

Antecedents

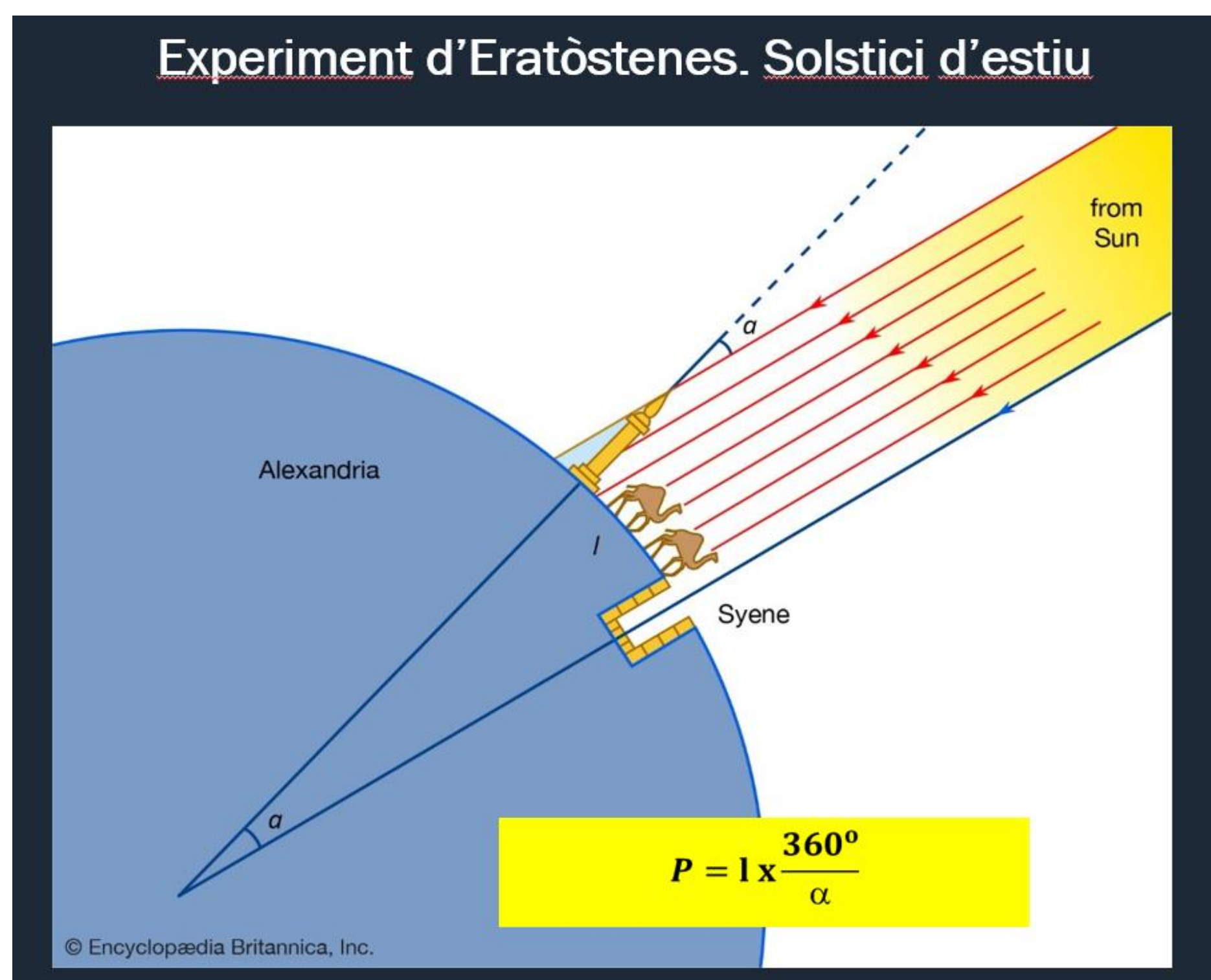
Un dels 10 experiments més bonics de la física segons la comunitat científica, el va fer, ja fa més de 2000 anys, el savi **Eratòstenes**, i consistia a realitzar una estimació de la mida de la Terra en l'època antiga, quan es creia que la Terra era plana.

Eratòstenes va descobrir uns papirs d'observacions fetes a Syene, actual Asuán, on s'exposava que els raigs de sol del migdia del 21 de juny, en incidir sobre un pou, ho feien verticalment, sense provocar-li cap ombra.

Ell, que ja sospitava que la Terra no era plana, va realitzar les mateixes observacions a Alexandria (el mateix dia i al migdia solar), descobrint que en aquest pou sí que es dibuixava una ombra.

