

## αТ. АВСТРАЛИЙСКО ВРЕМЕ.

**Условие.** Романтичният 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.

- 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. На какви координати се намират пътешествениците? На коя дата става това? **[4 т.]**

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

- 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.

- Оказва се, че тогава 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.]**

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

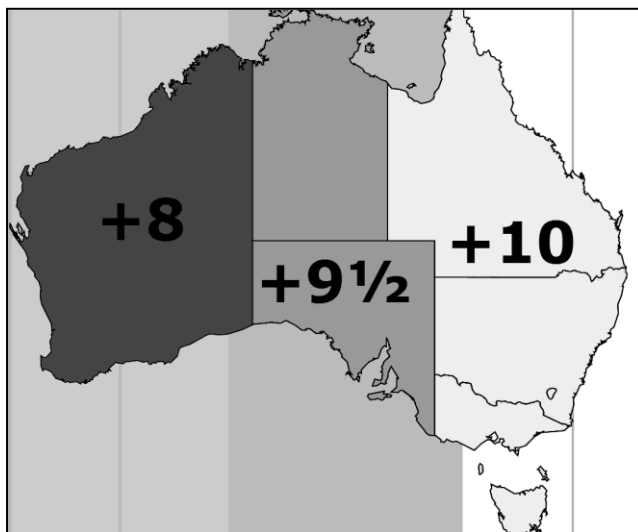
- На колко километра трябва австралиеца да се придвижи на юг, така че да може на някаква дата от годината да види Слънцето да кулминира на същата височина и гражданско време, както за приятелката му на 17.02? **[4 т.]**

Указание: 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).

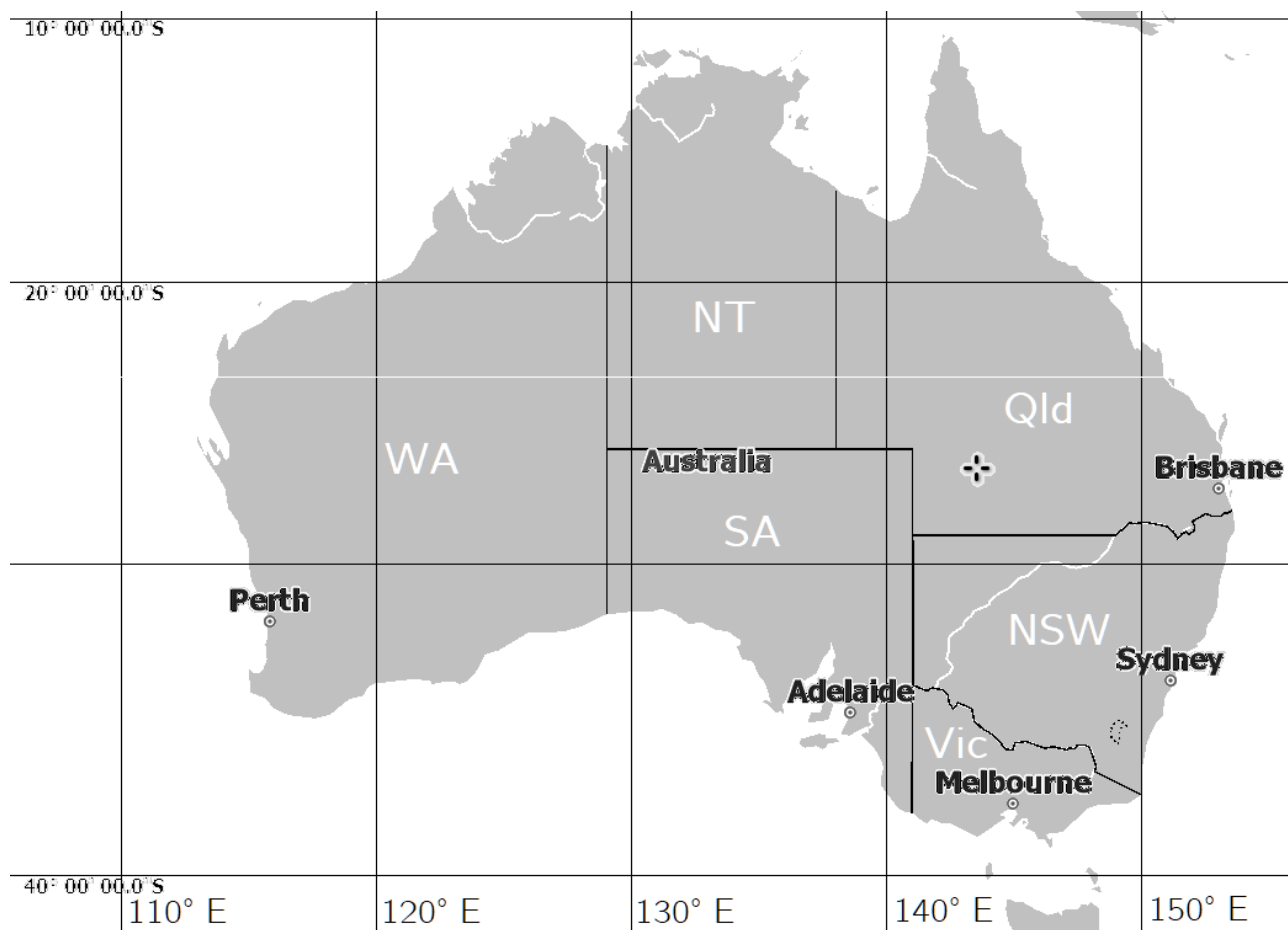
Радиус на Земята –  $R_E = 6371 \text{ km}$

