali solitari di una dimensione tra 30 micrometri e 1 metro, che si muovono o provengono dallo spazio interplanetario.
Quando entrano nell'atmosfera di un pianeta, si surriscaldano per attrito con le molecole dei gas atmosferici e si vaporizzano parzialmente o del tutto.
I gas lungo il meteorite si ionizzano, emettendo luce di vario colore (dipende dalla temperatura raggiunta). La traccia luminosa prodotta dal cielo è chiamata *meteora* o *stella cadente*.
I meteoroidi sono generati dagli scontri tra asteroidi e dalla creazione dei nuclei cometari in prossimità del Sole.

Dopo aver appreso diverse nozioni teoriche sulla formazione dei crateri, abbiamo messo in pratica ciò che avevamo acquisito: analizzare un'immagine di crateri lunari, fornita dal professore Licchelli, e individuarne diversi di varie dimensioni ed abbiamo inserito i dati in un grafico a dispersione.





Formazione dei crateri



Un cratere può sempre essere assimilato ad una semisfera di raggio R
In condizioni ideali, l'energia (positiva) E liberata nell'impatto è uguale al modulo $|L|$ del lavoro che si compie contro la gravità per innalzare di una quota $h_0 = R$ la massa del materiale prima presente nella buca e deporlo sul suolo affianco a quest'ultima: il baricentro viene sollevato di un'altezza $h_0 = R$

$$E = |L| = mgh_0 = mgR$$

Esprimiamo la massa in funzione della densità del materiale di volume $\frac{V}{2} = \frac{2}{3}\pi R^3$ dove $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ è il volume della sfera. $m = \rho V$

$$E = |L| = mgh_0 = mgR = \rho V g R = \rho \frac{2}{3}\pi R^3 g R = \frac{2}{3}\pi \rho g R^4$$

L'energia E liberata nell'impatto è uguale all'energia cinetica K dissipata nell'urto, per cui:

$$K = \frac{2}{3}\pi \rho g R^4 = \frac{2}{3}\pi \rho g R^4 = \frac{2}{3}\pi \rho g \left[\frac{D}{2}\right]^4 = \frac{1}{24}\pi \rho g D^4$$ dove si pone $f_0 = \frac{1}{24}\pi$

La relazione teorica che lega l'energia cinetica al diametro è del tipo:

$$K = A \cdot D^B$$

con $A = f_0\, \rho\, g$ e $B = 4$

Dalle simulazioni di Potter & Kring (2019) è possibile ricavare una più attendibile relazione con:
$A = 1.3 \times 10^{16}$ e $B = 3.2889$

Energia K liberata

Energia K liberata nella formazione dei crateri tramite la legge ricavata dalle simulazioni di Potter e Kring

$$K = A*D^{B} = (1.3*10^{16})(D^{3.2889})$$

con

$$A = 1.3*10^{16} \text{ e } B = 3.2889$$

Abbiamo così preso in considerazione due crateri scelti da noi, rispettivamente il più grande e il più piccolo selezionato.

CRATERE CON DIAMETRO 19km:
Energia cinetica K= $\mathbf{(1.3*10^{16})(19^{3.2889})}$J= 2,1 $*10^{20}$J

CRATERE CON DIAMETRO 845km:
Energia cinetica K= $\mathbf{(1.3*10^{16})(845^{3.2889})}$J=5,5$*10^{25}$J

Confronto energia cinetica degli asteroidi con l'energia cinetica dell'esplosione di Hiroshima.

K Hiroshima= 18 kT (1kT= 4.184 TJ = 4.184$*10^{12}$ J)
K Hiroshima in Joule = 7.53* 10^{13} J

Facendo il rapporto tra K della creazione del cratere di 845 km di diametro, prima calcolata, e K Hiroshima otteniamo:
5,5$*10^{25}$ J / 7.53$*10^{13}$ J = 7,3$*10^{11}$
Concludiamo quindi che l'energia sprigionate durante la formazione del cratere è 7,3$*10^{11}$volte quella sprigionata dall'esplosione della bomba di Hiroshima.

