

## MESURA DEL RADI DE LA TERRA (seguint Eratóstenes)

### Precedents

Com sabem Eratóstenes va fer una primera estimació del radi de la Terra en saber que a Syene hi havia un pou on la llum del sol queia perpendicularment. Determinant la inclinació dels raigs del Sol en el mateix moment a Alexandria i coneixent la distància entre les dues ciutats va donar una primera mesura del radi de la Terra.

Va mesurar la distància entre les dues ciutats fent anar un soldat entrenat, a un pas fix entre les dues ciutats.

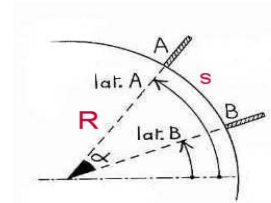
### Objectiu

Reproduir la experiència de Eratóstenes entre dues localitats situades en el mateix meridià i obtenir una estimació del radi de la Terra.

Per simplificar la determinació atenent a que és sols una “estimació” la distància entre les dues ciutats es farà per mitja d’un mapa i no per càlcul real de la distància entre les dues ciutats.

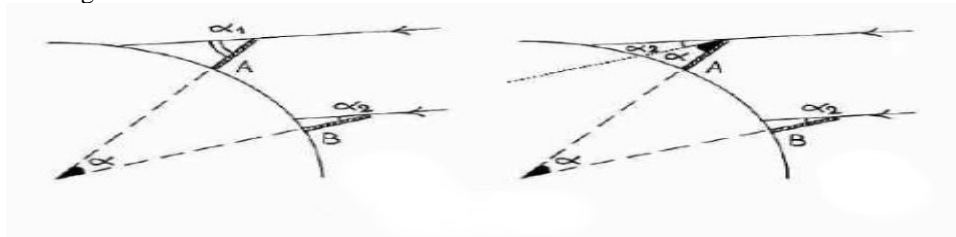
### Bases de la Experiència - 1

- El punt clau es determinar la diferència de latitud entre dos llocs A i B
- Si tenim la diferència de latituds “ $\alpha$ ” (en radians) i la distància “s” entre els llocs podem obtenir el radi de la terra “R”
- $R = s / \alpha$



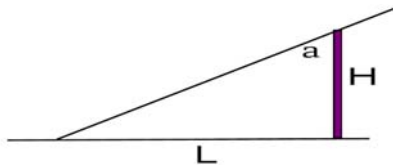
### Bases de la Experiència - 2

Si observem al mateix moment l’obra de dos bastons de la mateixa altura h als dos llocs A i B la diferència d’angles ens dona la diferència de latituds



### Bases de la Experiència - 3

Per determinar l’angle a cadascuna de les dues localitats A i B observarem l’ombra L del bastó de altura H a una hora determinada (Apèndix – 1)



Veiem per la figura que  
 $\text{tg } \alpha = L / H$  que ens permet trobar l'angle de inclinació  $\alpha$

### Material

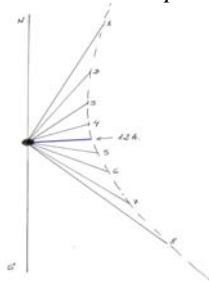
El material que necessitem per fer la experiència és:

- ✓Un bastó d'altura coneguda H (Apèndix 2) (La altura es pot deixar lliure i la compra per exemple a Servei Estació . Millor que sigui prismàtic per que les ombres quedaran mes definides
- ✓Una cinta mètrica per mesurar l'ombra
- ✓Una brúixola i un transportador d'angles (per poder representar posteriorment cap on va l'ombra)
- ✓Un rellotge i un telèfon mòbil per poder sincronitzar els moments de la observació.
- ✓Un full – preparat (Apèndix 3)– on anotar les observacions

*(Donat que és possible que a una de les dues localitats les condicions meteorològiques no siguin idònies, cal repetir la experiència varies vegades per poder tenir dades vàlides)*