Mesurant l'angle d'incidència (α) dels raigs del Sol al migdia del solstici d'estiu a Alexandria, i coneixent la distància (l) aproximada en línia recta entre Alexandria i Syene, va poder realitzar una estimació del perímetre de la Terra i demostrar que no era plana.

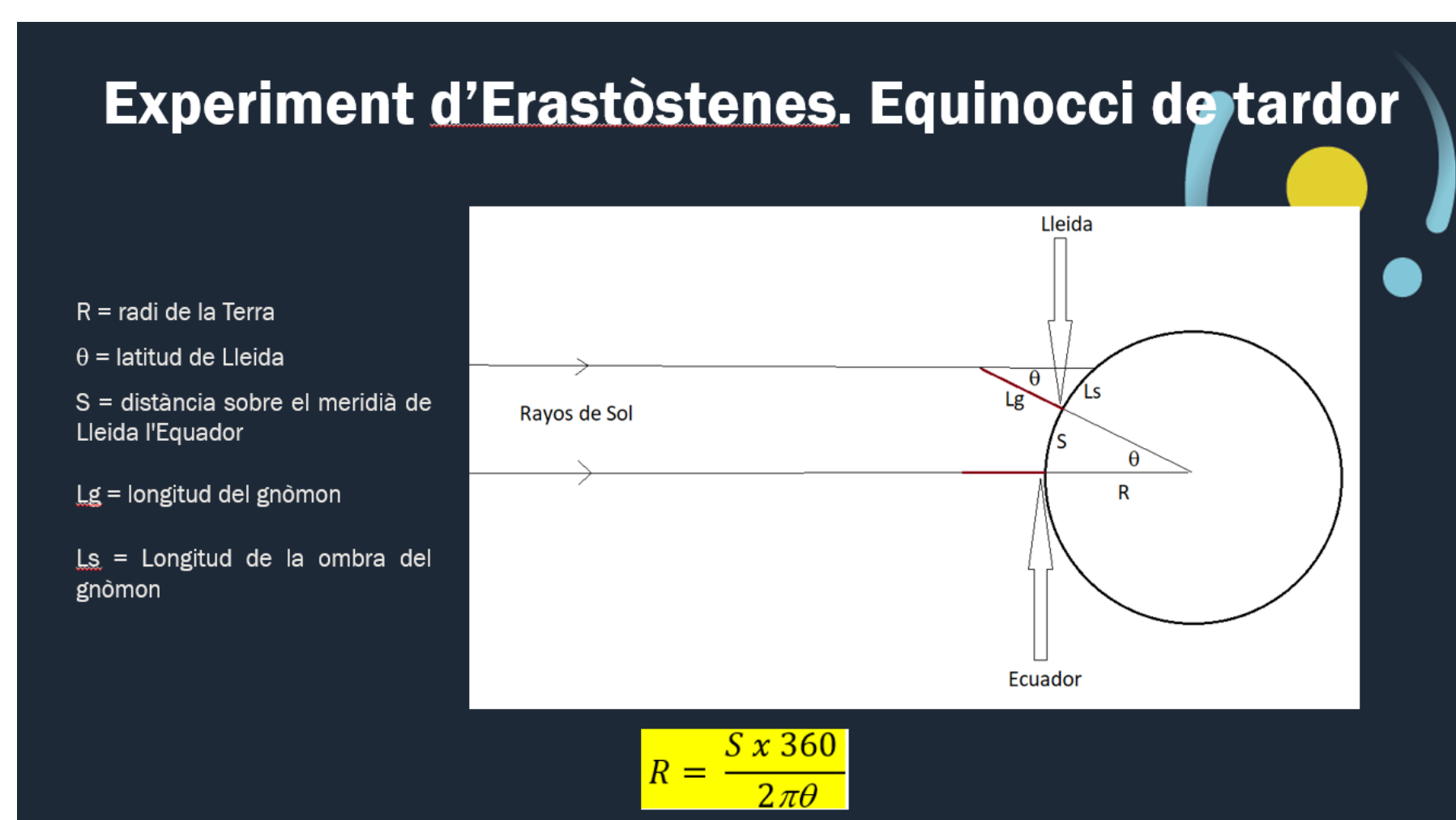
La distància entre les dues ciutats la va saber a partir del temps que va tardar un soldat entrenat en anar d'una ciutat a l'altra.



