

sa in alto a destra di Planetario) di almeno 30°-40° dalla Luna.

Il programma calcola automaticamente le correzioni per il semidiametro della Luna ed eventualmente del Sole.

### MISURAZIONI CON LA LUNA PIENA

Quando la Luna è prossima a essere piena, bisogna fare attenzione a discernere quale dei due lembi sia quello illuminato. Il form Planetario ci può venire in aiuto per stabilire se la Luna sia crescente o decrescente, e quindi regolarsi se il lembo illuminato sia rispettivamente quello occidentale od orientale, ma se la Luna venisse indicata come piena potremmo ingannarci e misurare la tangenza sul lembo sbagliato. In tal caso l'errore nello stabilire l'ora esatta sarà di circa un'ora.

### TOLLERANZE NEGLI ERRORI

Per il calcolo dell'ora la distanza angolare deve essere ampia almeno 14°. La data deve essere corretta, quindi l'orario che verrà ricavato deve essere relativo alla data immessa: per cui, se si è in vicinanza della mezzanotte (in ore di Greenwich) e non si è ben sicuri sulla data, immettere quella del giorno precedente; solo se l'orario ricavato mostrerà che la mezzanotte fosse già passata cambiare la data e ricalcolare l'ora.

Per quanto riguarda invece le coordinate stimate, la distanza angolare viene influenzata dalla parallasse e quest'ultima varia in base al luogo di osservazione. Pertanto le coordinate del punto stimato non possono essere troppo differenti da quelle reali, ma ad ogni modo un errore di 100-150 miglia non porta apprezzabili differenze nell'orario finale. Oltretutto qualora si utilizzino le distanze lunari per calcolare la propria posizione e non solo l'ora esatta, il software usa le coordinate trovate come nuovo punto stimato e ripete automaticamente il calcolo, per poi ripetere il processo altre tre volte, correggendo sempre i nuovi istanti calcolati e le nuove coordinate stimate. Ma a noi saranno visibili soltanto l'ora esatta e le coordinate finali.

### UN ESEMPIO PRATICO: IL CALCOLO DELL'ORA

Il giorno 9 ottobre 2002, dal punto di coordinate 41°54'N 12°29'E, misuriamo la distanza angolare tra la Luna e il Sole, che è di 42°23,5'. L'errore d'indice vale 1'. Vogliamo sapere a che ora abbiamo effettuato la misurazione. Cliccando sul pulsante "Calcola l'ora" otteniamo 11hh 40mm 43ss UT.

Calcolo dell'ora esatta e delle coordinate col metodo delle distanze lunari

Inserire le coordinate della propria posizione stimata e la data.

Latitudine gradi: 41 minuti: 54 Nord Longitudine gradi: 12 minuti: 29 Est  
 Giorno: 9 Mese: 10 Anno: 2002 Prua vera: 0 Velocità propria: 0 Corrente (direzione verso cui va): 0 Velocità: 0

Inserire la distanza angolare misurata col sestante fra il lembo illuminato della Luna ed il centro dell'astro di riferimento (se fosse il Sole deve toccare esternamente il lembo illuminato della Luna). Possibilmente scegliere un astro che abbia una declinazione simile a quella lunare.

Astro di riferimento: Sole Distanza fra la Luna e l'astro di riferimento: Gradi: 42 Minuti e dec.: 23.5  
 Errore d'indice in primi: 1

Calcola l'ora **09/10/2002 11hh. 40mm. 43ss. UT**

OSSEVAZIONI CELESTI E NAVIGAZIONE ASTRONOMICA

II ESEMPIO PRATICO: IL CALCOLO DELL'ORA E DELLE COORDINATE

L'11 ottobre 2002 vogliamo calcolare l'ora e le nostre coordinate da un punto imprecisato del Mar Tirreno. Non abbiamo l'orologio. L'errore d'indice del sestante vale 1', l'altezza sull'orizzonte è di 2,5 metri. La barca procede su una prua di 090° con una velocità di 5 nodi, la corrente va verso Sud e ha un'intensità di 1 nodo.

A una prima osservazione approssimata, vediamo che la distanza angolare fra la Luna e il Sole è di circa 70°, le altezze della Luna e del Sole sull'orizzonte valgono poco più di 20°. Ci prepariamo a misurare col sestante i valori esatti, facendo molta attenzione alla misurazione più importante, quella della distanza angolare fra la Luna e il Sole, che quindi eseguiremo per prima.

1. La distanza angolare misura 69°53,5'.
2. Dopo 30 secondi (se non abbiamo neanche un orologio non regolato contiamo 1001, 1002, etc. fino a 1030) l'altezza del lembo inferiore del Sole è di 20°51'.
3. Dopo ulteriori 30 secondi l'altezza del lembo superiore lunare è di 22°26'.

Inseriamo il punto stimato 41°50'N 11°50'E, poi clicchiamo sul pulsante "Calcola l'ora" (questo passaggio può anche essere saltato), e otteniamo 14hh47mm52ss, quindi su "Calcola le coordinate e aggiorna l'ora", e otteniamo:

**Calcolo dell'ora esatta e delle coordinate col metodo delle distanze lunari**

Inserire le coordinate della propria posizione stimata e la data

Latitudine gradi:  minuti:  Nord  
 Longitudine gradi:  minuti:  Est  
 Giorno:  Mese:  Anno:  Prua vera:  Velocità propria:  Corrente (direzione verso cui va):  Velocità:

Inserire la distanza angolare misurata col sestante fra il lembo illuminato della Luna ed il centro dell'astro di riferimento (se fosse il Sole deve toccare esternamente il lembo illuminato della Luna). Possibilmente scegliere un astro che abbia una declinazione simile a quella lunare.

