

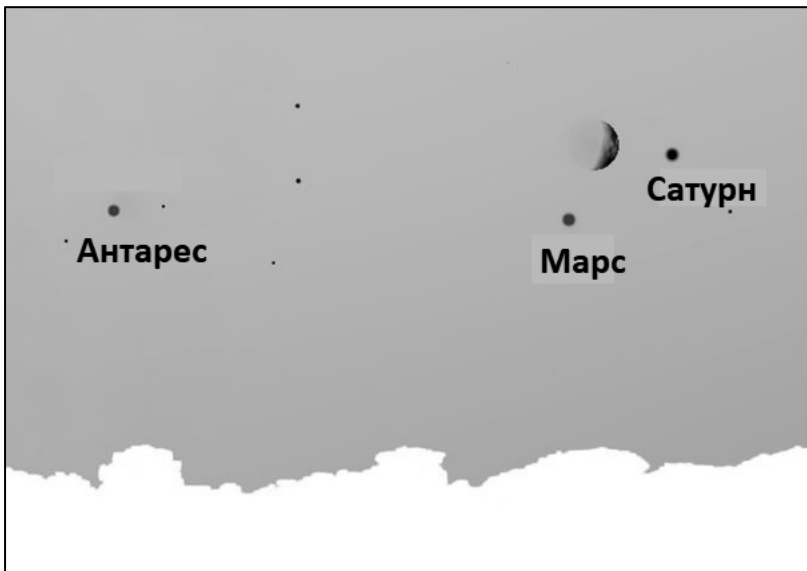
IV кръг, 22 юли 2021 г., Варна, теоретичен тур

Младша възраст

Задача 1. Марс, Сатурн и Луната. Представеното изображение показва как са разположени планетите Марс и Сатурн за наблюдател в северното полукълбо на Земята. Също така, означено е и положението на Луната. В лявата част на кадъра се вижда ярката звезда Антарес от съзвездие Скорпион. На долната снимка е показано увеличено изображение на Луната в същия момент.

- А) Приблизително през кой месец се е наблюдавала тази небесна сцена? Имайте предвид, че Луната е показана в такава фаза, в каквата действително е била на съответната дата, но нейният видим ъглов размер не е точно в мащаб. [4 т.]
- Б) Колко време след този момент Марс е бил в противоположение? А Сатурн? [5 т.]
- В) Определете стойността на ъгловата скорост на Марс относно Земята в момента, изобразен на схемата. Препоръчително е да направите това графично. [6 т.]

Приемете, че Земята, Марс и Сатурн се движат по кръгови орбити, които лежат в една и съща равнина.



Справочни данни:

Радиус на орбитата на Марс – 1.52 au

Радиус на орбитата на Сатурн – 9.6 au

Орбитален период на Земята – 365.25 d

1 au – 150×10^6 km

Задача 2. Междувездна мисия. В бъдещето е изпратена роботизирана мисия до кафявото джудже DENIS 0255-4700 на разстояние 4.97 pc от Земята. Масата на DENIS 0255-4700 е около 45 Юпитерови маси, радиусът му е един Юпитеров радиус, температурата му е 1300 K. Мисията се състои от много лек летателен апарат, ускорен до постоянна скорост 45000 km/s, с малка управляема камера на борда, която наблюдава в инфрачервен филтър J.

- А) Колко години преди летателният апарат да достигне DENIS 0255-4700 камерата му ще регистрира кафявото джудже и Слънцето (наблюдавано в обратна посока) като обекти с еднаква яркост? Звездната величина в J на DENIS 0255-4700 при наблюдение от Земята е $J_D = 13.2$, а на Слънцето $-J_S = -27.93$. [5 т.]
- Б) С приближаването си към крайната цел камерата на борда на апарата засича транзити на планета пред диска на кафявото джудже веднъж на всеки 13.7 d. Определете видимата звездна величина на кафявото джудже, гледано от планетата, във филтър J. Направете обосновано предположение за видимата визуална звездна величина на кафявото джудже, гледано от планетата. Сравнете гледката от планетата със Слънцето, гледано от Земята. [6 т.]
- В) При транзитите, които камерата регистрира докато апаратът е относително далече от кафявото джудже, изменението на неговия блясък е с амплитуда 0.015 mag. Ако масата на планетата е 2.0 земни маси, пресметнете средната ѝ плътност. Какви предположения можете да направите за химичния състав на планетата? [4 т.]

