

4 септември 2018г.

1. На коя страна на Луната нощта е по-тъмна?

Оценете колко пъти.

Задача 3. Вероятно сте наблюдавали как около новолуние освен тънкия светец сърп на Луната, се вижда и слабо сияние на "тъмната", неосветената от Слънцето страна на Луната, която е обърната към Земята (пепелна светлина).

* Оценете колко пъти видимият блясък на Луната в пълнолуние е по-силен от пепелната светлина на Луната в новолуние.

* Звездната величина на Луната в пълнолуние е $-12^m.7$. Каква е звездната величина на Луната в новолуние?

①. Днес се навършват 46 години от началото на "космическата ера". На 4 октомври 1957 г. историята се променя, когато нашата цивилизация успешно изстрелва "Спутник I". Първият изкуствен спътник на Земята е имал размерите на баскетболна топка - сферата е диаметър 580 mm и била с маса 83,6 kg и е била направена от алуминиева етав с дебелина 2 mm, полирана с висока точност. Руската група "Спутник" означава спътник. "Спутник I" е имал елиптична орбита (веднага след руската в орбита - 227 km над повърхността на Земята в перигей и 945 km в апогей). Спутникът е останал в орбита до 4 януари 1958 г.

Оценете (с количествена обосновка) възможно ли е било да се наблюдава първият изкуствен спътник ~~на~~

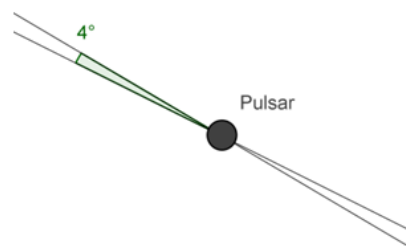
2. The "Iridium" satellites give brilliant flares due to reflection of sunlight from their highly polished main mission antennas which are highly reflective plates, each of size 188×86 cm. A satellite was overhead at the time of the flare and the apparent magnitude of the flare was -8^m at the centre.

a) Draw a ray diagram and make a rough estimate of the area on ground covered by the beams from any one of the antennas.

b) Find the height of the satellite above the surface of the earth.

8. A pulsar located 1000 pc far from Earth, 10 000 times more luminous than our Sun, emits radiation only from its two opposite poles, creating an homogeneous emission beam shaped as double cone with opening angle $\alpha = 4^\circ$.

Assuming the angle between the rotation axis and the emission axis is 30° , and assuming a random orientation of the pulsar beams in relation to an observer on Earth, what is the probability of detecting the pulses? In case we can see it, what is the apparent bolometric magnitude of the pulsar?



4 септември 2018г.

1. An astronomer on Earth observes a globular cluster, which has an angular diameter α and contains N stars, each one with the same absolute magnitude M_0 , and is at a distance D from the Earth. A biologist is in the center of that cluster.
 - 1.1. What is the difference between the combined visual magnitudes of all stars observed by the astronomer and the biologist. Consider that the spatial distribution of stars in the cluster is perfectly homogeneous and the biologist is measuring the combined magnitude of the entire cluster.
 - 1.2. What is the diameter of the astronomer's telescope, considering he wants to visualize the cluster with the same brightness that the biologist sees?
 - 1.3. What would be the difference between the visual magnitudes observed by the two scientists, if the diameter of the field of view of the biologist is also α .
9. Interstellar distances are large compared to the sizes of stars. Thus, stellar clusters and galaxies which do not contain diffuse matter essentially do not obscure objects behind them. Estimate what proportion of the sky is obscured by stars when we look in the direction of a galaxy of surface brightness $\mu = 18.0 \text{ mag arcsec}^{-2}$. Assume that the galaxy consists of stars similar to the Sun.

