

Si se coloca el lápiz en el punto opuesto del horizonte, esto es del lado de mediodía, trazará otro paralelo, que, cortando también a la eclíptica en dos puntos igualmente distantes del solsticio de invierno, indicará la ruta que debe seguir el sol sin salir y sin parecer en el horizonte del lugar propuesto; y este número de grados dará á conocer el número de los días, mirando en el horizonte, el círculo de los meses en que los días de cada mes se hallan indicados por grados enfrente de los grados correspondientes á la eclíptica.

## USO XIX.

*Hallar la hora del principio, de la duración y del fin del crepúsculo, en un lugar propuesto, como Paris, en el tiempo de los equinoccios.*

Supongamos que se halle el sol en el primer grado de libra, estando Paris en su latitud de  $49^{\circ}$ ; colóquese el primer grado bajo el meridiano, el estilo horario á las 12, ó medio día, y el vertical en el zenit del lugar; vuélvase el globo y el vertical juntamente de occidente á oriente, de modo que se correspondan el primero y el diez y ocho, mírese despues la hora indicada por el estilo, y hallaráse que las 4 y 8 minutos corresponden al punto en que raya el alba; sustráigase esta cantidad de 6 horas, pues á las 6 sale el sol, y el resto será 1 hora y 52 minutos, que será la duración del crepúsculo tanto de la mañana como de la tarde. Si á la hora de ponerse el sol que también es á las 6, se añaden 1 hora y 52 minutos, duración del crepúsculo, resultará 7 horas y 52 minutos, para el fin del crepúsculo.

No hay que olvidar que la determinacion crepuscular es de  $18^{\circ}$  bajo el horizonte, y que, cuando se opera con el vertical, ó el cuadrante, se le supone fijo en el zenit del lugar; así, en este ejemplo, debe estar al  $49^{\circ}$  de latitud.

## USO XX.

*Hallar en qué tiempo del año hay el crepúsculo mas corto en un lugar dado, como por ejemplo, Paris.*

De los  $18^{\circ}$  del vertical que sirven para los crepúsculos, colóquese el nono en Paris, y despues adelantese ó retrocedase la chapa hasta que el vertical corte perpendicularmente al meridiano de esta ciudad; entónces la declinacion del sol, señalada por esta chapa sobre el meridiano fijo, será de  $9^{\circ}$  poco mas ó me-

nos, lo que responde al décimo grado de piscis, y al décimonono grado de libra, esto es el fin de Febrero, y al 12 de Octubre, tiempo en que suceden los mas cortos crepúsculos en Paris.

## USO XXI.

*Hallar cuanto tiempo se está sin oscuridad completa en ciertos lugares.*

Desde el ecuador hasta  $48^{\circ} 30'$  de latitud, las 24 horas del día natural se hallan divididas en luz tanto solar como crepuscular y oscuridad completa; pero desde esta latitud hasta el círculo polar, hay un cierto tiempo en que no hay oscuridad completa, esto es, en que se confunden los crepúsculos de la noche y de la mañana.

Para hallar cuanto tiempo se permanece sin oscuridad completa en una ciudad situada mas allá de esta latitud, por ejemplo, en Lóndres, que se halla á  $51^{\circ} 31'$ , colóquese el meridiano opuesto al de esta ciudad, esto es, el círculo de media noche bajo el meridiano fijo; estando el globo en este estado, póngase en acción la chapa del vertical en el meridiano fijo, hasta que el  $18^{\circ}$  crepuscular se halle precisamente en la posición de esta ciudad; entónces los grados contados en el meridiano desde 0 hasta la chapa, indicarán la declinacion del sol, que se hallará á  $20^{\circ}$  grados á corta diferencia. Ahora bien, esta declinacion conviene al 22 de Mayo, y al 21 de Julio, lo que da un espacio de 60 días, durante los cuales Lóndres se halla sin oscuridad completa.