### Apèndix 1

*La experiència surt millor si els angles son petits de manera que el millor moment per recollir les dades es a mig dia, quan el sol està en el punt mes alt i l'ombra per tant és mes petita. Això complica el problema de la seva determinació precisa. Per això el que es sol fer es determinar la direcció i la longitud de la ombra en diferents moments entorn al migdia, dibuixar aquests resultats a escala – o al mateix lloc si es pot – unir els extrems de l'ombra (que defineixen una hipèrbola) i prendre com valor al migdia el valor mes petit – l'ombra mes curta – i per això cal el semicercle i la brúixola per poder situar l'ombra respecte una direcció concreta – el Nord per exemple – tal com indica el gràfic.*



### Apèndix 2

*Al fer les proves per la experiència varem observar que a mesura que l'ombra s'aparta del bastó, es fa mes ampla, cosa que dificulta la determinació de la longitud de l'ombra per disminuir aquest efecte pensem dues solucions:*

- a) Fer que el bastó acabi amb una punta fina
- b) Fer que la altura final del bastó estigui definida, no per un punt sinó per un petit forat – que donarà un punt lluminós a l'ombra – i ajudarà a la perfecta determinació de la longitud per contrast amb l'ombra del propi bastó (fosca). Tal com indica el dibuix (s'ha dibuixat exagerat per que es vegi millor)

### Apèndix 3

Un possible full per anotar les observacions seria...

Nº	Dia/ Hora	H/cm	L/cm	$\alpha$	Observacions

### Resultats obtinguts:

LLEIDA, (latitud: 41,617°, longitud: 0,668°)

Nº	Dia/ Hora	H/cm	L/cm	$\alpha$	Observacions
1	25-02-05/13:35	80,1	99,3	51,11	Es va fer la mesura en el moment en que la direcció de l'ombra coincidia amb la direcció N-S (migdia solar a Lleida)

PARÍS, (latitud: 48,833°, longitud: 2,33)

Nº	Dia/ Hora	H/cm	L/cm	$\alpha$	Observacions
1	25-02-05/13: 05	60,5	98,0	58,31°	Es va fer la mesura en el moment en que la direcció de l'ombra coincidia amb la direcció N-S (migdia solar a París)

L'angle de l'arc de circumferència ( $\Delta\alpha$ ) comprés entre Lleida i París:

$$\Delta\alpha = 58,31^\circ - 51,11 = 7,20^\circ \quad \Delta\alpha = \mathbf{0,626 \text{ rad}}$$

Per tal de conèixer la distància entre Lleida i París es tindrà en compte que la longitud d'un meridià terrestre és de 40.007 km. Tenint en compte que una circumferència són 360°, la distància entre dos punts d'un mateix meridià és pot saber a partir de l'equivalència següent:

$$1^\circ \equiv 111,11 \text{ km}$$

La diferència de latituds entre París i Lleida és igual a:

$$48,833^\circ - 41,617 = 7,21^\circ$$

La distància entre París i Lleida és:

$$s = 7,21^\circ \times 111,11 = \mathbf{802 \text{ km}}$$

El radi de la Terra (R) que s'obté:

$$R = \frac{s}{\Delta\alpha} = \frac{802}{0,126} = 6365 \text{ km}$$

$$\mathbf{R = 6365 \text{ km}}$$



25-02-05/13: 35 IES Guindàvols - Lleida

Alumnes de primer i de segon de batxillerat amb la professora Lourdes Codina



25-02-05/13: 05 “ La Villette , PARÍS ”

Seminari de Formació de Formadors de Física i Química de Catalunya..  
Vegeu a l'Emili Llorente

### **Bibliografia**

Es poden trobar a Internet força pàgines en que es descriu la experiència de Eratóstenes i es proposen activitats per reproduir d'alguna manera la seva mesura. Entre elles considerem:

[http://www.inrp.fr/lamap/activites/projet/eratos\\_esp/guide-es.htm](http://www.inrp.fr/lamap/activites/projet/eratos_esp/guide-es.htm)

<http://www.galeon.com/casanchi/rec/eratos.htm>

<http://enebro.cnice.mecd.es/~jhep0004/Paginas/ElenManu/ERATOSTENES.htm>