3 задача. Да предположим, че всички звезди имат еднаква светимост. Определете отношението k на броя на звездите със звездна величина по-малка или равна на $m + 1$, към броя на звездите със звездна величина по-малка или равна на m , които бихме виждали по цялото небе. Разгледайте следните случаи:

- Звездите са равномерно разпределени в пространството.
- Звездите са равномерно разпределени в плосък слой. Наблюдателят се намира също в слоя.

Таблицата съдържа данни за общия брой звезди със звездна величина по-малка или равна на дадена звездна величина, които действително се виждат на небето.

Разгледайте я внимателно и дайте обяснение за разпределението на звездите до различни звездни величини.

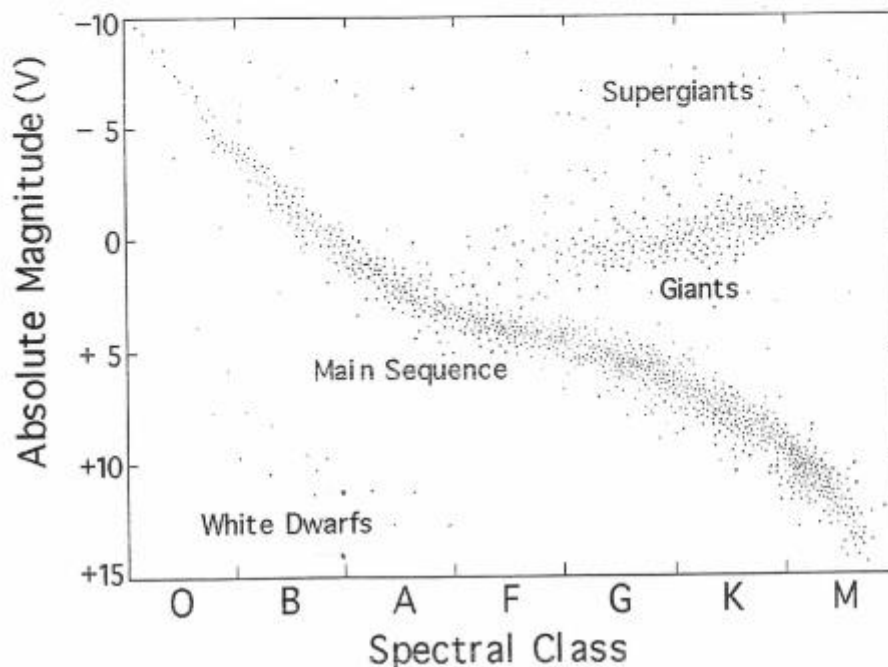
Звездна величина	Общ брой	Звездна величина	Общ брой	Звездна величина	Общ брой
0	3	5	1466	10	380200
1	11	6	4732	11	1026000
2	39	7	15000	12	2588000
3	133	8	46240	13	5894000
4	446	9	139300	14	13120000

2. Observation of a star. A star is observed from the Earth. It is found that its magnitude is $m_1 = 2^m.74$ when observed at Zenith and $m_2 = 2^m.85$ when observed at 45° above the horizon. What would the apparent magnitude m_0 of the star be if observed from above the atmosphere (from a satellite, for example)?

1. **Sirius.** It is known that the so called "Dog Star" (Sirius) is the brightest star in the Chinese sky. And in what else districts on the Earth Sirius is also the brightest star in the real sky of this district? What are numerical characteristics of the borders of these districts? Note: you should take into account only stars in their historical-classical meaning, i.e. Sun, planets, etc. should not be taken into account.