## USO XXII.

*Hallar en el globo la posición de todos los lugares relativamente á un lugar particular.*

De todas las maneras de ver el globo, la mas importante es considerarlo,  $1^{\circ}$  bajo su relacion con los cuatro puntos cardinales, norte, mediodía, oriente y occidente;  $2^{\circ}$  de distinguir todas las regiones que presenta con sus situaciones respectivas. La Francia se halla al occidente de Alemania y al mismo tiempo al Sud de las islas Británicas; la Alemania se halla al occidente de la Polonia, al oriente de la Francia y al norte de la Italia.

Deberán distinguirse, pues, las regiones situadas entre estos cuatro puntos cardinales; la España al mediodía de la Francia, considerada con relacion al mediodía, y también al occidente con

relacion al occidente. Pero como la España no se halla precisamente al mediodia, ni al occidente de la Francia, estando situada entre el mediodia y el occidente, diráse que la España se halla al sud-oeste de la Francia, y que, al contrario la Francia se halla al nordeste de la España.

Para bien conocer en el globo la situación de los lugares con relacion á estos mismos puntos cardinales, es preciso saber que el ecuador y los círculos de latitud, que le son paralelos, señalan precisamente todos los lugares que están al oriente y al occidente unos de otros, y que los meridianos indican los que están al norte y mediodia unos con respecto á otros. Así todos los lugares situados en el ecuador ó en uno de sus paralelos son orientales ú occidentales entre sí, y los colocados en el mismo meridiano son septentrionales ó meridionales, unos con respecto á otros. Todos los demas declinan de estos cuatro puntos cardinales, segun su mayor ó menor distancia.

Por este motivo se halla dividido el plano del horizonte en 52 partes iguales, que representan los 32 vientos para el uso de la navegacion, con los nombres que les han dado los pilotos de diferentes naciones.

Para hallar la situación de todos los lugares con respecto á un lugar particular, como Paris, colóquese Paris, en la chapa del vertical en el zenit del globo; condúzcase el vertical al oriente, de modo que su estremidad responda al punto del oriente en el horizonte; entónces todas las regiones, sobre las cuales pasa, están al oriente de esta ciudad, y por medio de los grados marcados en este cuadrante, podrán conocerse todos los lugares que se hallan á una igual distancia, llevándolos al rededor del horizonte y observando los lugares que se encuentran en el mismo grado 49.

## USO XXIII.

*Hallar la hora que es en toda la tierra á una hora dada, en un lugar propuesto.*

Supongamos que en Paris son las 8 de la mañana; estando Paris en su latitud bajo el meridiano y el estilo horario á las 8 de la mañana, dése vuelta al globo hácia el occidente, si los lugares están al oriente, haciéndose pasar sucesivamente bajo el meridiano; repárese la hora que el estilo indica en cada uno de ellos en particular. y esta hora será la hora del lugar que se halla bajo el meridiano. Veráse de este modo que cuando, en Paris,

son las 8 de la mañana, son cerca de las 9 en Roma, cerca de las 10 y 15' en Constantinopla, las 10 y 30 minutos en el Cairo, etc. Pero si los lugares son occidentales, colóquese el estilo horario en las 8 de la noche, vuélvase el globo hácia el oriente, obsérvese la hora indicada en cada lugar que llega bajo el meridiano, y se verá que cuando en Paris, son las 8 de la mañana, no son mas que las 7 en Lisboa, sobre las 6 y 45' en el Cabo verde, 2 y 15' en Quebec, las 12 de la noche en México, etc.

## USO XXIV.

*Hallar el dia y la hora que es en Paris, cuando es medía noche en Goa, en la costa occidental de la península de la India.*

Colóquese á Goa bajo el meridiano, quedando Paris en su latitud; veráse que la de Goa es de  $15^{\circ} 31'$ , que es preciso tomar por la declinacion boreal del sol, á la cual responden el 10mo. de tauro, el 20mo. de leo, que son los lugares del sol el 30 de Abril y el 12 de Agosto; vuélvase el globo hácia el oriente, hasta que se halle Paris bajo el meridiano, y el estilo indicará las 7 y 37' de la mañana; de modo que el 30 de Abril y el 12 de Agosto, al mismo tiempo que son las 7 y 37' de la mañana en Paris, es mediodia en Goa, y el sol está en su zenit.

