



# OLIMPIADI ITALIANE DI ASTRONOMIA 2016

Gara Interregionale - 22 Febbraio

Categoria Junior

## 1. Giove e la Luna



Osservate il pianeta Giove sapendo che si trova all'opposizione e notate che la Luna è molto vicina a Giove. Che fase ha la Luna ?

**Soluzione.** Se Giove è all'opposizione vuol dire che si trova in direzione opposta al Sole. Se la Luna è molto vicina a Giove anche lei sarà in opposizione al Sole. Quindi la Luna è piena.

## 2. I pianeti di sera



Quali pianeti del Sistema Solare possono sorgere a est la sera?

**Soluzione.** I pianeti che possono sorgere a est la sera sono quelli la cui orbita è esterna all'orbita della Terra (Marte, Giove, Saturno, Urano e Nettuno). Mercurio e Venere, pianeti la cui orbita è interna rispetto all'orbita della Terra, sorgono a est solo la mattina.

## 3. Il peso di un astronauta



Un astronauta, il cui peso sulla Terra è di 686.7 N, si trova sulla superficie di un pianeta e lasciando cadere un oggetto misura che per percorrere 5.41 m impiega 1.01 secondi. La lunghezza dell'equatore del pianeta, supposto sferico, è pari a  $36.57 \cdot 10^3$  km. Calcolate la massa del pianeta e il peso dell'astronauta sul pianeta, trascurando gli effetti dovuti alla rotazione.

**Soluzione.** La caduta libera del corpo segue la legge del moto uniformemente accelerato:

$$s = \frac{1}{2} g t^2 \quad \text{da cui ricaviamo: } g = \frac{2 \cdot s}{t^2} = \frac{10.82}{1.02} = 10.6 \text{ m/s}^2$$

Il raggio del pianeta vale:  $R = 5.82 \cdot 10^6$  m

La massa del pianeta è data dalla relazione:  $M = g \frac{R^2}{G} = \frac{10.6 \cdot 3.39 \cdot 10^{13}}{6.67 \cdot 10^{-11}} = 5.39 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

La massa dell'astronauta sulla Terra è  $M = (687.7 / 9.81) = 70.0$  kg, il suo peso sul pianeta sarà quindi  $P = 742 \text{ N}$

## 4. A spasso con la Halley



Nel 1986 la cometa di Halley è passata al perielio a una distanza ( $D_p$ ) dal Sole pari a:  $D_p = 8.9 \cdot 10^{10}$  m. Tra le orbite di quali pianeti si trova il perielio della Halley? Sapendo che il periodo della cometa è  $T = 76$  anni, quale sarà la sua distanza dal Sole ( $D_A$ ) all'afelio? Tra le orbite di quali pianeti si trova l'afelio della Halley? Trascurate l'inclinazione dell'orbita sul piano dell'eclittica. Da quale parametro dipende la grande differenza tra  $D_A$  e  $D_p$ ? Calcolate il valore di questo parametro.

**Soluzione.** La **distanza al perielio**  $D_p = 8.9 \cdot 10^{10} \text{ m} = 89 \cdot 10^6 \text{ km}$  si trova tra le orbite di **Mercurio e Venere**. Il semiasse

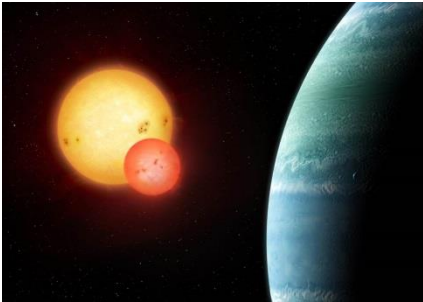
maggiore dell'orbita vale:  $a = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{6.67 \cdot 10^{-11} \cdot 1.99 \cdot 10^{30} \cdot 5.75 \cdot 10^{18}}{39.48}} = 2.68 \cdot 10^{12} \text{ m} = 2.68 \cdot 10^9 \text{ km}$

Lo stesso risultato si ottiene (con "a" in UA e "T" in anni) dalla relazione:  $a = \sqrt[3]{T^2} = 17.94 \text{ UA} = 2.68 \cdot 10^9 \text{ km}$

Poichè:  $D_A + D_p = 2a$ , otteniamo:  $D_A = 2a - D_p = 5.27 \cdot 10^{12} \text{ m} = 5.27 \cdot 10^9 \text{ km}$

**All'afelio** la cometa di Halley si trova oltre l'orbita di **Nettuno**, il più lontano dei pianeti del Sistema Solare. La differenza  $D_A - D_p$  aumenta all'aumentare dell'**eccentricità** dell'orbita. L'eccentricità può essere calcolata dalla relazione:  $D_A = a(1+e)$ , da cui ricaviamo:  $e = \frac{D_A}{a} - 1 = \frac{5.27 \cdot 10^9}{2.68 \cdot 10^9} - 1 = 0.966$