Справочни данни:

Маса на Слънцето – 1.99×10^{30} kg

Маса на Земята – 5.97×10^{24} kg

Маса на Юпитер – 1/1047 слънчеви маси

Среден радиус на Юпитер – 69 900 km

Фотосферна температура на Слънцето – 5770 K

Гравитационна константа – $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ kg}^{-1} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2}$

Задача 3. Австралийско време. Романтическият австралиеца, който познавате от II и III кръг на олимпиадата, тази година е на пустинно пътешествие със своята приятелка. За да планират добре пътуването си към красивата скала Улуру, те носят със себе си купища техника, а също и часовници, които автоматично се пренастройват към часовата зона на мястото. Границите на лятното часово време в Австралия са последната неделя на март и последната неделя на октомври. Лятно часово време се ползва в щатите Нов Южен Уелс (NSW), Южна Австралия (SA), Виктория (Vic).

- А) В някакъв момент от пътуването на австралиеца му се случва следното – прави една крачка и показанието на часовника му се увеличава с 30 минути. След още една крачка показанието на часовника му се увеличава с още 30 минути. И след още една крачка – още 30 минути. Какви са координатите на пътешествениците? На коя дата става това? [4 т.]

Сега двамата са на друго място в австралийската пустиня – Оазисът на кенгуруто, на географска ширина $\varphi = 28^\circ \text{ S}$.

- Б) За тях има две дати (отдалечени една от друга с няколко месеца), в които Слънцето кулминира на една и съща височина и по едно и също гражданско време. Намерете ги. [3 т.]

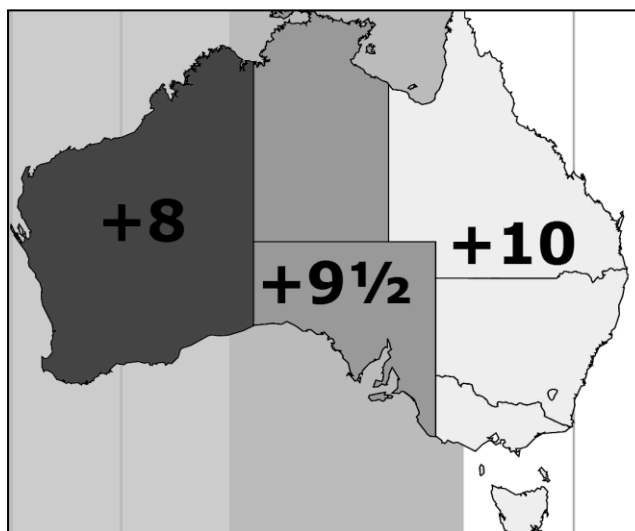
Австралийката се отправя във фиксирана посока към ново място в пустинята, а приятелят ѝ остава при Оазиса.

- В) От тези два пункта те и двамата виждат през годината кулминацията на Слънцето на една и съща височина и по едно и също гражданско време. Колко километра е изминала австралийката? [4 т.]

По-късно двамата са заедно и на ново място – Долината на емуто, на географски координати $\varphi = 25^\circ \text{ S}$, $\lambda = 139^\circ \text{ E}$.

- Г) На колко километра трябва австралиеца и неговата приятелка да се придвижат на юг, така че от новото място да могат на някаква дата от годината да видят Слънцето да

кулминира на същата височина и по същото гражданско време, както се случва в Долината на емуто на 17.02? [4 т.]



Австралия – часови зони

Справочни данни:

