

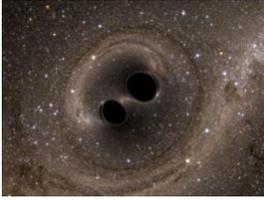


# OLIMPIADI ITALIANE DI ASTRONOMIA 2016

Finale Nazionale - 20 Aprile

## Categoria Senior Prova Teorica

### 1. Le onde gravitazionali.



Il 2015 è stato un anno mirabile per la relatività generale. Il team internazionale LIGO/VIRGO ha infatti rivelato le onde gravitazionali prodotte da due buchi neri che si sono fusi circa 1.2 miliardi di anni fa. La scoperta, oltre a rappresentare una conferma fondamentale della teoria della relatività generale, ha permesso di calcolare che i due buchi neri che si sono fusi avevano masse di 29 e 36 volte la massa del Sole. Il buco nero che hanno formato ha invece 62 volte la massa del Sole. Calcolare:

1. la quantità totale di energia emessa utilizzando la relazione di Einstein  $E = \Delta m c^2$
2. il raggio massimo del buco nero risultante dalla fusione.

### 2. La gigante e la... lampadina.



Una gigante rossa si trova a una distanza  $d = 32.6$  anni luce dal Sole, la temperatura della sua fotosfera è  $T = 2500$  K e il suo raggio è pari a 100 volte quello del Sole.

1. Calcolare la luminosità totale della stella e la sua luminosità nella banda del visibile ( $4000 \text{ \AA} < \lambda < 7000 \text{ \AA}$ ), sapendo che in tale banda irradia il 3.3% della sua energia totale.
2. Confrontare la luminosità della stella con quella di una lampadina da 100 W che irradia nel visibile il 5% della sua energia totale.
3. A quale distanza dovremmo porre la lampadina affinché ci appaia nel visibile luminosa come la stella?

### 3. Tre stelle da fotografare.



La sera del 20 Aprile 2016 a Milano è possibile osservare tre stelle di uguale magnitudine apparente le cui coordinate sono:

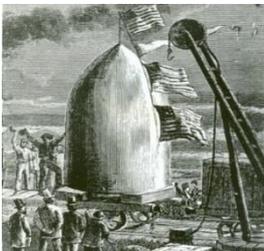
Star 1 ( $\alpha_{2016} = 6^h 30^m$ ,  $\delta_{2016} = +35^\circ 20'$ );

Star 2 ( $\alpha_{2016} = 6^h 30^m$ ,  $\delta_{2016} = +34^\circ 40'$ );

Star 3 ( $\alpha_{2016} = 6^h 24^m$ ,  $\delta_{2016} = +35^\circ 20'$ ).

Le stelle vengono osservate con un telescopio di apertura  $D = 200$  mm e rapporto focale  $f/10$ , sul cui piano focale è posta una camera fotografica il cui CCD ha dimensioni  $4096 \times 4096$  pixels con ciascun pixel di forma quadrata e lato  $l_{\text{pix}} = 6.4 \mu\text{m}$ . È possibile ottenere un'immagine in cui compaiono insieme Star 1 e Star 2? È possibile ottenere un'immagine in cui compaiono insieme Star 1 e Star 3?

### 4. Il fantastico progetto del "Gun Club".



Nel romanzo "Dalla Terra alla Luna" i soci del "Gun Club" costruiscono un cannone per sparare un proiettile dalla superficie della Terra a quella della Luna. Calcolate la velocità minima con cui deve essere sparato un proiettile, che è privo di ulteriore propulsione, per fargli raggiungere la Luna. Considerare il problema come unidimensionale, trascurando le velocità di rotazione e rivoluzione della Terra e della Luna, la resistenza dell'aria e le eccentricità delle orbite.

### 5. La magnitudine di due galassie.



Una galassia a spirale dista dal Sole  $D = 11.46 \cdot 10^6$  anni luce e ha magnitudine apparente superficiale media  $m_{\text{sup}} = 21.6 \text{ mag/arcsec}^2$ . Sappiamo che il suo diametro è di  $10^5$  anni luce e che la direzione di osservazione forma un angolo di  $90^\circ$  con il suo piano galattico. Una seconda galassia ha le stesse caratteristiche della prima e si trova alla stessa distanza, ma il suo piano galattico forma con la direzione di osservazione un angolo di  $35^\circ$ . Calcolare la magnitudine apparente integrata delle due galassie e dire se, nelle migliori condizioni osservative, è possibile osservarle a occhio nudo. Lo spessore del piano galattico delle due galassie può essere trascurato nei calcoli.



# Olimpiadi Italiane di Astronomia 2016

Finale Nazionale – 20 Aprile 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	27000 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

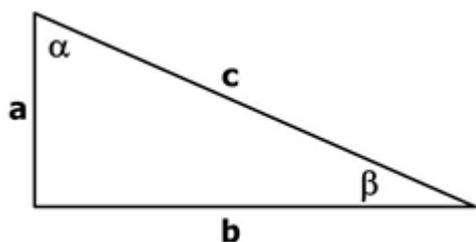
	Triangolo	Rettangolo	Quadrato	Cerchio	Ellisse	Sfera
Area	$b h / 2$	$L_1 L_2$	$L^2$	$\pi R^2$	$\pi a b$	$4 \pi R^2$

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 – Finale Nazionale**  
**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 ben separate l'una dall'altra (intervallo 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 i 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).

**Buon lavoro !**