que atraviesa el rio de Colima, y no pasa por dentro de la capital del lado del Poniente. Es de muy regular construccion, de buen gusto y de la mayor comodidad.

El territorio cuenta con escelentes minerales, con los criaderos de sal de que hace abundante comercio con los Estados limítrofes, y aun fuera de ellos, por el famoso puerto del Manzanillo, que se halla á la parte de la costa cercana de su límite occidental con Jalisco. Tiene numerosas crias de ganado de toda especie en las haciendas y ranchos, y sus principales frutos de Agricultura son: el maiz, frijol, trigo, y otras semillas que se cambian y exportan por el Manzanillo, con gran ventaja del territorio y aumento de su comercio y riqueza.

PROBLEMAS

QUE SE RESUELVEN

POR EL GLOBO TERRESTRE.

Problema I. *Representar las tres posiciones de la esfera.*

Resolucion. 1. Muèvase el meridiano hasta que los dos polos estén en el horizonte, cada uno en su punto respectivo. El globo en esta posicion representará la esfera recta; es fácil ver que no hay sino una sola posicion de la esfera recta.

2. Muévase el meridiano hasta que el Ecuador se confunda con el horizonte. De este modo el globo representará la esfera paralela. Como el meridiano puede moverse en dos diferentes direcciones elevando cualquiera de los pòlos, es evidente que hay dos posiciones para la esfera paralela.

3. Elévese cualquiera de los polos á cualquiera altura menor de 90°, y el globo representará la esfera oblicua. Es claro que son innumerables las posiciones posibles de la esfera oblicua.

Prob. II. *Dado un sitio, hallar su latitud y longitud.*

Res. Despues de haber hallado el sitio en el globo, vuélvase éste, hasta que el tal sitio venga al meridiano de bronce. El grado del meridiano al cual corresponda, será su latitud, y el grado del Ecuador que corte el meridiano, será su longitud.

Ejemplo. *¿Cuál es la latitud y longitud de Paris y Roma?*

Res. De Paris, 48° 50' lat. N., y 2° 25' long. E. De Roma, 41° 53' lat. N., y 12° 34' long. E.

Prob. III. *Conocida la latitud de un sitio, rectificar el globo con respecto á dicho sitio.*

Res. Elévese el polo que corresponda á la latitud dada, el mismo número de

grados que sea la latitud. El globo representará la posicion de la esfera con respecto á dicha latitud y estará rectificado.

Prob. IV. *Conocida la latitud de un sitio, hallar todos los sitios que tienen la misma latitud que él.*

Res. Tráigase el sitio dado al meridiano (1), y nótese su latitud; vuélvase el globo sobre su eje. Todos los sitios que pasen bajo el mismo grado del meridiano, tendrán la misma latitud.

Prob. V. *Hallar la diferencia de latitud entre dos sitios cualesquiera.*

Márquese en el meridiano la latitud de cada sitio: cuéntense los grados comprendidos entre las dos latitudes, y su número espresará la diferencia pedida. El cálculo para la resolucion del problema es muy fácil, porque los dos sitios, ó bien están en el mismo hemisferio, ó en diferentes. En el primer caso debemos restar a latitud menor de la mayor; y en el segundo se deben sumar ambas.

Ejemplo. *¿Cuál es la diferencia de latitud entre Lóndres y Roma?*

Res. 9° 58'.

Prob. VI. *Conocida la longitud de cualquier sitio, hallar todos los sitios que tienen la misma longitud.*

Res. Tráigase el sitio al meridiano, y todos los sitios que estén á lo largo de la línea del meridiano desde un polo al otro, tendrán la misma longitud, puesto que todos ellos corresponden al mismo grado del Ecuador.

Prob. VII. *Hallar cuántas millas hacen un grado de longitud en cualquier paralelo de latitud.*

Res. Siendo los paralelos de latitud mas y mas pequeños desde el Ecuador á los polos, es claro que los grados de longitud son tambien proporcionalmente mas y mas pequeños. Bajo el Ecuador, siendo cada grado parte de un círculo máximo, tiene 60 millas geográficas. Bajo el polo, la estension de un grado se reduce á cero, y en otro cualquier paralelo intermedio, es proporcionado á la distancia á que esté del Ecuador.

Para resolver el problema por el globo con algun grado de exactitud, debe procederse como sigue.

Póngase el cuadrante de altura paralelo al Ecuador entre dos cualesquiera meridianos que difieran 15° en longitud á la latitud dada. Ahora, como cada grado del cuadrante interceptado entre ellos vale 60 millas, porque pertenece á un círculo máximo, si multiplicamos su número por 60 y partimos el producto por 15, el cociente será el número pedido.

Ejemplo. *¿Cuántas millas geográficas tiene un grado de longitud á la latitud de 60°?*

Res. 30.