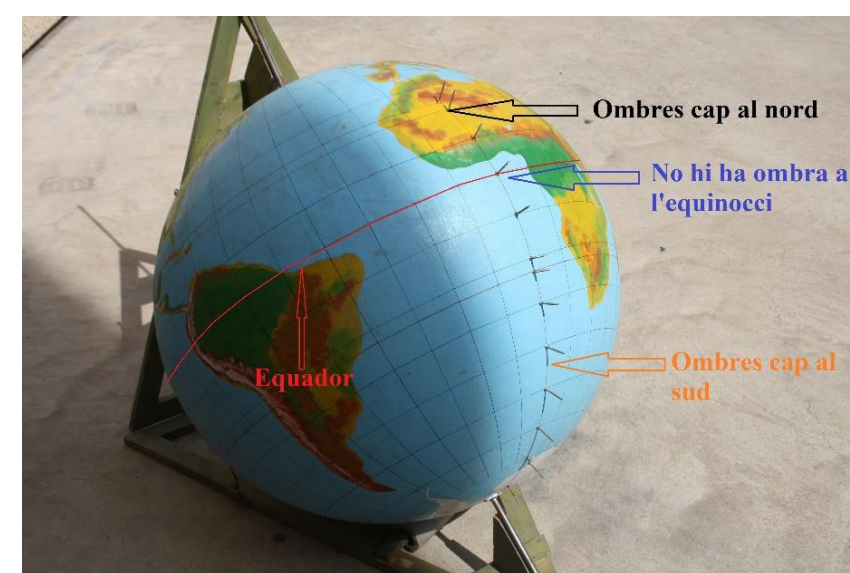
Objectius

1. Descriure com Eratòstenes va fer una estimació del perímetre de la Terra en l'època antiga.
2. Estudiar l'evolució de l'ombra d'un gnòmon el dia de l'equinocci de tardor.
3. Conèixer les diferents maneres de determinar quan és el migdia solar a Lleida.
4. Observar, amb el model de "La Terra Paral·lela", la direcció de l'ombra d'un gnòmon situat a l'equador, al migdia.
5. Mesurar l'angle d'incidència dels raigs de Sol al migdia solar, a l'equinocci de tardor.
6. Adaptar, a l'equinocci de tardor, el mètode d'Eratòstenes per determinar el perímetre de la Terra.
7. Determinar experimentalment la latitud de Lleida.
8. Calcular la declinació del Sol a l'equinocci de tardor.

Mètode



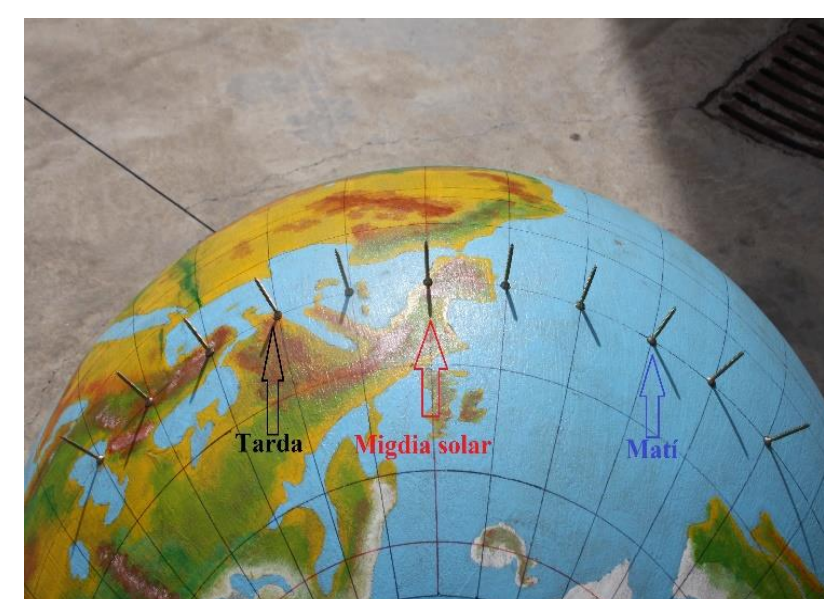
La latitud de Lleida (θ) coincideix amb l'angle d'incidència de la radiació solar al migdia de l'equinocci.



No hi ha ombra al migdia a l'equador al solstici



Les ombres al migdia segueixen la direcció de la línia meridiana (fletxa blanca a terra)

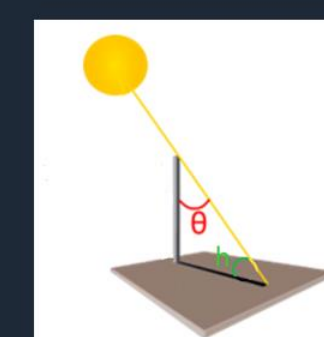


Direcció de les ombres dels gnòmons en diferents moments del dia.



