



Uno Nessuno Centomila... Sistemi Solari

e



Olimpiadi Italiane di Astronomia

ESERCIZI SUL SISTEMA SOLARE

E SUI PIANETI EXTRASOLARI

PER LA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO E SECONDO GRADO (III MEDIA, I SUPERIORE)

ESERCIZIO 1

Il Sistema Solare si muove nella direzione corrispondente a un punto nella costellazione di Ercole, alla velocità di 19,5 km/s. Quale distanza, in Unità Astronomiche, esso percorre in un anno?

Soluzione

E' sufficiente calcolare il numero di secondi contenuti in un anno per ottenere la distanza percorsa in Km, quindi convertire quest'ultima in Unità Astronomiche (U.A.). In un anno sono contenuti 365 giorni x 86400 sec/giorno = 31536000 sec, per cui la distanza percorsa è:

$$d_{km} = 19,5 \text{ km/sec} \times 31\,536\,000 \text{ sec} = 614\,952\,000 \text{ km}$$

Sapendo infine che 1 U.A. = 149 600 000 km, si arriva alla soluzione:

$$d_{U.A.} = \frac{614\,952\,000 \text{ km}}{149\,600\,000 \text{ km}} = 4,11 \text{ U.A.}$$

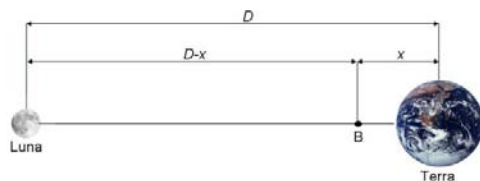
Fonte: Olimpiadi Italiane di Astronomia 2008, Gara Finale Nazionale, prova teorica, categoria Junior

ESERCIZIO 2

La Terra è 81 volte più massiccia della Luna. I due corpi celesti sono separati dalla distanza media di 384000 km. Dove è situato il baricentro del sistema? (fate anche un disegno)

Soluzione

Fissato arbitrariamente un sistema di coordinate di riferimento, il baricentro del sistema si trova sulla congiungente Terra-Luna (vedi figura), ad una distanza dall'origine pari a:



$$x = \frac{M_T x_T + M_L x_L}{M_T + M_L}$$

dove M_T e M_L sono le masse della Terra e della Luna, rispettivamente, mentre x_T e x_L sono le distanze dei loro centri dall'origine. Assumendo come origine il centro della Terra, si avrà per definizione $x_T=0$ e $x_L=D=384\,000$ km. Sapendo inoltre che $M_T = 81M_L$ si ottiene:

"Uno Nessuno Centomila... Sistemi Solari" è un'iniziativa dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) e della Fundación Galileo Galilei-Telescopio Nazionale Galileo (FGG-TNG), finanziata tramite il progetto premiale WOW (A Way to Other Worlds) e nata nell'ambito del progetto GAPS (Global Architecture of Planetary Systems).



ISTITUTO NAZIONALE DI ASTROFISICA
NATIONAL INSTITUTE FOR ASTROPHYSICS



Fondazione G. Galilei



a Way to Other Worlds



Global Architecture of Planetary Systems

$$x = \frac{M_L D}{81M_L + M_L} = \frac{M_L D}{82M_L} = \frac{D}{82} = \frac{384\,000}{82} = 4683 \text{ km}$$

cioè il baricentro si trova a una distanza di circa 4683 km. Considerando che il raggio terrestre è 6378 km, se ne conclude che il baricentro del sistema Terra-Luna si trova al di sotto della superficie terrestre.

Fonte: Olimpiadi Italiane di Astronomia 2008, Gara Finale Nazionale, prova teorica, categoria Junior

ESERCIZIO 3

Calcolate l'accelerazione di gravità alla superficie del pianeta Mercurio, sapendo che ha un raggio $R=5,140 \cdot 10^6$ m, una massa $M=2,5 \cdot 10^{24}$ kg e che la costante di gravitazione universale ha valore $G=6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$.

Soluzione

Si deve applicare la Legge di Gravitazione Universale:

$$g = G \frac{M}{R^2} =$$

Sostituendo i valori dati dal problema, si ricava:

$$g = G \frac{M}{R^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{2,5 \cdot 10^{24}}{(5,140 \cdot 10^6)^2} \text{ ms}^{-2} = 6,312 \text{ ms}^{-2}$$

Fonte: Olimpiadi Italiane di Astronomia 2008, Gara Finale Nazionale, prova teorica, categoria Junior

ESERCIZIO 4

Calcolate il periodo di rivoluzione di un corpo che si muove su una traiettoria circolare che sfiora la superficie del Sole. Il raggio del Sole misura 696 000 km.