## USO XXV.

*Hallar el meridiano ó la longitud de un lugar en que son las 7 y 30' de la tarde, cuando son las 11 de la mañana, por ejemplo en Pekin, capital de la China.*

Póngase á Pekin bajo el meridiano y el estilo horario á las 11 de la mañana, vuélvase el globo hácia el occidente, hasta que se halle el estilo á las 7 y 30 minutos de la tarde; el grado del ecuador que se vé bajo el meridiano es el  $88^{\circ}$  de longitud occidental bajo el cual se encuentra el Nuevo México, de que es capital Santa-Fé en la América septentrional, y en esta ciudad son las 7 y 30 minutos de la tarde, cuando son las 11 en Pekin.

Si las 7 y 30 minutos son en lo concerniente á la mañana, vuélvase el globo hácia el oriente, hasta que esté el estilo á las 7 y 30' de la mañana; entónces tendráse bajo el meridiano el  $84^{\circ}$  de longitud oriental, bajo el cual son las 7 y 30 minutos de la mañana cuando son las 11 en Pekin.

*Hallar en qué día y en qué mes sale y se pone el sol al mismo tiempo en dos ciudades propuestas.*

Levántese ó bájese el polo hasta que se hallen en el horizonte oriental las dos ciudades, para lograr el tiempo del ocaso del sol. Repárese la altura del polo que se tomará para la declinacion septentrional del sol: búsquese el día y el mes que á esta declinacion convienen, y se verá que este astro se pone al mismo tiempo en Paris y en Cartageoa, en Murcia el 9 de Mayo y 1º de Agosto.

Por lo tocante á la salida, tómese la misma altura del polo para la declinacion meridional, con la cual se tendrán los dos días y los dos meses correspondientes á esta declinacion; los días que se hallarán serán el 11 de Noviembre y el 30 de Enero, días en que sale el sol al mismo tiempo en estas dos ciudades.

La resolucion de la proposicion seria imposible si la altura del polo á la que debe ser igual la declinacion fuese mayor que la mayor declinacion del sol. Por este motivo Roma y Paris no pueden ver al mismo tiempo la salida y ocaso del sol.

## USO XXVII.

*Hallar la duracion del día en un lugar situado á 23º 28' sobre el ecuador, esto es, bajo el trópico de Cáncer.*

Sean, por ejemplo, Siena ó Asuan en Egipto. Colóquese esta ciudad en el horizonte hácia el oriente, y el estilo á las 12 á media noche, en la parte baja del círculo horario, llévase despues Asuan al horizonte hácia el oriente; y el estilo indicará 14 horas. Describirá el lugar un círculo paralelo al ecuador, y el 22 de Junio, esto es, cuando entra el sol en el primer grado de Cáncer lo verá pasar en su zenit en un sentido contrario.

Un mero círculo CC, dando la medida de los arcos diurnos, puede servir de globo. Divídase cada uno de los paralelos que pasan de una parte á otra de la circunferencia, en 12 partes iguales, para representar las 12 horas, ó la mitad de la revolucion diaria.

Desde el punto indicado 14, en que está situado Asuan, hasta el eje A, hay 6 partes ó 6 horas. Desde este eje, hasta el otro eje B, se cuentan aún seis horas; pero de estas últimas horas, es preciso restar lo que se halla bajo el horizonte solar, pues es lo que se halla en la oscuridad y la noche, y puede valer sobre 5

horas. Queda el ángulo formado por el eje A y el horizonte solar HS, lo que da aún una hora de día que es preciso señalar á las otras seis. Pero como no se vé en este círculo mas que la mitad de su revolucion, es preciso doblar esta suma, y se tendrá por lo tocante á Asuan, 14 horas de día y 10 horas de noche. Este método puede servir de regla para todos los demas puntos, y aplicarse al progreso del día y de la noche, en el hemisferio meridional, de lo cual resulta la prueba que la desigualdad de las estaciones y de los días, en una palabra, todas las variaciones del cielo, son una consecuencia del trasporte anual de la tierra al rededor del sol, y de su revolucion en 24 horas sobre su eje dirigido invariablemente hácia el norte.

