



# XXIV International Astronomy Olympiad

Piatra Neamt (Romania), 19-27 ottobre 2019

Prova Pratica - Gruppo  $\beta$  – 24 ottobre

## Problema $\alpha$ -6 – L'Asteroido 2110GD37

Vi sono stati forniti: forbici, filo, compasso, goniometro e righello.

Se l'attuale traiettoria dell'asteroide 2110GD37 rimane la stessa, nel dicembre 2019 l'asteroide minaccerà seriamente la Terra. In caso di pericolo gli specialisti stanno considerando l'idea di lanciare un proiettile da un satellite artificiale della Terra, con lo scopo di distruggere l'asteroide oppure di deviarlo dalla sua attuale traiettoria, in modo che comunque non colpisca la Terra.

L'orbita del proiettile "P" è disegnata in scala nella Figura 6.1. Il punto "E" è sia la Terra, che il punto focale " $F_1$ " dell'orbita del proiettile. Le posizioni "S" e "A" del proiettile corrispondono rispettivamente al momento ( $t_0$ ) del lancio dal satellite e al momento ( $t$ ) in cui viene intercettato l'asteroide.

È noto che  $r = 30010.88$  km e  $\Delta\theta = 46^\circ$  (vedere Figura 6.2).

Con misure sulle figure e calcoli:

- 6.1. Trovate gli elementi dell'orbita ellittica di trasferimento del proiettile: semiasse maggiore " $a$ "; semiasse minore " $b$ "; eccentricità " $e$ "; distanza al Perigeo " $r_{\min}$ " e distanza all'apogeo " $r_{\max}$ ".
- 6.2. Trovate il periodo orbitale " $T$ " del proiettile attorno alla Terra, nel caso in cui il proiettile non riuscisse a intercettare l'asteroide.
- 6.3. Trovate la durata  $\Delta t = t - t_0$  del moto del proiettile dal punto S al punto A.
- 6.4. Trovate gli elementi del vettore velocità del proiettile (direzione e modulo) rispetto alla Terra al momento del rilascio dal satellite circumterrestre,  $\vec{v}_{\text{ellisse}} = \vec{v}_0$ , in modo che il percorso del proiettile dal punto S al punto A sia l'ellisse richiesta.
- 6.5. Trovate la velocità  $\vec{v}$  (direzione e modulo) del proiettile al momento della sua collisione con l'asteroide nel punto A.
- 6.6. È noto che il secondo punto focale " $F_2$ " dell'ellisse si trova sul segmento "SA". Da misure fatte sulla Figura 6.2 (non usare la Figura 6.1 per questa parte del problema), trovate e disegnate la sua posizione. Giustificate usando solo relazioni matematiche (quindi non parole) la posizione del punto focale " $F_2$ ".