## 5. Due pianeti extrasolari



La stella Kepler-101 ha due pianeti, Kepler-101b (gassoso) e Kepler-101c (roccioso). Calcolare l'accelerazione di gravità alla superficie dei due pianeti, sapendo che Kepler-101b ha un raggio  $R_b = 0.52 \cdot R_{Giove}$  e una massa  $M_b = 51 \cdot M_{Terra}$  e che Kepler-101c ha un raggio  $R_c = 1.23 \cdot R_{Terra}$  e una massa  $M_c = 0.012 \cdot M_{Giove}$ . A quale altezza dalla superficie di Kepler-101c si avrà un'accelerazione di gravità pari a quella sulla superficie di Kepler-101b?

**Soluzione.** L'accelerazione di gravità è data dalla relazione:  $g = G \frac{M}{R^2}$  e per i due pianeti vale:

$$g_b = \frac{6.67 \cdot 10^{-11} \cdot 51 \cdot 5.97 \cdot 10^{24}}{(0.52 \cdot 71.5 \cdot 10^6)^2} = 14.7 \text{ m/s}^2 \qquad g_c = \frac{6.67 \cdot 10^{-11} \cdot 0.012 \cdot 1.90 \cdot 10^{27}}{(1.23 \cdot 6.38 \cdot 10^6)^2} = 24.7 \text{ m/s}^2$$

L'altezza (h) sulla superficie di Kepler-101c per cui si ha  $g_c = 14.7 \text{ m/s}^2$  si ottiene con la seguente relazione:

$$14.7 = G \frac{M_c}{(R_c+h)^2}; \quad \text{da cui:} \quad h = \sqrt{\frac{G M_c}{14.7}} - R_c = \sqrt{\frac{6.67 \cdot 10^{-11} \cdot 2.28 \cdot 10^{25}}{14.7}} - 7.85 \cdot 10^6 = 2320 \text{ km}$$



# Olimpiadi Italiane di Astronomia 2016

Gara Interregionale – 22 Febbraio 2016

## Alcuni dati di interesse

Tabella 1 – Sole

Raggio medio	695475 km	Età stimata	$4.57 \cdot 10^9$ anni
Massa	$1.99 \cdot 10^{30}$ kg	Classe spettrale	G2 V
Temperatura superficiale	5778 K	Posizione nel diagramma HR	Sequenza Principale
Magnitudine apparente dalla Terra	- 26.74	Distanza media dal centro galattico	$27 \cdot 10^3$ anni luce
Magnitudine assoluta	+ 4.83	Periodo di rivoluzione intorno al centro galattico	$2.5 \cdot 10^8$ anni

Tabella 2 – Sistema Solare

	Mercurio	Venere	Terra	Luna	Marte	Giove	Saturno	Urano	Nettuno
Raggio medio (km)	2440	6052	6378	1738	3397	71493	60267	25557	24766
Massa (kg)	$3.30 \cdot 10^{23}$	$4.87 \cdot 10^{24}$	$5.97 \cdot 10^{24}$	$7.35 \cdot 10^{22}$	$6.42 \cdot 10^{23}$	$1.90 \cdot 10^{27}$	$5.69 \cdot 10^{26}$	$8.68 \cdot 10^{25}$	$1.02 \cdot 10^{26}$
Semiassse maggiore dell'orbita (km)	$57.91 \cdot 10^6$	$108.2 \cdot 10^6$	$149.6 \cdot 10^6$	$384.4 \cdot 10^3$	$227.9 \cdot 10^6$	$778.4 \cdot 10^6$	$1.427 \cdot 10^9$	$2.871 \cdot 10^9$	$4.498 \cdot 10^9$
Periodo orbitale	87.969 <sup>g</sup>	224.70 <sup>g</sup>	365.26 <sup>g</sup>	27.322 <sup>g</sup>	686.97 <sup>g</sup>	11.863 <sup>a</sup>	29.447 <sup>a</sup>	84.017 <sup>a</sup>	164.79 <sup>a</sup>
Eccentricità dell'orbita	0.2056	0.0068	0.0167	0.0549	0.0934	0.0484	0.0542	0.0472	0.0086
Tipo	roccioso	roccioso	roccioso	roccioso	roccioso	gassoso	gassoso	gassoso	gassoso

Tabella 3 – Area della superficie per figure geometriche notevoli

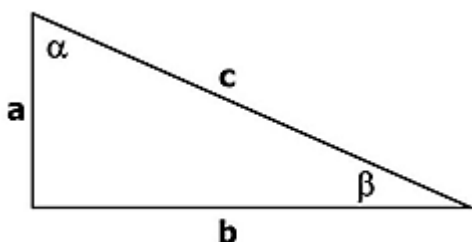
	Triangolo	Rettangolo	Quadrato	Cerchio	Ellisse	Sfera
Area	$b h / 2$	$L_1 L_2$	$L^2$	$\pi R^2$	$\pi a b$	$4 \pi R^2$