Astro di riferimento:  Distanza fra la Luna e l'astro di riferimento:  Gradi  Minuti e dec.:   
 Errore d'indice in primi:

**Calcola l'ora**

Prima osservazione		Seconda osservazione	
Tipo di orizzonte		Tipo di orizzonte	
<input checked="" type="radio"/> Orizzonte naturale		<input checked="" type="radio"/> Orizzonte naturale	
<input type="radio"/> Orizzonte artificiale diretto (a bolla o giroscopico)		<input type="radio"/> Orizzonte artificiale diretto (a bolla o giroscopico)	
<input type="radio"/> Orizzonte artificiale riflesso (bacinella)		<input type="radio"/> Orizzonte artificiale riflesso (bacinella)	
Astro osservato		Astro osservato	
<input type="text" value="Sole (lembo inferiore)"/>		<input type="text" value="Luna (lembo superiore)"/>	
Secondi trascorsi della distanza lunare: <input type="text" value="30"/>		Secondi trascorsi della distanza lunare: <input type="text" value="60"/>	
Altezza dell'astro		Altezza dell'astro	
<input type="text" value="20"/> Gradi	Dati atmosferici	<input type="text" value="22"/> Gradi	Dati atmosferici
<input type="text" value="51"/> Primi	Pressione in hPa.: <input type="text" value="1013"/>	<input type="text" value="26"/> Primi	Pressione in hPa.: <input type="text" value="1013"/>
Errore d'indice in primi: <input type="text" value="1"/>	Temperatura in C°: <input type="text" value="15"/>	Errore d'indice in primi: <input type="text" value="1"/>	Temperatura in C°: <input type="text" value="15"/>
Elevazione sul proprio orizzonte in m.: <input type="text" value="2.5"/>		Elevazione sul proprio orizzonte in m.: <input type="text" value="2.5"/>	

**40°11,0'N 10°12,3'E** Alle ore UT:  Raggio d'incertezza:

Le coordinate sono  $40^{\circ}11,0'N$   $10^{\circ}12,3'E$ , l'ora a cui era stata rilevata la distanza tra il Sole e la Luna era 14hh44mm07ss; le coordinate sono relative alla seconda misurazione, un minuto dopo. Il raggio d'incertezza vale 4,0 miglia. Col metodo delle distanze lunari il significato del raggio d'incertezza è leggermente differente da quello studiato finora. Innanzi tutto non prende in considerazione gli errori che intervengono nella misurazione delle altezze; va inteso come il raggio di quel cerchio in cui è altamente probabile che ci troviamo. La sua ampiezza è inversamente proporzionale alla qualità della distanza lunare misurata.

Volendo, è anche possibile sfruttare il riferimento temporale ottenuto per procedere alle opzioni consentite dal form Sestante, come il calcolo con tre misurazioni, le rette e le bisettrici d'altezza. Tuttavia è bene sfruttare l'orario che si è ottenuto dopo il calcolo della posizione, in quanto l'esattezza di quello ottenuto prima è troppo dipendente dalla correttezza del punto stimato.

*Nota: è importante ricordare che gli astri di cui misuriamo le altezze possono anche essere differenti dalla Luna e dall'astro preso per riferimento nella distanza lunare.*

#### CONSIDERAZIONI SPECIFICHE ED ELIMINAZIONE DELL'ERRORE TEMPORALE RIMANENTE

Nella realtà, l'ora esatta in cui era stata misurata la distanza lunare nell'esempio precedente era 14hh 43mm 47ss, le coordinate reali erano  $40^{\circ}11,3'N$   $10^{\circ}17,2'E$ , a 121 miglia nautiche dal punto stimato. Dopo un minuto erano diventate  $40^{\circ}11,3'N$   $10^{\circ}17,3'E$ , a 3,8 miglia nautiche di distanza dalle coordinate da noi calcolate e all'interno del cerchio d'incertezza. L'errore temporale ammonta a 20 secondi.

Riassumendo, la potenza del metodo delle distanze lunari è tale che, senza conoscere l'ora e con un punto stimato a più di 120 miglia dalla realtà, siamo stati in grado di ricavare le nostre coordinate con un errore minore di quattro miglia e l'ora esatta con uno scarto di 20 secondi. Tale risultato è senz'altro eccellente, ed è dovuto principalmente all'esattezza della distanza lunare misurata, in secondo luogo alle numerose iterazioni svolte da *Cielo* per migliorare la precisione delle coordinate a fronte del rimanente errore temporale. Non sempre riusciremo a raggiungere una tale precisione, soprattutto in considerazione del fatto che non è molto agevole misurare la distanza angolare di un astro dalla Luna. Viceversa gli intervalli di tempo fra le osservazioni possono essere determinati con una precisione minore e, per durate brevi, come per quelle dell'esempio appena fatto, possono essere calcolate anche mentalmente: contando fino a 30 e sbagliando del 20%, l'errore temporale sulle due osservazioni ammonta a 6 secondi, valore ancora accettabile.

Si può anche annullare quasi del tutto l'errore del tempo calcolato con le distanze lunari. Si procede in questo modo. Si sincronizza un orologio sull'orario ottenuto dopo il calcolo della posizione, nel nostro esempio 14hh44mm07ss. Successivamente (anche qualche ora dopo) si osservano quasi contemporanea-