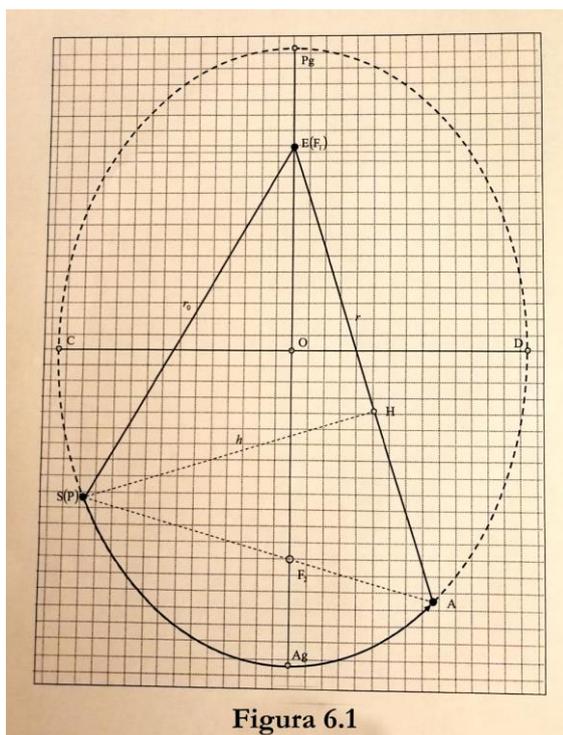


Figura 6.1

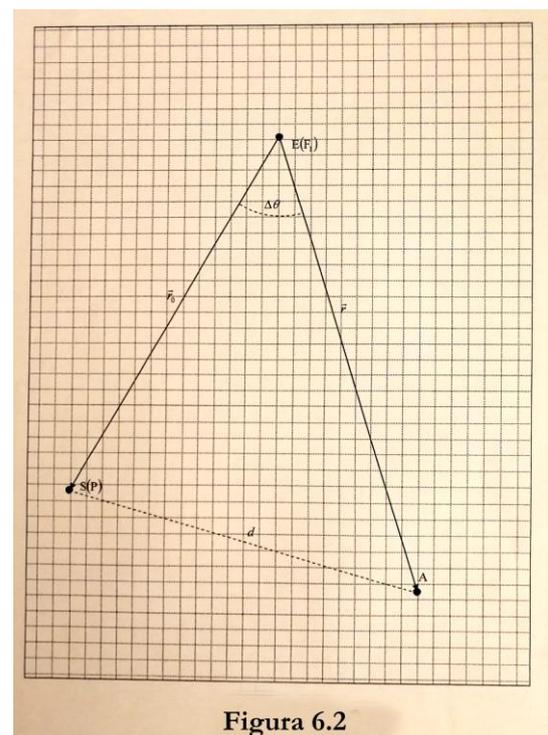


Figura 6.2

### **Problema $\beta$ -7 (= problema $\alpha$ -7) – Analemma**

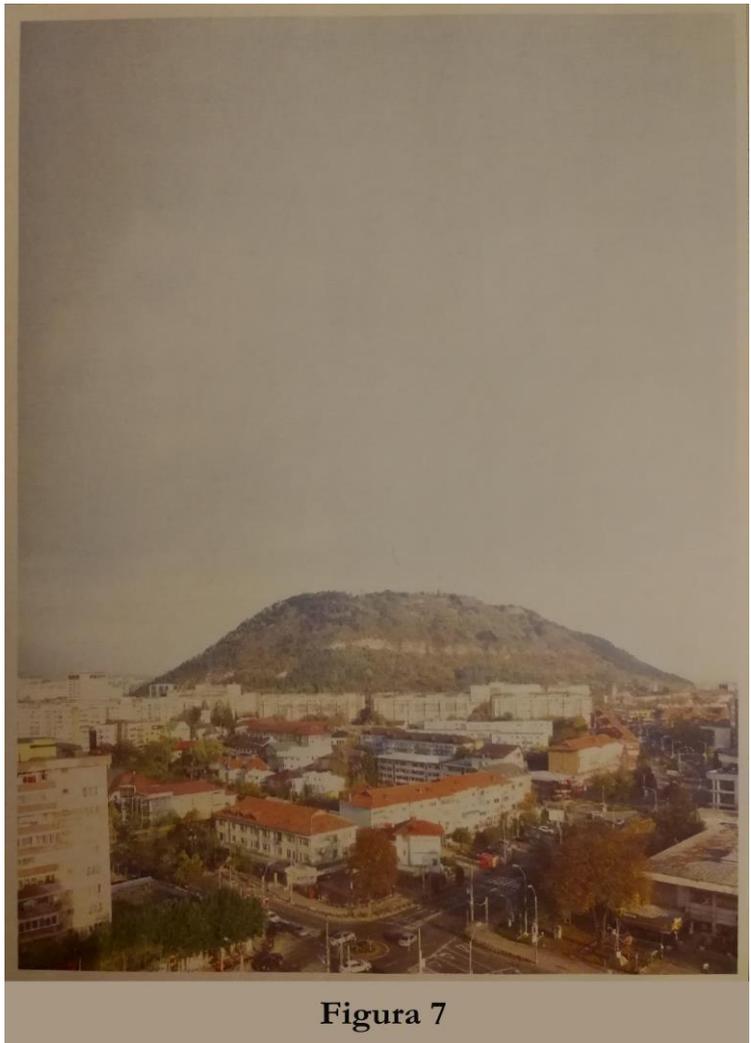
L'analemma è una figura che si ottiene segnando le posizioni nel cielo di un corpo celeste in giorni diversi dell'anno, ma sempre alla stessa ora (misurata con un normale orologio).