Дата на мартенското равноденствие през 2021 г. – 20.03

Дата на септемврийското равноденствие през 2021 г. – 22.09

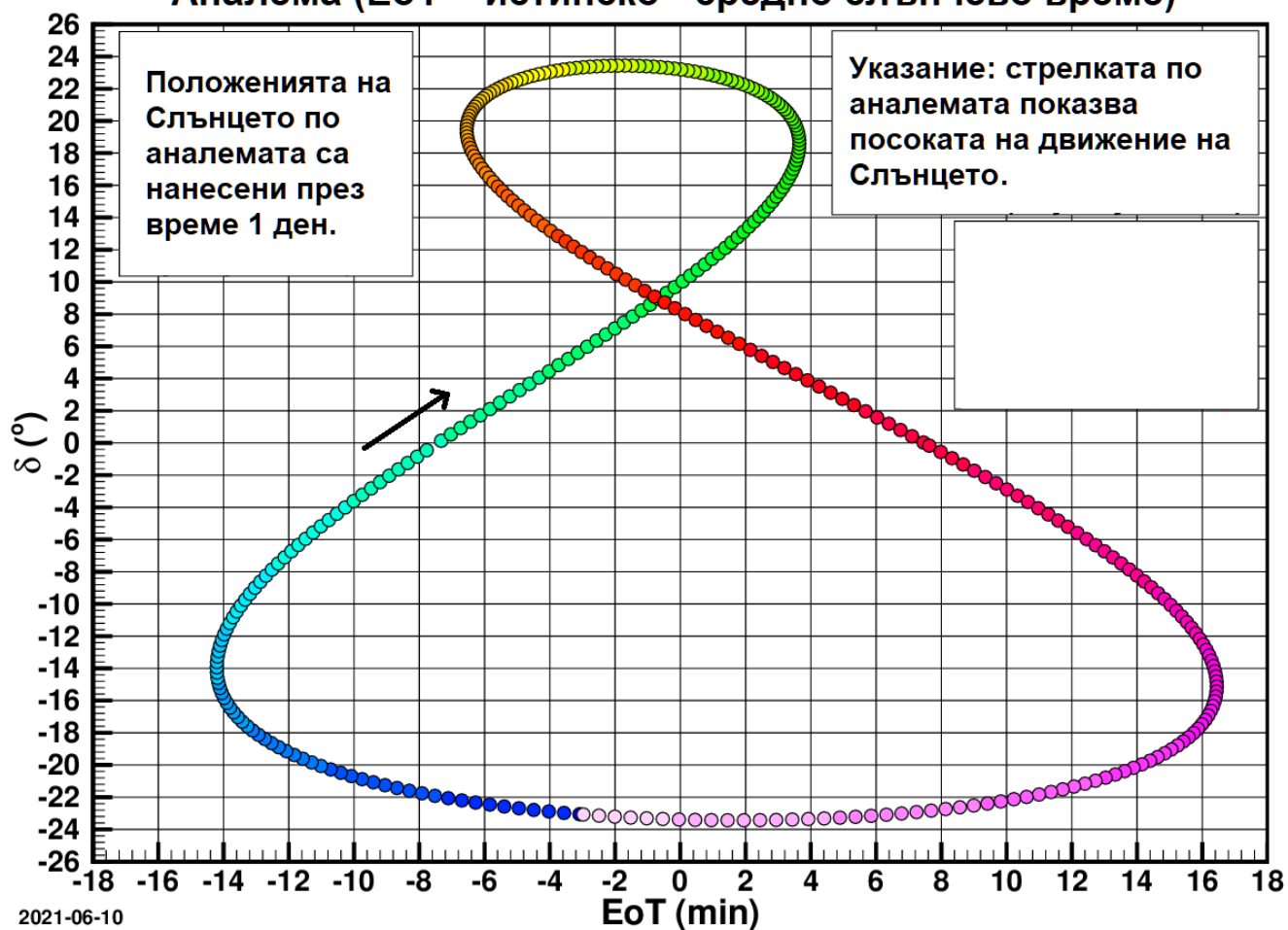


*Австралия – часови зони*



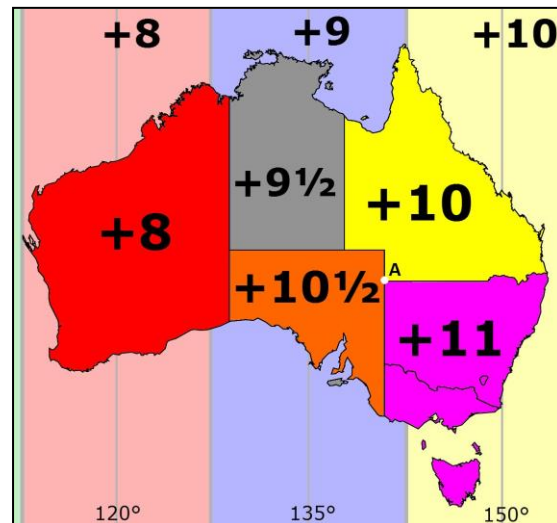
Австралия – паралели и меридиани

### Аналема (ЕoТ = истинско - средно слънчево време)



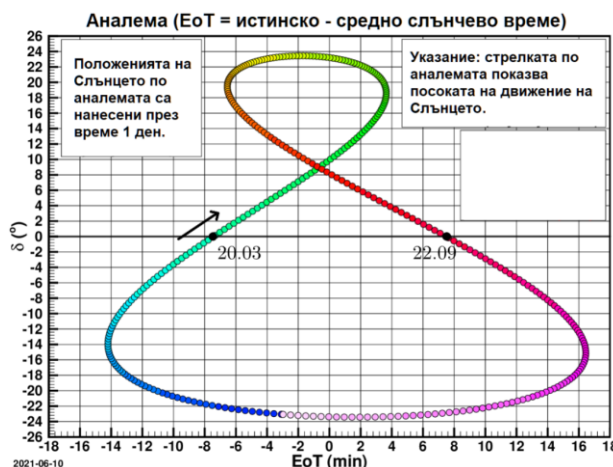
### Решение.

а) За улеснение на работата, може отделно да нарисуваме часовите зони в Австралия през лятото. Търсеното може да се осъществи само в точка А. Започваме в щата SA и стъпваме в Qld. След това Австралия преминава на лятно часово време. Стъпваме обратно в SA. После стъпваме в NSW. При това се получават общо три нараствания на показанието на часовника с 30 минути. На картата с паралели и меридиани намираме, че координатите на точка А са  $\varphi = 29^\circ \text{ S}$ ,  $\lambda = 141^\circ \text{ E}$ .



Тъй като сме в южното полукълбо, лятното часово време започва в последната неделя на октомври. Трябва да намерим на коя дата е това през 2021 г. Денят на теоретичния тур е 22 юли, четвъртък. Следващата неделя е 25 юли. Датата 25 август е след 31 дни, което е 4 пълни седмици и още 3 дни. Аналогично, до 25 септември има 3 „допълнителни“ дни, до 25 октомври – още 2. До 25 октомври има 8 „допълнителни дни“, тоест 25 октомври е понеделник. Последната неделя на месеца, което е отговорът на задачата, е **31 октомври**.