Tabella 4 – Costanti fisiche

Nome	Simbolo	Valore	Unità di misura
Costante di Stefan-Boltzmann	$\sigma$	$5.67 \cdot 10^{-8}$	$W m^{-2} K^{-4}$
Velocità della luce nel vuoto	$c$	299792	$km s^{-1}$
Costante di Gravitazione Universale	$G$	$6.67 \cdot 10^{-11}$	$m^3 kg^{-1} s^{-2}$
Accelerazione di gravità al livello del mare	$g$	9.81	$m s^{-2}$

Tabella 5 – Formule per i triangoli rettangoli

Teorema di Pitagora	$c^2 = a^2 + b^2$
Funzioni trigonometriche	$a = c \sin \beta$ $a = c \cos \alpha$ $a = b \tan \beta$



**Nota:** I valori numerici presenti nelle tabelle sono tutti in notazione scientifica

# Olimpiadi di Astronomia 2016

## Istruzioni dettagliate per lo svolgimento delle gare scritte

### Norme e raccomandazioni generali:

- 1) Il lavoro di ciascun partecipante deve essere eseguito in modo **indipendente** dal lavoro degli altri partecipanti. L'infrazione a questa regola comporta l'immediata squalifica del partecipante.
- 2) I valori numerici presenti nei testi e nella tabella delle costanti sono in notazione scientifica.
- 3) Non è necessario riportare sui fogli dei compiti la **formulazione** dei problemi; le soluzioni possono fare riferimento solo ai numeri ordinali dei problemi, che devono però essere indicati con la massima chiarezza nel testo. Le soluzioni devono essere separate l'una dall'altra da un intervallo libero di circa 5 cm.
- 4) Prestare la massima attenzione a eventuali **informazioni aggiuntive** fornite nel corso della gara. Eventuali domande ai componenti la Giuria nel corso della gara saranno rese note a tutti i partecipanti.
- 5) **"Brutta copia"**: se non avete più tempo per copiare in "bella copia" le soluzioni o parti di esse, scrivete accanto al numero del problema la frase "*vedi brutta copia*". Senza questi due riferimenti, il lavoro sulla brutta copia non sarà preso in considerazione. Se le soluzioni della brutta copia e della bella copia differiscono, varrà il testo della bella copia.
- 6) Se potete descrivete chiaramente il **modello fisico** considerato, citate le approssimazioni e i fattori ritenuti trascurabili. Dato che saranno valutate soluzioni puramente scritte, è opportuno che descrivate anche i passaggi e le vostre considerazioni, anche se possono sembrare ovvie.
- 7) Una risposta del tipo "sì", "no" non costituisce da sola una valida soluzione, a meno che non sia accompagnata da un'**argomentazione** o dalla descrizione dei criteri che l'hanno determinata.
- 8) Prestare la giusta **attenzione** a ciò che viene richiesto nella formulazione del problema. Ad esempio se viene chiesto il raggio di una stella, dare il diametro non costituisce una soluzione del tutto corretta.
- 9) Si possono portar via i fogli con i testi dei problemi alla fine della gara.

### Che cos'è vietato:

- **È VIETATO** indicare sulla bella copia o sulla brutta copia nome, cognome o altri **dati individuali**. I dati devono essere indicati **unicamente** nel foglio presente all'interno della busta bianca, in modo da rendere il vostro lavoro anonimo nei confronti della giuria. L'infrazione a questa regola comporta la squalifica.
- **È VIETATO parlare** con altri partecipanti; detenere e adoperare nel corso delle gare qualsiasi tipo di **libro, tabella, catalogo, computer, tablet o telefono portatile**.
- **È VIETATO** usare calcolatrici e fogli di carta **differenti** da quelle fornite dalla giuria.
- **È VIETATO** scrivere oltre il **tempo scaduto, disturbare** con rumori fastidiosi e superflui.
- **È VIETATO** consegnare il compito e lasciare l'aula prima di **un'ora** dall'inizio della gara.
- **È VIETATO lasciare l'aula** della gara in più di una persona alla volta.

### Che cos'è permesso:

- **SI POSSONO** scrivere le soluzioni in **ordine arbitrario**.

### Che cos'è consigliato:

- **SI CONSIGLIA** di **usare simboli** per i passaggi matematici intermedi e sostituirli con valori numerici solo nel calcolo finale (ciò rende minima la possibilità di errori).
- **SI CONSIGLIA** di definire chiaramente i **simboli** delle varie quantità in gioco (esempio: sia "E" l'energia totale del corpo celeste...).

**Buon lavoro !**