## USO XXVIII.

*Hallar bajo qué grado de latitud se halla cada clima.*

Ademas de las zonas, los geógrafos dividen también la superficie de la tierra en círculos paralelos al ecuador. Llámense *climas* los espacios comprendidos entre estos círculos. Hay dos suertes de climas: unos de media hora y los otros de mes.

Los climas de media hora son aquellos en los cuales el día es mas largo de una media hora ó de varias, que bajo el ecuador. El día en el ecuador es de 12 horas; así el paralelo, bajo el cual el día mas largo será de 12 horas y media, terminará el primer clima; de la misma manera, bajo otro paralelo mas distante del ecuador, el día mas largo, siendo de 13 horas, el espacio comprendido entre el primero y el segundo paralelo será el segundo clima. Fácil es ver que siendo nuestro día mas largo de 16 horas, y por consiguiente de cuatro horas ó de ocho medias horas mas largo que bajo el ecuador, fácil es de ver que Paris se halla colocado á fines del octavo clima. Bajo el círculo polar, siendo el día mas largo de 24 horas, el círculo polar es pues el término del vigésimo cuarto clima.

Cuéntanse 48 climas de media hora, de los cuales 24 se hallan en la parte septentrional y los otros 24 en la parte meridional.

Mas allá de los círculos polares, conforme es menor la distancia de los polos, aumentan los días por meses. Los climas de meses son los que se hallan comprendidos entre paralelos, dispuestos de tal modo, que al fin de cada uno de estos climas, son los días mas largos de unos ó muchos meses; y como bajo el polo dura el día seis meses, débese concluir que hay climas de meses, desde los círculos polares hasta los polos. Así débense con-

tar doce climas de meses, seis en la parte septentrional de la tierra, y seis en su parte meridional.

Los climas, tanto los de media hora, como de meses, no tienen la misma anchura. Mientras mas se acercan al ecuador, mas anchos son los climas de media hora; al contrario los climas de meses son tanto mas anchos cuanto mas se acercan á los polos.

Para comprender porqué los climas de media hora son tanto mas anchos cuanto mas se acercan al ecuador, es necesario observar, 1º que el dia mas largo para nosotros, sucede cuando el sol describe el trópico de cáncer, y que este dia es tanto mas largo cuanto mayor es el arco del trópico comprendido sobre el horizonte; 2º que el sol, por su movimiento diurno, recorre, durante cada hora, un arco de  $15^\circ, 6' 7'' 30'$  en media hora. Así para que el dia mas largo del año sea media hora mayor que bajo el ecuador, es necesario que el arco diurno del trópico sea de  $7^\circ 30'$ , mayor que el arco diurno del ecuador, que siempre es de  $180^\circ$ ; 3º es preciso observar que la altura del polo siendo igual á la latitud, la altura del polo aumenta como su latitud.

Fundados en estos principios, supongamos que bajo el ecuador se halla una persona, y que se adelanta hasta que llega bajo el paralelo en que el dia mayor será de 12 horas y media. Será preciso que marche hasta que el polo visible se halle levantado sobre el horizonte de la cantidad necesaria para que el arco diurno del trópico sea de  $187^\circ 30'$ . Supongamos que el mismo observador se adelanta aún hasta que llegue bajo el paralelo en que el dia mayor será de 13 horas; necesario será que marche hacia el polo hasta que esté levantado el polo de la cantidad necesaria, para que el arco diurno del trópico sea de  $195^\circ$ . Ahora bien, el espacio que debe recorrerse en esta segunda posición será menor, esto es, menos ancho que en el primer caso; porque bastará al polo una elevación menor. El mismo razonamiento debe hacerse con respecto á la anchura de todos los demas climas de media hora, desde el ecuador hasta el círculo polar.