б) За да се изпълнява търсеното, в двата дни трябва отклонението от уравнението на времето да е еднакво, а също и деклинацията на Слънцето да е еднаква. Положенията на Слънцето за двата дни трябва да лежат върху една и съща точка по аналемата. Това трябва да е точката на самопресичане на аналемата. За да намерим съответстващите на тази точка дати, е нужно да имаме ориентир за датата. Пресичаме линията на нулева деклинация с аналемата. Пресечните точки съответстват на датите на равноденствие, 20.03 и 22.09, както е показано:



Имайки предвид посоката по аналемата, отброяваме, че датите при самопресичането са **12.04** и **29.08**.

в) Първо, за да може кулминациите да се наблюдават на същата височина, трябва австралийката да се намира върху началния паралел<sup>1</sup>. Преместването ѝ е в една посока, тоест то е по паралела само на изток или само на запад.

Нека за австралиеца Слънцето кулминира в конкретен час по универсално време (и съответно, час по гражданско време). За австралийката Слънцето ще кулминира в друг час по универсално време UT, зависещ от разликата в географските дължини между наблюдателите. Времовата разлика  $\Delta t$  в моментите на кулминация по UT се задава чрез

$$\Delta t = \frac{\Delta \lambda}{360^\circ} \times 24 \text{ h.}$$

За да може кулминациите да са по едно и също гражданско време, трябва тази разлика да е равна на разликата  $\Delta t'$  в часовите пояси за двамата. Тъй като  $\Delta t$  е фиксирана<sup>2</sup> за две точки, а по условие равенството  $\Delta t = \Delta t'$  важи през цялата година, трябва двамата да се намират в часови пояси, чиято разлика не се променя през годината. Паралелът  $\varphi = 28^\circ \text{ S}$  преминава през часовите зони UT+8, UT+9.5/+10.5 и UT+10. Единствените възможни часови зони са UT+8 и UT+10, разделени от 2 часа. При това австралийците трябва да отстоят на  $\Delta \lambda = (2/24) \cdot 360^\circ = 30^\circ$  един от друг по паралела.

Радиусът на паралела е  $R_E \cos \varphi$ , така че изминатото разстояние е

$$l_1 = \frac{\Delta \lambda}{360^\circ} 2\pi R_E \cos \varphi = \mathbf{3000 \text{ km} (2950 \text{ km}).}$$

г) Първо нанасяме положението  $A$  на Слънцето по аналемата на 17.02. На по-южното място при търсената дата трябва гражданското време на кулминация да е същото. Изглежда, че това налага уравнието на времето за въпросната дата да е същото като на 17.02. Пресичаме аналемата с вертикална линия през  $A$  и измерваме, че втората пресечна точка  $B$  отговаря на деклинация, която е с  $4.0^\circ$  по-ниска от тази на  $A$ . За да може тогава за австралиеца Слънцето да кулминира на същата височина като от Долината на емутата, той трябва да се премести на юг с  $4.0^\circ$ , което компенсира за разликата в деклинациите.

На пръв поглед това е завършено решение. Но не е така. Ако австралиеца се премести с  $4.0^\circ$  на юг, той ще премине от щат с часова зона UT+10 в щат с часова зона UT+10.5 (трябва да се спазва ЛЧВ<sup>3</sup>). При това гражданското време на кулминация в описаната по-горе точка на преместване няма да е същото като в началната точка, а ще е с 30 минути по-късно.