6. **Monitoring of a star.** There was a monitoring of a bright star in Mumbai over a whole night. It has been done with a 14" telescope in three wavelength bands (B, V and R bands). Assume that the observed wavelengths can be approximated by effective wavelengths of 450 nm, 550 nm and 700 nm for the observed star. As the night progresses, the star is seen at different zenith angles and hence the starlight passes through different thickness of the Earth's atmosphere. Consequently, the extinction due to the Earth's atmosphere changes; it is minimum when the star is closest to the zenith and maximum when the star is rising or setting. Sample data are given in the table. The air-mass in the second column gives effective air-mass of the atmosphere normalized with the air mass at zero zenith angle taken as one. Magnitudes are correct to 0.05^m.
- 6.1. Plot the appropriate graph and find the apparent magnitude of the star in the three wavelengths, in the absence of Earth's atmosphere.
- 6.2. The Hipparcos satellite gave a parallax of 0.0076 arcseconds for this star. Mark the location of the star in the H-R Diagram given separately.
- 6.3. The colour index can be calibrated in terms of the stellar temperature. An empirical fit (for the region of H-R diagram to which this star belongs) is given by:
 $B-V = -3.68 \log(T) + 14.55$ (where T is the absolute temperature).
 Estimate the temperature of the star.
- 6.4. If the particular star was in the constellation Orion, which is the most likely candidate out of the four brightest stars in the constellation? Write the Latin name of the star (you have to write in roman script, spelling mistakes will be tolerated as long as the name of the star is understandable).

Zenith Angle (deg)	Air-mass	B magnitude	V magnitude	R magnitude
Зенитное расстояние (°)	Воздушная масса	Зв. величина B	Зв. величина V	Зв. величина R
15	1.035	2.80	0.85	-1.00
30	1.154	2.85	0.85	-1.00
45	1.412	3.00	0.95	-0.90
60	1.991	3.20	1.10	-0.85
69	2.762	3.50	1.30	-0.75
75	3.785	3.90	1.55	-0.55
81	6.053	4.90	2.15	-0.25



8. **Clusters.** Using the moving cluster method, the Hyades cluster is known to be 45 pc away. This open cluster is important as a standard candle, because we can use it to determine the distances of other clusters. However, the interstellar medium absorbs light making a star appear fainter and redder, which is called the interstellar extinction A_V and reddening $E_{(B-V)}$, both measured in stellar magnitudes. The true distance modulus can be computed using the relation

$$m - M = 5 \log d - 5 + A_V.$$

The empirical relation between A_V and $E_{(B-V)}$ is

$$A_V = 3 \cdot E_{(B-V)}.$$

In Tables I and II, you are provided with photometric data of the stars of the two open clusters, Hyades and NGC 2682.

8.1. Make the colour-magnitude diagrams of the Hyades cluster and NGC 2682 using the provided scaled marked graph paper (A). In the diagrams, draw the main sequence line of each cluster.

8.2. Plot the colour-colour diagrams of the Hyades cluster and NGC 2682 using the provided scaled marked graph paper (B).

8.3. Assuming that the interstellar reddening of Hyades cluster is negligible, derive the interstellar reddening, $E_{(B-V)}$ of NGC 2682.

8.4. Determine the distance to NGC 2682.

8.5. Find the absolute magnitude and colour index (B-V) of the main sequence turn-off star in each cluster, approximately.

8.6. Which cluster is older? (Write in English «Hyades» or «NGC 2682».)

Table 1. Hyades data

m_V	(B-V)	(U-B)	m_V	(B-V)	(U-B)
7.78	+0.62	+0.16	6.62	+0.42	-0.01
7.14	+0.51	+0.05	5.65	+0.28	+0.08
8.46	+0.72	+0.31	3.61	+0.99	+0.84
7.47	+0.57	+0.08	4.80	+0.16	+0.12
4.22	+0.14	+0.12	3.85	+0.96	+0.74
6.02	+0.34	+0.04	4.27	+0.12	+0.11
5.13	+0.21	+0.12	9.05	+0.84	+0.53
9.99	+1.06	+0.95	8.06	+0.64	+0.17

Table 2. NGC 2682 data

m_V	(B-V)	U-B	m_V	(B-V)	(U-B)
12.80	+0.79	+0.27	13.66	+0.55	+0.03
12.67	+0.68	+0.19	12.55	+0.41	+0.03
12.93	+0.93	+0.59	14.00	+0.61	+0.11
15.64	+0.89	+0.53	16.38	+1.00	+0.70
15.19	+0.80	+0.30	14.96	+0.76	+0.28
17.33	+1.19	+0.97	14.23	+0.64	+0.12
12.16	+1.02	+0.81	13.14	+0.45	+0.01
12.22	+0.42	+0.03	13.25	+0.52	+0.01

4 септември 2018г.