Nel caso si osservi il Sole, l'analemma ha la forma di un "otto" irregolare. Questo è dovuto all'effetto dell'equazione del tempo e alla variazione della declinazione del Sole durante l'anno.

Nella figura a destra (Figura 7) è mostrata una foto scattata ieri sera dall'ultimo piano del vostro albergo a Piatra Neamt, esattamente in direzione Est. L'area coperta dalla foto è di  $60^\circ \times 86^\circ$ .

Dovrete disegnare l'analemma del Sole sulla Figura 7, posizionandolo in modo opportuno nell'area della foto. Per semplicità considerate piatta questa parte del cielo, cioè che tutte le linee orizzontali della sfera celeste siano parallele all'asse "X" e che tutte le linee dirette verso lo zenith siano parallele all'asse "Y".

Tenete conto che i segni nei valori dell'equazione del tempo nelle effemeridi della Tabella 7 sono dati secondo la definizione "Europea" (vedere il grafico dell'Equazione del Tempo nella tabella).



**Figura 7**

- 7.1. Calcolate la posizione del Sole alle  $6^{\text{H}00^{\text{M}}}$  di tempo solare medio locale per un osservatore che si trova a Piatra Neamt, alle date per le quali sono forniti i dati nella Tabella 7. Riportate i calcoli nel vostro quaderno delle risposte e scrivete i risultati in forma di tabella.
- 7.2. Sulla Figura 7 disegnate la linea dell'equatore celeste, indicandola con la scritta "equ".
- 7.3. Per quei casi in cui la posizione calcolata del Sole ricade all'interno dell'immagine di Figura 7 (indipendentemente dal fatto che il Sole sia nel cielo, sotto l'orizzonte o dietro la montagna), disegnate l'immagine del Sole in tutte le posizioni calcolate. Scrivete le date corrispondenti vicino a ogni immagine.
- 7.4. Calcolate a quale tempo locale (riguardo il tempo locale, il passaggio all'ora invernale non va tenuto in considerazione) dovremmo fare le foto per ottenere quell'analemma.
- 7.5. Aggiungete nell'analemma la posizione odierna del Sole.
- 7.6. Disegnate nell'analemma la posizione odierna dell'eclittica al tempo corrispondente alla posizione odierna del Sole. Indicatela con la scritta "ecl".



XXIV Международная астрономическая олимпиада  
XXIV International Astronomy Olympiad

Румыния, Пятра-Нямц 19-27. X. 2019 Piatra Neamt, Romania

ЯЗЫК	<b>Русский</b>
language	
ЯЗЫК	<b>English</b>
language	

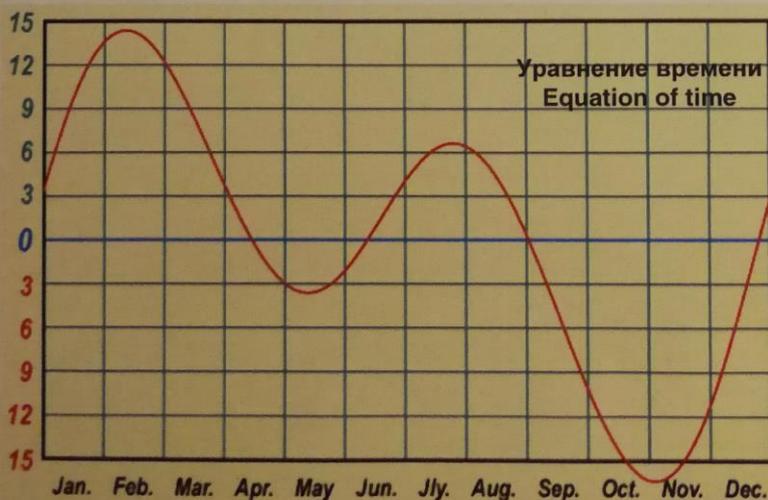
Практический тур  
Таблица 7

Practical round  
Table 7

Геоцентрические эфемериды Солнца : 2019  
00:00 UTC (Всемирное координированное время)