De la misma manera, para comprender porqué los climas de meses son tanto mayores cuanto mas cercanos se hallan á los polos, necesario es observar que cuando se haya elevado el polo visible de  $66^\circ 30'$ , hay un grado de la eclíptica que permanece siempre sobre el horizonte, y por consiguiente, cuando estará el sol en este grado, quedará en el horizonte durante 24 horas, pues recorre, á corta diferencia, un grado de la eclíptica por dia. Ahora bien, los que habitan bajo el círculo polar tienen elevado el polo de  $60^\circ 30'$ ; luego su dia mayor será de 24 horas. Establecido esto, si un observador, colocado en el círculo polar, quiere

hallar el paralelo bajo el cual el dia mayor será de un mes, será preciso que se adelante hacia el polo visible hasta que se halle bastante elevado para que el arco de la eclíptica, que no bajará bajo el horizonte, sea de  $30^\circ$  mayor que bajo el paralelo precedente. Será preciso, en este segundo caso, que se halle levantado el polo algo mas de  $1^\circ 30'$ . Ahora bien el espacio que será necesario recorrer, será mayor que el necesario para llegar del círculo polar al primer paralelo bajo el cual, el dia mayor no será mas que de un mes, porque necesario será al polo mayor elevación. El mismo razonamiento debe hacerse, con respecto á los demas climas de mes, desde el círculo polar hasta el polo en que el dia mayor es de seis meses.

## CLIMAS ENTRE EL ECUADOR Y LOS CIRCULOS POLARES.

CLIMAS.	El dia mas largo.	Latitud.	Anchura.	CLIMAS.	El dia mas largo.	Latitud.	Anchura.
1	12 h. $\frac{1}{2}$	$8^\circ 34'$	$8^\circ 34'$	13	18 h. $\frac{1}{2}$	$60^\circ 0'$	$1^\circ 33'$
2	13	$16^\circ 44'$	$8^\circ 10'$	14	19	$61^\circ 19'$	$1^\circ 19'$
3	13 $\frac{1}{2}$	$24^\circ 12'$	$7^\circ 28'$	15	19 $\frac{1}{2}$	$62^\circ 26'$	$1^\circ 7'$
4	14	$30^\circ 48'$	$6^\circ 36'$	16	20	$63^\circ 23'$	$0^\circ 57'$
5	14 $\frac{1}{2}$	$36^\circ 31'$	$5^\circ 43'$	17	20 $\frac{1}{2}$	$64^\circ 10'$	$0^\circ 47'$
6	15	$41^\circ 24'$	$4^\circ 53'$	18	21	$64^\circ 50'$	$0^\circ 40'$
7	15 $\frac{1}{2}$	$45^\circ 32'$	$4^\circ 8'$	19	21 $\frac{1}{2}$	$65^\circ 22'$	$0^\circ 32'$
8	16	$49^\circ 2'$	$3^\circ 30'$	20	22	$65^\circ 48'$	$0^\circ 26'$
9	16 $\frac{1}{2}$	$52^\circ 0'$	$2^\circ 58'$	21	22 $\frac{1}{2}$	$66^\circ 7'$	$0^\circ 19'$
10	17	$54^\circ 30'$	$2^\circ 30'$	22	23	$66^\circ 21'$	$0^\circ 14'$
11	17 $\frac{1}{2}$	$56^\circ 38'$	$2^\circ 8'$	23	23 $\frac{1}{2}$	$66^\circ 29'$	$0^\circ 8'$
12	18	$58^\circ 22'$	$1^\circ 49'$	24	24	$66^\circ 32'$	$0^\circ 3'$

## CLIMAS ENTRE LOS CIRCULOS POLARES Y LOS POLOS.

Estension de los dias.	Latitud.	Estension de los dias.	Latitud.
meses.		meses.	
1	$67^\circ 17'$	4	$78^\circ 2'$
2	$69^\circ 39'$	5	$83^\circ 20'$
3	$74^\circ 18'$	6	$90^\circ 0'$