Prob. VIII. *Reducir á tiempo cualquier longitud dada.*

Res. Como la tierra por su movimiento de rotacion presenta al sol todos sus meridianos unos tras otros, es claro que sus habitantes deben contar diferentes horas segun la diferencia de sus longitudes. Cuando el sol llega á cualquier meridiano, es medio dia para todos aquellos que están bajo de su línea. Quince grados al Este de él cuentan la una de la tarde; las dos á 30°; las tres á 45°, y así prosiguiendo desde que el sol pasó su meridiano. Los que habitan hácia el Oeste, cuentan las diferentes horas de la mañana en la misma proporcion á la diferencia de su longitud. Tal es la correspondencia entre el tiempo y la longitud, que puede sustituirse aquel por ésta; de modo, que decir que un sitio está una hora al Este de otro, ó que está 15° al Este de él, es una misma cosa. Como esta sustitucion se hace con frecuencia, es preciso que sepamos tambien hacer fácil uso de ella. No debemos omitir aquí el decir que el sol en su revolucion diaria anda 15° cada hora, y un grado en cuatro minutos. Entendido esto, ninguna dificultad ofrece la cuestion, y para resolverla, procederemos como sigue. Cuéntese una hora por cada 15° contenidos en la longitud dada; multiplíquese por 4 el número de grados que quede, y el producto será el número de minutos de tiempo, á los cuales debe añadirse un minuto mas por cada 15 minutos de grado que haya. Si aun quedan algunos minutos de grado, multiplíqueselos tambien por 4, y dará los minutos segundos de tiempo etc,

Ejem. *Se pide reducir á tiempo* 63° 36' 48".

Res. En 63° hay cuatro veces 15°, igual á 4 horas, y escribo 4; multiplico por 4 los 3° que quedan, y saco 12 minutos de tiempo, y como los 36' de grado dados valen dos minutos de tiempo, los añado á los 12 que saqué antes, y compondrán 14 minutos de tiempo; aun quedan 6' que multiplicaremos igualmente por 4, y darán 24 segundos de tiempo, á los cuales añadiremos 3 mas, porque en los 48" dados, cabe el 15 tres veces, y compondrán 27 minutos de tiempo. Por último, aun quedan 3", que multiplicados tambien por 4, dan 12 minutos terceros de tiempo; de modo, que los 63° 36' 48" componen 4 horas, 14 minutos, 27 segundos y 12 terceros de tiempo.

Prob. IX. *Reducir á longitud cualquier tiempo dado.*

Res. Cuéntense 15° por cada hora y añádase un grado por cada 4 minutos. Si quedan algunos minutos, multiplíquense por 15, y se tendrá el número de minutos de grado, á los cuales debe añadirse uno por cada 4 segundos de tiempo; y continúese como antes.

Ejem. *Pídese reducir á grados de longitud 4 horas, 46 minutos, 30 segundos 24 terceros.*

Res. Las 4 horas multiplicadas por 15, dan 60°, á los que añadiremos 11° mas por 44 minutos y harán 71°. Aun quedan 2 minutos de tiempo que multiplicados por 15, dan 30', á los que añadiremos 7' mas por 28 segundos de tiempo, y harán 37'. Todavía quedan 2 segundos, que multiplicados por 15 dan 30", y añadiéndoles 6' por los 24 terceros salen 36"; de modo que diremos que las 4 horas, 46 minutos 30 segundos 24 terceros componen 71° 37' 36".

Prob. X. *Dada la hora que es en dos sitios, hallar su diferencia en longitud.*

Res. Calcúlese en tiempo la diferencia entre los dos sitios, y en seguida redúzcase á grados de longitud por el problema IX.

(1) *Siempre que no se esprese otra cosa, se entenderá por meridiano el de bronce.*

Ejem. *Cuando son las 3 y 43 minutos de la tarde en Paris, en Madrás cuentan las 8 horas 57 minutos 32 segundos tambien de la tarde. ¿Cuál es, pues, la diferencia en longitud entre estos dos sitios?*

Res. La diferencia en tiempo es 5 horas 12 minutos 32 segundos=78° 8'.

Prob. XI. *Dado un sitio y en él la hora, hallar qué hora es en otro sitio cualquiera.*

Res. Tráigase el sitio cuya hora se conoce al meridiano; póngase el índice ó círculo horario á la hora dada; vuélvase el globo hasta que el otro sitio venga al meridiano, y el índice señalará la hora pedida.

Ejem. *Cuando en Lóndres son las doce del dia, ¿qué hora es en Nankin en la China?*

Res. Las 8 de la noche.

Prob. XII. *Hallar el lugar ó sitio del sol en la eclíptica, en cualquier dia del año.*

Res. Búsquese en el horizonte el dia dado; márquese qué signo y grado corresponde á dicho dia. Hállese el mismo signo y grado en la eclíptica y se encontrará en ella el sitio del sol para el dia dado.