Радиус на Земята – $R_E = 6371 \text{ km}$

Дата на мартенското равноденствие през 2021 г. – 20.03

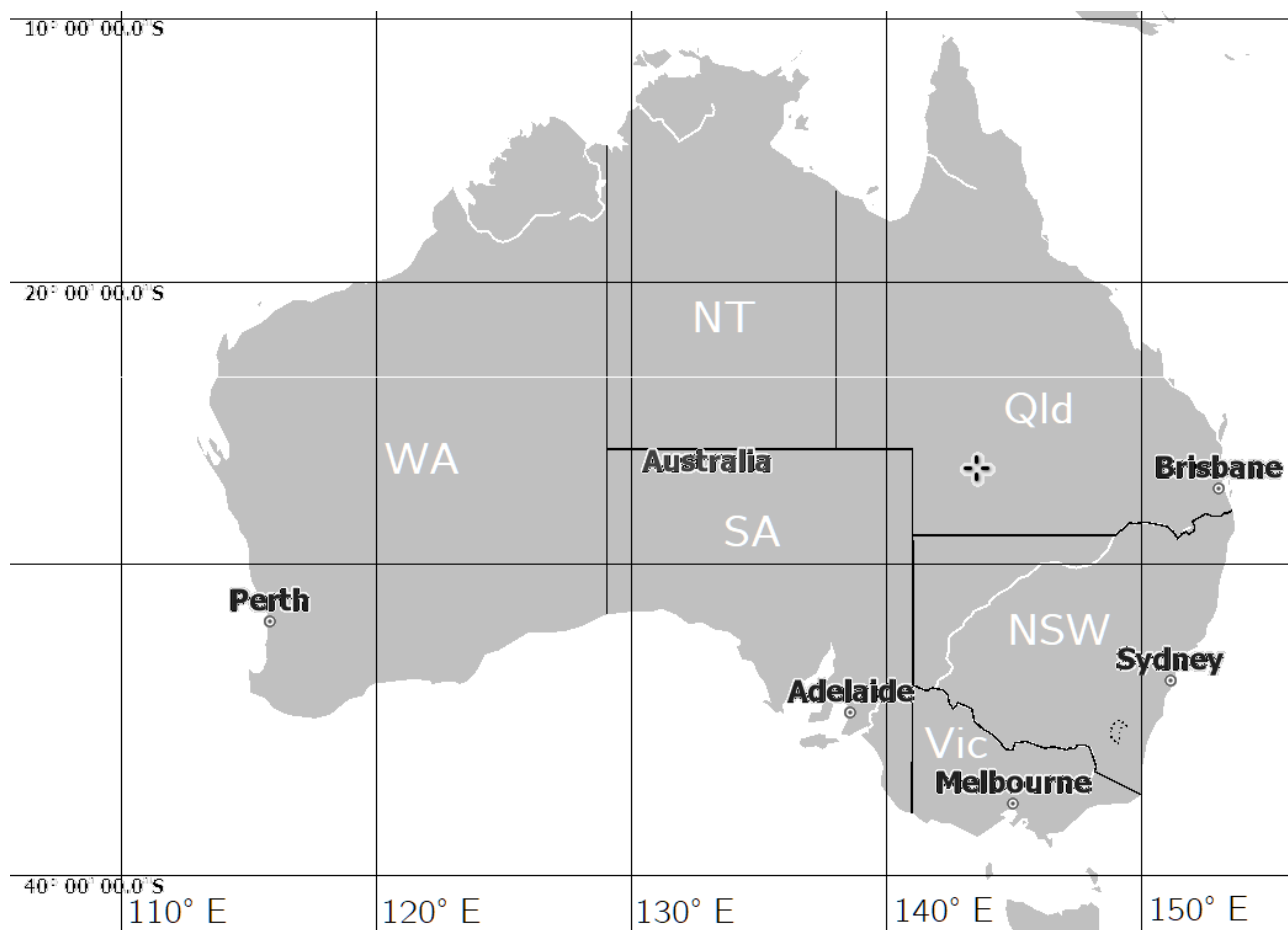
Дата на септемврийското равноденствие през 2021 г. – 22.09

Задача 4. Планета около двойна звезда. Отношението на масите на компонентите в двойна звездна система е $M_2/M_1 = 0.7$ и разстоянието между тях не се променя. Планета обикаля около двойната звезда по външна орбита в орбиталната равнина на компонентите. От планетата редовно се наблюдават затъмнения на двете звезди една от друга. Главната компонента е по-гореща и по-голяма.

- А) Ярво оранжев и много любознателен жител на планетата прави измервания на двойната система. Главната компонента има един и същ ъглов размер, гледана от периастрий на планетата, когато вторичната транзитира пред нея, и гледана от апоастрий на планетата, когато тя затъмнява вторичната. Когато вторичната компонента транзитира пред главната, вторичната е с 10% по-голяма на ъглов размер, гледана от периастрий, отколкото гледана от апоастрий на планетата. Намерете ексцентрицитета на орбитата на планетата. [5 т.]
- Б) Ако двете звезди правят пълна обиколка една около друга за 6.35 d, а разстоянието между тях е $12.1 \times 10^6 \text{ km}$, намерете през какъв период от време оранжевият астроном посреща Нова година. [4 т.]
- В) За земните наблюдатели системата е затъмнително двойна променлива звезда, а зрителният лъч от нас към нея лежи в орбиталната равнина на компонентите. Разликата между видимите звездни величини на променливата в главен и вторичен минимум е 0.33 mag. Ефективните температури на двете компоненти са $T_1 = 6030 \text{ K}$ и $T_2 = 4980 \text{ K}$. Намерете отношението на радиусите на компонентите R_2/R_1 . [3 т.]
- Г) Каква ще е разликата в звездни величини между блясъка на двойната звезда при главното и вторичното затъмнение, за ярво оранжевия наблюдател от планетата в периастрий? [3 т.]

Справочни данни:

Гравитационна константа – $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ kg}^{-1} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2}$



Австралия – паралели и меридиани

Аналема (ЕoТ = истинско - средно слънчево време)