Soluzione

In base alla terza Legge di Keplero, detto T il periodo di rivoluzione ed a il semiasse maggiore dell'orbita del corpo considerato, si può scrivere:

$$\frac{T^2}{a^3} = \frac{T_{Terra}^2}{a_{Terra}^3}$$

dove T_{Terra} ed a_{Terra} sono le grandezze analoghe per il nostro pianeta. Di qui si può scrivere:

$$T^2 = T_{Terra}^2 \frac{a^3}{a_{Terra}^3} \quad \text{cioè} \quad T = T_{Terra} \sqrt{\frac{a^3}{a_{Terra}^3}}$$

e quindi, sapendo che il corpo sfiora il Sole (e cioè il raggio della sua orbita deve essere uguale al raggio solare, cioè $a = R_{Sole} = 696\,000 \text{ km}$) e che per la Terra si ha $a_{Terra} = 1 \text{ U. A.} = 149\,600\,000 \text{ km}$ e $T_{Terra} = 1 \text{ anno} = 365 \cdot 86400 \text{ sec} = 31\,536\,000 \text{ sec}$ si ricava:

"Uno Nessuno Centomila... Sistemi Solari" è un'iniziativa dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) e della Fundación Galileo Galilei-Telescopio Nazionale Galileo (FGG-TNG), finanziata tramite il progetto premiale WOW (A Way to Other Worlds) e nata nell'ambito del progetto GAPS (Global Architecture of Planetary Systems).

$$T = T_{Terra} \sqrt{\frac{a^3}{a_{Terra}^3}} = 31\,536\,000 \sqrt{\frac{3,37153536 \cdot 10^{17}}{3,348071936 \cdot 10^{24}}} = 10\,078 \text{ sec} = 2\text{h } 48\text{m}$$

Fonte: Olimpiadi Italiane di Astronomia 2008, Gara Finale Nazionale, Prova teorica, categoria Junior

ESERCIZIO 5

Considerate quattro abitanti di Giove, Terra, Marte e Venere, ciascuno in piedi sulla superficie del proprio pianeta. Contemporaneamente, i quattro personaggi fanno cadere un euro da un metro dalla sua superficie. Su quale pianeta la moneta arriva priva al suolo e perché? Indicare quali approssimazioni bisogna fare nel ragionamento. Si trascuri la circostanza che Giove non ha nella realtà una superficie solida.

Soluzione

Un corpo di massa m è attratto dal pianeta di massa M secondo la Legge di Gravitazione Universale:

$$F = G \frac{mM}{r^2}$$

con $r = R + d$ pari alla somma del raggio del pianeta e della distanza del corpo dal suolo.

Nel nostro caso, essendo le quattro monete uguali e ad uguale distanza dalla superficie sui quattro pianeti, sono costanti sia d che m per i quattro casi. La forza con cui ciascun pianeta attira un corpo a 1 metro dalla sua superficie sarà intuitivamente proporzionale al rapporto tra la massa del pianeta ed il quadrato del raggio:

$$F_{pianeta} = C \frac{M_{pianeta}}{R_{pianeta}^2}$$

dove C è indipendente dal pianeta. Trascurando altri fattori, tra cui l'attrito, il tempo impiegato dal corpo per arrivare al suolo è inversamente proporzionale alla forza con cui il corpo è attratto. Riportiamo dunque in tabella le forze esercitate sui 4 pianeti (a meno della costante G) e l'ordine di arrivo previsto per le 4 monete. Per svolgere il problema si deve trascurare l'attrito; il fatto che Giove non abbia una superficie solida e le diverse atmosfere dei pianeti.

Pianeta	Massa (masse terrestri)	Raggio (raggi terrestri)	Forza esercitata dal pianeta (in fattore di proporzionalità a C)	Ordine di arrivo
Terra	1	1	$C \frac{1}{1^2} = C$	2
Marte	0,107	0,533	$C \frac{0,107}{0,533^2} = C \cdot 0,37664$	4
Giove	317,8	11,21	$C \frac{317,8}{11,21^2} = C \cdot 2,52896$	1
Venere	0,815	0,949	$C \frac{0,815}{0,949^2} = C \cdot 0,90495$	3

Fonte: Olimpiadi Italiane di Astronomia 2009, Gara Finale Nazionale, Prova Teorica, categoria Junior

"Uno Nessuno Centomila... Sistemi Solari" è un'iniziativa dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) e della Fundación Galileo Galilei-Telescopio Nazionale Galileo (FGG-TNG), finanziata tramite il progetto premiale WOW (A Way to Other Worlds) e nata nell'ambito del progetto GAPS (Global Architecture of Planetary Systems).