Ejem. *¿Cuál es el sitio del sol en la eclíptica el 14 de Julio?*

Res. 22° de Cáncer.

Prob XIII. *Dado el sitio del sol en la eclíptica, hallar el dia del año.*

Res. Hállese en el horizonte el signo y grado en que se supone estar el sol y á su lado estará el dia que se busca.

Ejem. *¿En qué dia del año está el sol en los los 4° de Capricornio?*

Res. El 25 de Diciembre.

Prob. XIV. *Hallar cuatro dias en el año, uno en cada tres meses; en que el Sol tenga la misma declinacion Norte ó Sur.*

Res. Hállense los cuatro puntos de la eclíptica que están á igual distancia de la equinoccial y de los solsticios, los cuales se hallan tres meses distantes uno de otro, y tienen el mismo grado de declinacion.

Prob. XV. *Dada cualquiera latitud, hallar la altura meridiana del sol en cualquier dia del año.*

Res. Rectifíquese el globo á la latitud dada; búsquese en la eclíptica el sitio del sol y tráigasele al meridiano; cuéntense los grados que hay entre el horizonte y el punto del meridiano que corta el sitio del sol, y su número espresará la altura pedida. Pero téngase presente que como el sol no puede estar mas elevado que el zenit, si la altura hallada saliese mayor de 90°, debe contarse al otro lado del meridiano.

Ejem. *¿Cuál es la altura meridiana del sol el 31 de Mayo en Lóndres?*

Res. 60½°.

Prob. XVI. *Conocida la altura meridiana del sol en un dia y sitio cualquiera, hallar la latitud del sitio.*

Res. Búsquese el sitio del sol en el dia dado y tráigasele al meridiano; muévase el globo en la direccion Norte ó Sur, hasta que el punto del meridiano que corta el sitio del sol corresponda á la altura supuesta, y quedará el globo rectificado á la latitud pedida.

Ejem. *¿En qué latitud es la altura meridiana del sol 79½° el 4 de Junio?*

Res. 32° 45' lat. N.

Prob. XVII. *Señalada cualquiera latitud fuera de la zona tórrida, hallar la mayor y menor altura meridiana del sol.*

Res. La mayor altura meridiana del sol es cuando llega al solsticio del verano, despues de cuyo punto disminuye diariamente hasta llegar al solsticio del invierno. Despues de haber rectificado el globo á la latitud señalada, tráigase al meridiano cualquiera de los solsticios, y en seguida calcúlese su respectiva altura (problema XVIII); pero téngase presente que el solsticio del verano para los que viven en el hemisferio boreal, es el principio de Cáncer y el de Capricornio para los que viven en el austral.

Ejem. *¿Cuál es la altura meridiana del sol en los solsticios á la latitud de Lóndres?*

Res. En el solsticio del verano 61° 57'. En el del invierno 15° 1'.

Prob. XVIII. *Señalado cualquier sitio en la zona tórrida, hallar cuál será en él la menor altura meridiana del sol.*

Res. Todos los habitantes que viven en la zona tórrida tienen ciertos dias del año el sol en su zenit; de donde se infiere que la cuestion no puede ser acerca de su mayor altura, la cual sabemos ya que es de 90°, elevacion á la que jamas llega en las otras zonas. Otra circunstancia particular de la zona tórrida es que el sol consigue su mayor elevacion dos veces al año, puesto que pasa dos veces por el zenit. Tambien es de reparar, que los dias en que esto sucede nada tienen de comun con los solsticios, sino que estriban enteramente en la situacion del sitio entre los trópicos. Por lo que hace á la menor altura meridiana del sol, la solucion del problema es la misma para esta zona que para las templadas.

Rectifíquese el globo á la latitud; tráigase al meridiano el punto del solsticio del hemisferio opuesto, y calcúlese la altura como antes.

Ejem. *¿Cuál es la menor altura meridiana del sol en Goa. 15° 21' lat. N?*

Res. 51° 1.'

Prob. XVIX. *Señalado un sitio en donde el sol tiene un cierto grado de altura meridiana en cualquier dia particular del año, hallar otro sitio en donde en el mismo instante tenga el sol la misma altura meridiana.*

Res. Márquese el punto del meridiano que corta el sitio del sol; tráigase al meridiano el sitio dado; cuéntese en este círculo cuántos grados está distante del sol; tómese el mismo número de grados en direccion opuesta, de modo que quede el sol exactamente en el medio. Ahora bien, es evidente que se observará el sol desde este sitio, y el primero á la misma elevacion, puesto que ambos están á igual distancia de él, y ambos contarán tambien medio dia, una vez que están bajo el mismo meridiano.