Практическа задача. Двойната звезда SDSS J013851.54-001621.6.

Затъмнително двойната звезда SDSS J013851.54-001621.6 се състои от червено джудже, което представлява звезда в стабилен стадий на еволюция, и бяло джудже – остатък от звезда, достигнала края на своя живот.

- На Фиг.1 виждате графика на изменението налъчевите скорости на двете звезди. Тя показва, че орбитите на звездите около центъра на масите им са близки до кръгови. Като използвате графиката, определете орбиталния период на системата, радиусите на орбитите на двете звезди около центъра на масите, отношението на масите на двете звезди и масата на всяка от звездите, изразена в слънчеви маси. Приемете, че орбитите на двете звезди са кръгови, като усредните необходимите величини, измерени по графиката.

На Фиг.2 е представена крива на изменение на блясъка на двойната система. Считайте, че зрителният лъч от земния наблюдател лежи в орбиталната равнина на двете звезди. Поради приливното въздействие на бялото джудже, червеното джудже е с издължена елипсоидална форма (подобна на пъпеш). При орбиталното движение на системата то обръща към земния наблюдател различни свои страни и на това се дължат вълнообразните участъци извън главните минимума по кривата на блясъка.

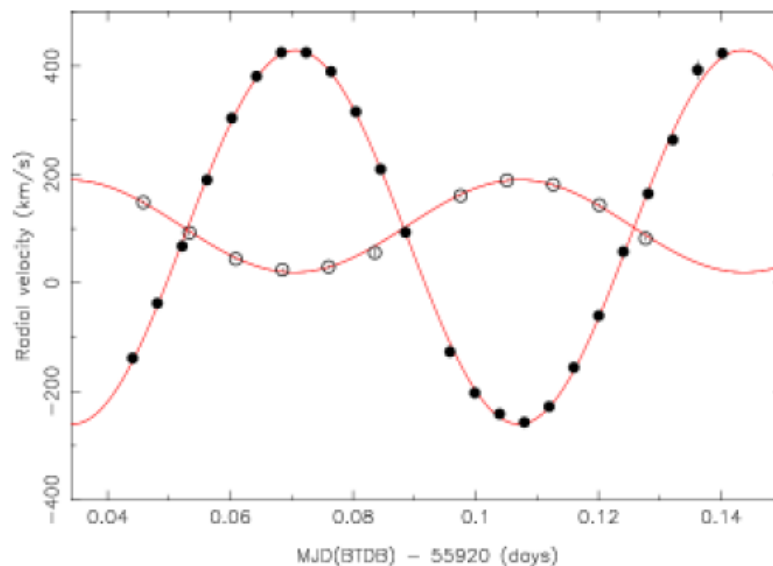
- Нарисувайте схематично как са разположени двете компоненти за земния наблюдател в моментите, съответстващи на точките А, В, С и D от кривата на блясъка.

- Оценете отношението на голямата към малката полуос на елипсоидалното червено джудже. Лицето на елипса с голяма и малка полуоси a и b е $S = \pi ab$.

- Тази звездна система е много стара. Възрастта ѝ се оценява на 9.5 милиарда години. Оценете до каква температура е изстинало бялото джудже.

