

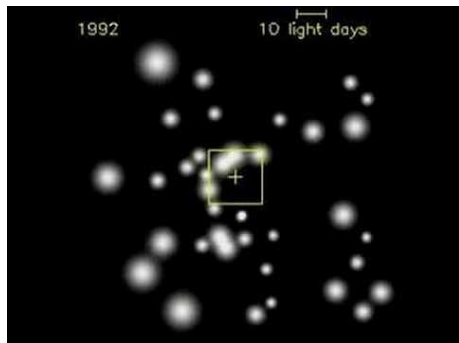


XIX OLIMPIADI ITALIANE DI ASTRONOMIA

Finale Nazionale – 3 luglio 2021

Prova Teorica - Categoria Junior 2

1. Come ti peso il buco nero



Nel 2020 A. Ghez e R. Genzel hanno vinto il premio Nobel per la fisica per avere dimostrato l'esistenza di un buco nero supermassiccio al centro della Via Lattea. Il seguente problema ripropone, in maniera molto semplificata, il metodo da loro utilizzato.

A. Ghez e R. Genzel hanno osservato una stella in orbita circolare intorno al centro della nostra galassia. Lo spostamento Doppler delle linee spettrali mostra che il modulo della velocità orbitale (corretta per l'inclinazione dell'orbita rispetto alla linea di vista) è costante e vale $v = 1783 \text{ km/s}$. L'orbita viene completata in $T = 20.2$ anni. Ricavate la massa del buco nero del centro galattico in masse solari.

2. Il navigatore incauto

Un velista armato solo di una bussola e di un sestante, in grado di misurare l'altezza degli astri con una precisione di $1'$, decide di effettuare una traversata notturna. Salpa in serata da una località di latitudine nota con l'intento di approdare prima dell'alba su un isolotto posto alla stessa latitudine della località di partenza, assicurandosi di navigare a latitudine costante grazie al controllo continuo dell'altezza sull'orizzonte della stella polare ($\alpha = 02^{\text{h}} 31^{\text{m}} 48^{\text{s}}$, $\delta = +89^{\circ} 15' 51''$). Il velista suppone incautamente che la stella polare coincida con il polo nord celeste: a quale distanza massima dal punto previsto di approdo rischia di arrivare? Considerate solo lo spostamento in latitudine.



3. L'orbita di Gagarin



Il 12 aprile 1961 Jurij Gagarin completa la prima storica orbita attorno alla Terra. Partito dalla base di Bajkonur ($\varphi = +45^{\circ} 58'$, $\lambda = 63^{\circ} 20' \text{ E}$) a bordo della Vostok 1, atterra nei pressi della città di Éngel's dopo un volo di durata totale pari a 108 minuti. Tuttavia, approssimando la salita e la discesa a traiettorie perpendicolari alla superficie terrestre, la Vostok 1 impiega solo 67 minuti per percorrere l'orbita completa. Assumete che le località di arrivo e partenza si trovino alla stessa latitudine e stimate:

- 1) la distanza, misurata lungo il parallelo che li unisce, tra Bajkonur ed Éngel's;
- 2) la longitudine di Éngel's.

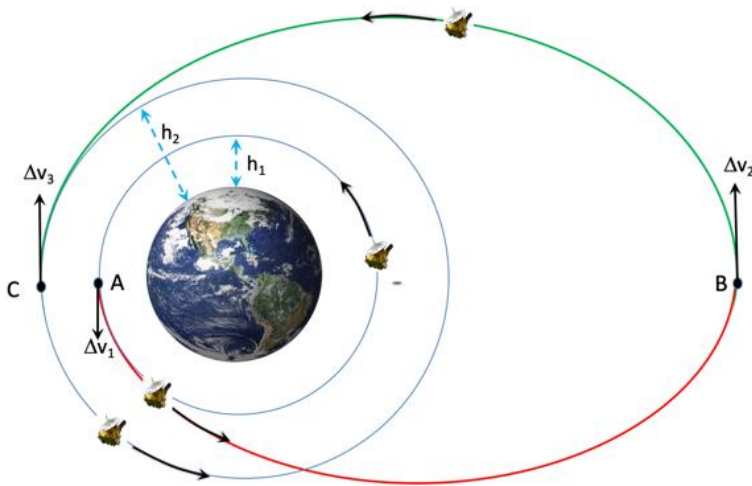
4. L'ombra dello gnomone

Un osservatore posto nell'emisfero nord nota che il Sole culmina a sud dello zenit e che la lunghezza minima dell'ombra di un'asta verticale che sporge esattamente 1 metro dal terreno è pari a 1.68 metri. Nello stesso giorno la lunghezza massima dell'ombra prodotta dalla stessa asta è 5.79 metri. Assumete il Sole come una sorgente puntiforme e calcolate:

1. la declinazione del Sole in quel giorno;
2. la latitudine dell'osservatore.



5. Scuola guida spaziale



La figura a sinistra (non in scala) descrive una manovra di trasferimento orbitale detta “alla Sternfeld”, che permette a un satellite di trasferirsi da una orbita circolare a un'altra di raggio maggiore, utilizzando due mezze orbite ellittiche. Nel caso in esame il satellite parte da una quota $h_1 = 400$ km dalla superficie terrestre effettuando dapprima nel punto A un aumento di velocità $\Delta v_1 = 500$ m/s che lo immette su un'orbita ellittica. Dopo mezza orbita ellittica, giunto al punto B, il satellite viene ulteriormente accelerato di $\Delta v_2 = 200$ m/s, per poi arrivare al punto C, a una distanza h_2 dalla superficie della Terra, dove viene frenato di Δv_3 per stabilizzarsi sulla nuova orbita circolare.

Determinate:

1. semiasse maggiore ed eccentricità della prima semi-orbita ellittica;
2. semiasse maggiore ed eccentricità della seconda semi-orbita ellittica;
3. quali sono la quota h_3 dell'orbita circolare finale e il Δv_3 necessario a stabilizzare il satellite sulla nuova orbita;
4. il tempo totale necessario per completare la manovra da A a C.