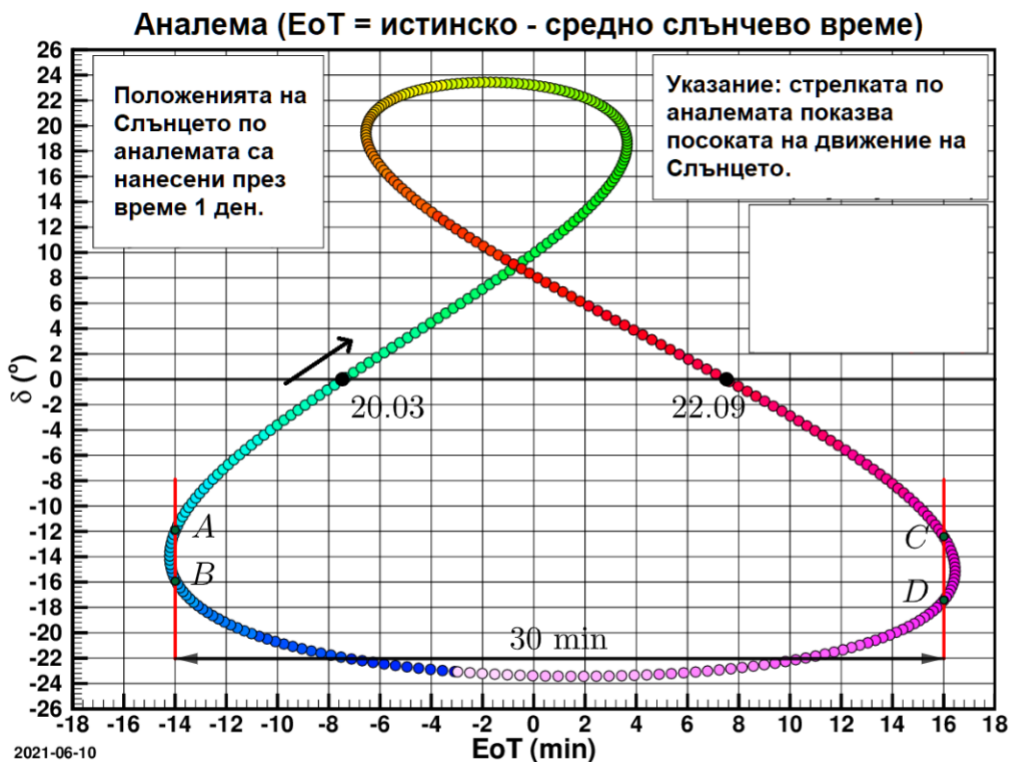
Няма вариант, в който при пътуването на юг оставаме в началната си часова зона – за да можеше това да стане, вертикалната линия през  $A$  трябваше да пресича аналемата за втори път при по-малка разлика в деклинациите, отколкото градусната разлика от началната точка до границата между Qld и SA.

Затова целим друго – в крайната точка на австралиеца уравнието на времето за търсената дата да е с 30 минути напред спрямо това на 17.02. Това означава на търсената дата истинското Слънце да кулминира с 30 минути по-рано спрямо 17.02. Ако тогава сме в лятно часово време (което ще проверим после), това ще се компенсира с 30-те минути разлика в часовите зони, давайки едно и също гражданско време на кулминация.

Построяваме вертикална линия на 30 минути напред от тази за  $A$ . Тя пресича аналемата в две точки,  $C$  и  $D$ . Австралиеца се движи на юг. Тогава за да има еднаква височина на кулминациите, австралиеца трябва да се премести с толкова градуса, колкото е разликата в деклинациите между  $A$  и  $C/D$ . При  $C$  отместването е твърде малко и часовият пояс не се променя, така че разглеждаме варианта с  $D$ . Разликата в деклинациите е  $5.5^\circ$ . Такова преместване по земното кълбо отговаря на

$$l_2 = \frac{3^\circ}{360^\circ} 2\pi R_E = 600 \text{ km.}$$

Остана да проверим, че когато Слънцето е в  $D$ , работим по ЛЧВ. Точката съответства на 10 ноември, така че това е изпълнено.



---

<sup>1</sup> С пренебрежимо малко отместване на север или юг поради това, че между моментите на кулминация за наблюдателите Слънцето променя деклинацията си.

<sup>2</sup> Ако не отчитаме пренебрежимия ефект, че истинското слънчево денонощие променя стойността си през годината. Тук под „пренебрежим“ се има предвид, че той ще влияе малко на отговора за изминатото разстояние.

<sup>3</sup> В противен случай при по-нататъшното решение бихме искали преместване по аналемата 30 минути в другата посока, което е невъзможно.

---

Критерии за оценяване (общо 15m.):

**a)** – За разпознаване на точката, където се случва описаното – **1m.**

– За намиране на координатите – **1m.**

– За намиране на датата – **2m. (1m. при  $\pm 1$  d)**

**б)** – За разпознаване на мястото по аналемата – **1m.**

– За ориентир по време върху аналемата – **1m.**

– За верен отговор – **1m.**

**в)** – За вярно формулирано условие за географските дължини – **1m.**

– За конкретизиране на точните часови зони, в които се намират наблюдателите – **1m.**

– За намиране на изминатото разстояние – **2m.**

**г)** – За разбиране на основния метод (разлика в декл. = разлика в ширини, разсъждения за равенства при уравнение на времето) – **1m.**

– За разбиране на 30-те минути разлика по аналемата, построения и отговор – **2m.**

– За проверка дали в крайната точка се спазва ЛЧВ – **1m.**