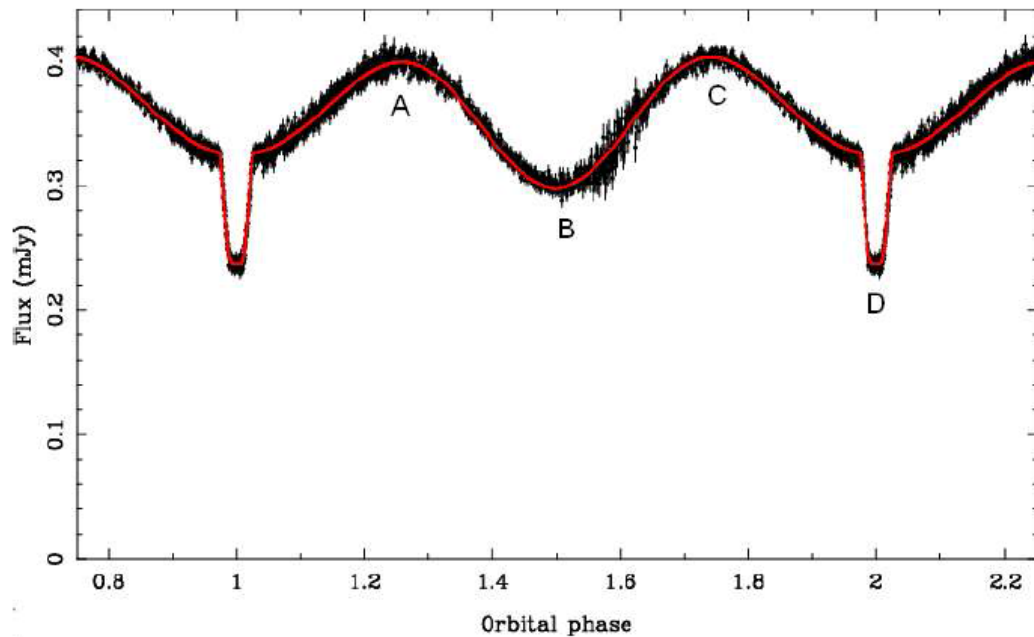
Температурата на червеното джудже е 2900 К. Радиусите на бялото и червеното джудже са съответно 0.0131 и 0.165 части от слънчевия радиус. (За елипсоидалното по форма червено джудже това може да се приеме като среден радиус). Имайте предвид, че по вертикалната скала на кривата на блясъка са нанесени единици осветеност (а не звездна величина).

Масата на Слънцето е 2×10^{30} кг.



Фиг. 1. Крива на лъчевите скорости на двойната звезда. Единиците по хоризонталната ос са части от денонощието.

4 септември 2018г.



Фиг. 2. Крива на блясъка на двойната звезда. По хоризонталната ос са нанесени части от периода на звездата (т.нар. фаза). По вертикалната ос е даден блясъкът на звездата в единици осветеност (а не звездна величина).

Практическа задача. Планета около жълтобяло слънце. Звездата НАТ-Р-7 е от спектрален клас F8 и има маса 1.47 слънчеви маси. По наблюдения, получени с космическия телескоп „Кеплер“, е установено, че около звездата обикаля планета гигант с радиус 1.36 пъти по-голям от радиуса на Юпитер. Планетната орбита е кръгова и зрителният лъч от земния наблюдател почти точно лежи в нейната равнина. Дадена ви е крива на блясъка на звездата. Главните минимуми в нея отразяват преминаванията на планетата по диска на звездата. Интересното в случая е, че има и вторични минимуми, съответстващи на закриването на планетата от звездата. В горната част (А) на диаграмата е дадена графика на изменение на блясъка на звездата. В долната част (В) е представена същата графика, но с увеличен вертикален мащаб. По абсцисата е нанесено времето в дни. По ординатата е нанесен потокът светлина (не звездна величина) в относителни единици.

- Като използвате диаграмата, определете радиуса на звездата. Радиусът на Юпитер е 70 000 км.
- Обяснете защо, както се вижда на диаграмата, преди вторичния минимум има нарастване на блясъка на системата звезда-планета, а след него – намаляване.
- Определете отражателната способност на планетата.

