

IV кръг, 22 юли 2021 г., Варна, теоретичен тур

Старша възраст

Задача 1. Младият астроном Калина Досева гледа замечтано звездите от Арбанашкото бърдо край Велико Търново и си мисли как ли ще се вижда Марс по време на Велико противостоене. Задава си интересни въпроси и сама си отговаря:

- А) Каква е видимата ъглова скорост, с която Марс се движи на фона на далечните звезди, спрямо наблюдател на Земята?
- Б) Колко време би продължила централна окултация (покритие) на Марс от диска на Луната?
- В) Възможно ли е нашата планета да се върти около оста си толкова бързо, че при наблюдение от Земята на Марс във Велико противостоене, Марс да не се движи на фона на звездите?

Опитайте и вие.

Справочни данни:

- Голяма полуос на орбитата на Марс – 1.52 au
- Ексцентрицитет на орбитата на Марс – 0.093
- Радиус на орбитата на Луната – 384 000 km
- Сидеричен лунен месец – 27.32 денонощия
- Астрономическа единица – 1 au = 149.6×10^6 km
- Радиус на Луната – 1 738 km
- Радиус на Земята – 6371 km

Задача 2 Астероидът 6969 Сантаро – II част:

С астероида 6969 Сантаро се запознахме по време на областния кръг на олимпиадата. Тогава научихме, че той е член на Главния астероиден пояс, разположен между орбитите на Марс и Юпитер и се движи по кръгова орбита с радиус 2.2 au. Установихме, че неговият радиус е около 4 km.

Нека си представим, че в някакъв момент 6969 Сантаро е в опозиция, спрямо Земята. Точно в този момент, той закрива централно звездата Регул.

- А) Колко време ще продължи покритието на Регул?

- Б) Каква ще е звездната величина на звездата в средата на окултацията? Изобразете схематично, но с максималното възможно количество детайли, кривата на блясъка на звездата по време на окултацията.

- В) Решете горните две подусловия в случай, в който закриваната звезда е Антарес.

Явлението се наблюдава от група софийски любители астрономи в Лозенската планина, с телескоп-рефлектор, с фокусно разстояние на обектива 4 m. Във фокалната равнина на този телескоп е монтирана CCD камера с размер на пиксела 9 μm .

- Г) Колко време преди началото на преминаването на астероида пред диска на Регул, разстоянието между образите на двата обекта върху матрицата ще бъде по-малко от един пиксел?

Не отчитайте явлението дифракция на светлината.

Справочни данни:

- Разстояние до Регул – 24.3 pc
- Разстояние до Антарес – 170 pc
- Радиус на Регул – 4.4 слънчеви радиуса
- Радиус на Антарес – 680 слънчеви радиуса
- Радиус на Слънцето – 700 000 km.

Задача 3. Планетарни мъглявини в кълбовидни купове.

Към 2022 г. в Млечния път са известни около 160 кълбовидни звездни купа и около 3000 планетарни мъглявини. Това са любимите обекти на Гео и Георги и те искат планетарните мъглявини да са колкото може повече. Да се опитаме да ги преброим.

А) Приемете, че средната стойност на абсолютната звездна величина на кълбовиден куп е -7.8^{m} , както и че средната светимост на звезда в кълбовиден куп е 0.5 слънчеви светимости. На базата на тези стойности оценете броя планетарни мъглявини, които наблюдаваме в кълбовидни купове в Галактиката. **(3т.)**

Б) Дискутирайте подробно факторите, които трябва да се отчетат, за да се подобри оценката от подусловие А). **(4т.)**

Разстоянието до кълбовидния куп М15 е 10 940 pc, а възрастта на купа е 12.0 милиарда години. Видимата звездна величина на М15 е 6.2^{m} , а видимият му ъглов размер е $18'$.

В) Планетарната мъглявина К648 (известна още като Pease 1) се намира в купа М15. Тя има видим ъглов размер $3''$ и видима звездна величина $15^{\text{m}}.5$.

Ако приемете, че масата на обвивката на К648 е 10% от масата на звездата, от която се е образувала мъглявината, то каква е средната плътност на газа в обвивката, в kg/m^3 ? (4т.)

Г) Оценете броя звезди в М15, от които ако наблюдаваме планетарната мъглявина К648, тя ще изглежда с по-голяма ъглова площ по небето, отколкото 100 лунни диска на земното небе. Приемете, че концентрацията на звездите в близката околност на К648 е равна на средната концентрация за целия обем на звездния куп М15. (4т.)

Задача 4. Телескопът. Вие сте силно пристрастен към наблюденията астроном любител и затова отивайки на поход в планината, си носите любимия светосилен 10-сантиметров телескоп с трилещов обектив-апохромат с коригирана хроматична и сферична аберация за три цвята. Освен това в раницата сте приготвили два окуляра с фокусни разстояния 5 и 25 милиметра, както и две тръбички с дължина 8 и 12 сантиметра, в които може да монтирате окулярите на различни разстояния, както и пръстен за вашия фотоапарат. Високо в планината научавате, че на видимата страна на Луната предстои да падне с голяма скорост много тежка, обаче неуспешно насочена марсианска ракета. Очаква се тя да предизвика силен взрив, който ще вдигне голям облак от лунен прах и ще образува почти стометров кратер. Пресметнато е приблизително мястото на падане, но се препоръчва визуално явлението да се наблюдава с увеличение от поне 2000 пъти.

- А) Как може да направите телескоп с увеличение 2000 пъти използвайки това, което носите със себе си? Начертайте, опишете и обяснете подробно оптичната схема, като посочите всички разстояния и размери, необходими за описанието ѝ, в милиметри. Относителният отвор на телескопа е $D/F = 1:5$. Какви са фокусното разстояние и относителният отвор на така модифицирания телескоп?

- Б) Веднага след взрива планирате да снимате разширяването на праховия облак с вашия фотоапарат. Размерът на пикселите на матрицата на фотоапарата е 6 микрона. Колко пиксела на дъгова секунда е мащабът на построения от вас телескоп, ако вместо окуляра, в който наблюдаваме с увеличение от 2000 пъти, поставим фотоапарата и снимаем през модифицирания телескоп? Сравнете резултата с броя на пикселите в дъгова секунда, ако вашият фотоапарат е във фокуса на двуметровия телескоп на Рожен, който има фокусно разстояние 16 метра.