Abbiamo effettuato lo stesso ragionamento con il cratere più piccolo di diametro 19 km.
La sua K è 2,1$*10^{20}$J
Il rapporto sarà: (2,1$*10^{20}$J) / (7.53$*10^{13}$ J) = 2,8$*10^{6}$
Concludiamo quindi che l'energia sprigionate durante la formazione del cratere è 2,8$*10^{6}$volte quella sprigionata dall'esplosione della bomba di Hiroshima.

Velocità ricavata dalla formula dell'energia cinetica nei tre casi di asteroide: roccioso, carbonaceo e metallico assumendo D/D'=25 ed utilizzando il valore di K prima ricavato, e verificare che v cada nell'intervallo 10-35 km/s

CRATERE CON DIAMETRO 845 km:

Dal rapporto D/D' abbiamo ricavato il diametro dell'asteroide, supponendo che abbia la forma di una sfera .

Diametro asteroide D'= D/25 quindi D' = 845/25= 33,8 km

Raggio= 16,9 km

K prima ricavato = $5,5*10^{25}$ m^2*kg/s^2

Abbiamo poi calcolato il volume dell'asteroide

Volume = $\frac{4}{3}\pi R^3$= 20208 km^3

Abbiamo poi calcolato le masse dell'asteroide nei tre casi m=densità*Volume

Densità roccioso= 2720 Kg/m^3 $m_r = 5{,}5*10^{16}$ kg

Densità carbonaceo= 1330 Kg/m^3 $m_c = 2{,}6*10^{16}$ kg

Densità metallico= 3490 Kg/m^3 $m_m = 7{,}1*10^{16}$ kg

Abbiamo calcolato la velocità nei tre casi ricordando la formula della

$$v = \sqrt{\frac{2K}{m}} == \sqrt{\frac{2*5.510^{25}}{m}}\ m/s$$

Velocità roccioso= $\sqrt{\frac{2*5,5}{5.5} * 10^{25}10^{-16}m^2/s^2} = 6{,}3*10^4$m/s=63km/s

Velocità carbonaceo= = $\sqrt{\frac{2*5,5}{2,6} * 10^{25}10^{-16}m^2/s^2} = 6{,}5*10^4$m/s=65 km/s

Velocità metallico= = $\sqrt{\frac{2*5,5}{7,1} * 10^{25}10^{-16}m^2/s^2} = 3{,}9*10^4$m/s =**39km/s**

Possiamo determinare quindi che l'asteroide era di tipo metallico perché la velocità è più prossima all'intervallo tipico di 10-35km/s

Abbiamo poi ripetuto lo stesso procedimento con il cratere con diametro più piccolo

CRATERE CON DIAMETRO 19 km

Diametro asteroide D'= 19/25= 0,76 km
Raggio= 0,38 km

Calcoliamo quindi il volume

Volume = $\frac{4}{3}\pi R^3$= 0,23 Km^3= $0{,}23*10^9 m^3$

Abbiamo poi calcolato le masse dell'asteroide nei tre casi m=densità*Volume

Densità roccioso= 2720 Kg/m^3 $m_r= 6{,}3*10^{11}Kg$
Densità carbonaceo= 1330 Kg/m^3 $m_c= 3{,}1*10^{11}Kg$
Densità metallico= 3490 Kg/m^3 $m_m= 8{,}0*10^{11}Kg$

Abbiamo calcolato la velocità nei tre casi ricordando la formula della

$v= \sqrt{\frac{2K}{m}} == \sqrt{\frac{2*2.1*10^{20}}{m}}$ *m/s* $2{,}1*10^{20}J$

Velocità roccioso= $\sqrt{\frac{2*2,1}{6,3} * 10^{20} * 10^{-11} m^2/s^2} = 2,6\ 10^4$m/s= **26 km/s**

Velocità carbonaceo= = $\sqrt{\frac{2*2,1}{3,1} * 10^{20} 10^{-11} m^2/s^2} = 3,7*10^4$m/s=37 km/s

Velocità metallico= = $\sqrt{\frac{2*2,1}{8,0} * 10^{20} 10^{-11} m^2/s^2} = 2,3*10^4$m/s =**23km/s**

Nell'intervallo 10-35 km/s si collocano sia l'asteroide metallico che roccioso

Tenuto conto che rocciosi sono più probabili dei metallici in rapporto 8:1 possiamo pensare che effettivamente si tratti di un asteroide roccioso.

GRAZIE!