Geocentric Ephemeris for the Sun : 2019  
00:00 UTC (Coordinated Universal Time)

Дата (0 UT)	ЮД (2450000+)	Тек. ГЗВ (0 UT) ч м с	Уравнение времени м с	Прямое восхождение ч м с	Склонение ° ' "	Расстояние a.e.	Угл. диам. "
Date (0 UT)	JD (2450000+)	App. GST (0 UT) h m s	Equation of Time m s	Apparent R.A. h m s	Apparent Declination ° ' "	Distance a.u.	Ang. Diam. "
Jan 07	8490.5	07:05:06.0	+05:56.7	19 11 01.84	-22 25 54.3	0.983329	1951.8
Jan 22	8505.5	08:04:14.4	+11:22.0	20 15 35.51	-19 47 18.7	0.984073	1950.3
Feb 07	8521.5	09:07:19.3	+14:04.6	21 21 23.01	-15 27 46.1	0.986183	1946.2
Feb 22	8536.5	10:06:27.6	+13:34.1	22 20 00.79	-10 22 47.3	0.989022	1940.6
Mar 07	8549.5	10:57:42.8	+11:12.3	23 08 54.26	-05 28 29.5	0.992186	1934.4
Mar 22	8564.5	11:56:51.1	+07:06.9	00 03 57.08	+00 25 42.2	0.996178	1926.6
Apr 07	8580.5	12:59:56.0	+02:21.9	01 02 16.87	+06 38 12.2	1.000811	1917.7
Apr 22	8595.5	13:59:04.4	-01:19.6	01 57 43.67	+12 01 29.8	1.004979	1909.8
May 07	8610.5	14:58:12.7	-03:22.9	02 54 48.77	+16 40 22.7	1.008912	1902.3
May 22	8625.5	15:57:21.0	-03:22.8	03 53 57.15	+20 16 55.5	1.012148	1896.2
Jun 07	8641.5	17:00:25.9	-01:15.3	04 59 09.55	+22 41 57.5	1.014824	1891.2
Jun 22	8656.5	17:59:34.2	+01:50.9	06 01 24.18	+23 26 06.9	1.016266	1888.5
Jul 07	8671.5	18:58:42.6	+04:49.7	07 03 31.28	+22 37 59.4	1.016741	1887.7
Jul 22	8686.5	19:57:50.9	+06:26.3	08 04 16.28	+20 22 11.6	1.016076	1888.9
Aug 07	8702.5	21:00:55.8	+05:52.7	09 06 47.59	+16 33 26.5	1.014288	1892.2
Aug 22	8717.5	22:00:04.1	+03:04.5	10 03 07.62	+11 56 50.5	1.011617	1897.2
Sep 07	8733.5	23:03:09.0	-01:43.5	11 01 24.55	+06 15 20.4	1.007953	1904.1
Sep 22	8748.5	00:02:17.3	-07:02.1	11 55 14.26	+00 30 57.3	1.003962	1911.7
Oct 07	8763.5	01:01:25.7	-11:57.9	12 49 26.75	-05 18 07.4	0.999679	1919.9
Oct 22	8778.5	02:00:34.0	-15:26.3	13 45 06.57	-10 51 49.5	0.995418	1928.1
Nov 07	8794.5	03:03:38.9	-16:22.8	14 47 14.98	-16 07 11.2	0.991167	1936.4
Nov 22	8809.5	04:02:47.2	-14:06.9	15 48 39.21	-20 00 46.1	0.987822	1942.9
Dec 07	8824.5	05:01:55.5	-08:54.2	16 53 00.21	-22 32 36.3	0.985237	1948.0
Dec 22	8839.5	06:01:03.9	-01:50.8	17 59 12.00	-23 26 09.2	0.983717	1951.0



Coordinates	Piatra Neamt
Координаты	Пятра-Нямц
$\lambda$ ( E / в.д. )	+26° 22'
$\phi$ ( N / с.ш. )	+46° 56'
Timezone Часовой пояс	UT+03

$$G = 6.674 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$$

$$M_E = 5.974 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$