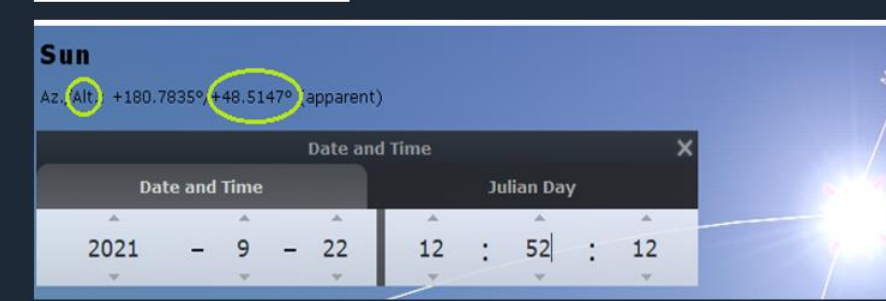
A l'equinocci, les ombres dels gnòmons segueixen la direcció de l'equador, al desplaçar-se el Sol per l'equador celeste.

Altura del Sol el dia de l'equinocci



$$h = 90 - \theta = 90 - 41,3 = 48,7^\circ$$

$$Er = \frac{|48,7 - 48,5|}{48,5} \times 100 = 0,4\%$$



Resultats

Dades

$l_g = 50,0$ cm
 $l_s = 44,0$ cm
 $S = 4627,29$ km (distància a l'equador)

Càlculs

$$\tan \theta = \frac{44,0}{50,0} = 0,880 \rightarrow \theta = \arctan(0,880) = 41,3^\circ$$

$$R = \frac{S \times 360}{2\pi \times \theta} = \frac{4627 \times 360}{2\pi \times 41,3} = 6419 \text{ km} = 6,42 \times 10^3 \text{ km}$$

Errors

$$Ea = |6419 - 6371| = 48 \text{ km}$$

$$Er = \frac{48}{6371} \times 100 \approx 0,75\%$$

Temple / Radio

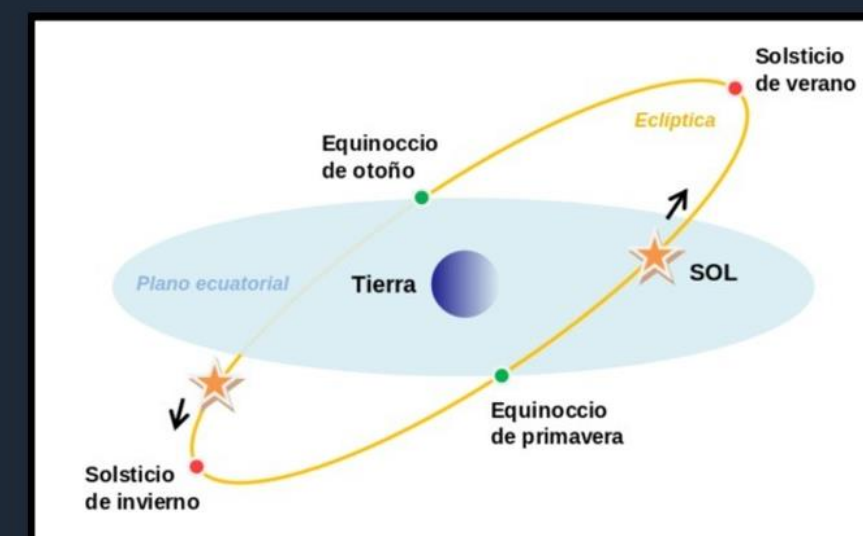
6.371 km



Declinació del Sol a l'equinocci de tardor

Declinació del Sol (δ) = $90 - \text{altura màx (h)} - \text{latitud } (\phi)$

$$\delta = 90 - h - \phi = 90 - 48,7 - 41,6 = -0,3^\circ$$



Conclusions

1. L'estudi de l'evolució de l'ombra d'un gnòmon a l'equinocci de tardor permet determinar el migdia i traçar la línia meridiana.
 2. Amb el model de la "Terra Paral·lela" hem observat que l'angle d'incidència de la radiació solar, al migdia a l'equador, és de zero graus a l'equinocci.
 3. S'ha adaptat el mètode que va seguir Eratòstenes per estimar la mida de la Terra. Les mesures es van realitzar a l'equinocci de tardor, en comptes del solstici d'estiu.
- El resultat del radi de la Terra ha estat de $6,42 \times 10^3$ km, amb un error de l'1%
4. La latitud de Lleida (θ) coincideix amb l'angle d'incidència (θ) de la radiació solar al migdia de l'equinocci. $\theta = 41,3^\circ$. Error relatiu 1%
 5. S'ha pogut calcular la declinació del Sol a l'equinocci de tardor. El seu valor és de $-0,3^\circ$