Ejem. *El 25 de Agosto se observa en Lóndres la altura meridiana del sol 49° 4'. ¿En qué otra latitud se observa la misma en el mismo instante?*

Res. En la lat. N. 33° 21'.

PROB. XX. *Conocida la altura meridiana del sol en cualquier dia y sitio, hallar todos los sitios en donde tiene el sol esta misma altura en el mismo instante.*

RES. Rectifíquese el globo por la declinacion del sol, y tráigase el sitio señalado al meridiano; fíjese el cuadrante de altura al punto del meridiano que corresponde á la declinacion del sol; póngasele sobre el sitio señalado y márquese el punto de contacto. Ahora bien, si damos vuelta al cuadrante, el punto sobre el sitio describirá en el globo un círculo proporcionado á la distancia del sitio al sol. Desde todos los diferentes puntos del círculo se observará el sol en aquel instante á la misma elevacion, puesto que todos están igualmente distantes de él. Será medio dia en aquellos dos puntos que estén bajo el meridiano; pero en los otros puntos contarán diferentes horas segun la diferencia de longitud, cuyas horas pueden hallarse si se quiere por el problema XI.

EJEM. *El 20 de Octubre la altura meridiana del sol en Paris es 40°. ¿Desde qué otros sitios del globo se ve en aquel instante á 40°?*

PROB. XXI. *Dado un dia cualquiera del año, hallar en qué paralelo de latitud deja el sol de tener altura meridiana alguna, ó de aparecer sobre el horizonte ni aun al medio dia.*

RES. Búsquese el sitio del sol para el dia dado y tráigasele al meridiano; elévese el polo opuesto al sitio del sol hasta que este sitio toque al horizonte, y estará el globo rectificado á la latitud que se busca.

EJEM. *¿En qué latitud deja de tener el sol elevacion alguna el 18 de Noviembre?*

RES. A los 36° lat. N.

PROB. XXII. *Conocido el dia en que cesa de tener altura alguna el sol, como por el problema anterior, hallar en qué otro dia principiará otra vez el sol á aparecer sobre el horizonte.*

RES. Rectifíquese el globo á la latitud y désele vueltas. Otro punto en la parte ascendiente de la eclíptica tocará el horizonte en donde el meridiano le intercepta, y el dia que corresponda á este punto principiará el sol á aparecer sobre el horizonte.

EJEM. *¿En qué dia se eleva otra vez el sol sobre el horizonte á los 69½° lat. N.?*

RES. El 19 de Febrero.

PROB. XXIII. *Dada la latitud y la hora del dia, hallar la altura del sol.*

RES. Rectifíquese el globo á la latitud; tráigase el sitio del sol al meridiano; póngase el círculo horario á las doce y désele vueltas al globo hasta que el índice señale la hora dada. Póngase el cuadrante de altura sobre el sitio del sol y cuéntense los grados comprendidos entre él y el horizonte, y éstos espresarán la altura buscada.

EJEM. *¿Cuál es la altura del sol en Lóndres, el 31 de Mayo á las diez de la mañana?*

RES. 52½°.

PROB. XXIV. *Conocida la latitud, el dia del mes y la altura del sol, hallar la hora del dia.*

RES. Rectificado el globo á la latitud, tráigase el sitio del sol al meridiano; póngase el índice horario á las doce, y vuélvase el globo hasta que el sitio del sol esté exactamente en la elevacion supuesta. El índice manifestará la hora pedida. Pero nótese que como el sol tiene la misma elevacion dos veces al dia, esto es, por la mañana y por la tarde, puede responder la cuestion á dos diferentes horas.

EJEM. *¿A qué horas es la altura del sol en Lóndres 44½° el 14 de Julio?*

RES. A las 9 de la mañana y á las 3 de la tarde.

Nota. Conocida la altura del sol en cualquier hora, es fácil hallar á qué hora tendrá el sol otra vez la misma altura, bien sea repitiendo la operacion para el otro medio dia, ó contando desde el medio dia el mismo espacio de tiempo; pues es evidente que la altura del sol es la misma á las once de la mañana que á la una de la tarde, á las diez de la mañana, que á las dos de la tarde etc.

Dada la latitud y el dia, seria igualmente fácil hallar por el mismo método á qué horas viene el sol á una elevacion particular cualquiera.

PROB. XXV. *Hallar la distancia entre dos sitios cualesquiera.*

RES. Póngase el cuadrante de altura sobre los dos sitios propuestos; cuéntense los grados interceptados entre ellos. Si se multiplican por 60, se tendrá la distancia en millas geográficas; y si se multiplican por 20, en leguas marinas.

EJEM. *¿Cuál es la distancia entre Lóndres y Viena en millas geográficas?*

RES. 660.

PROB. XXVI. *Dado un sitio, hallar sus Antecos, Periecos y Antípodas.*

RES. Tienen estos puntos tal carácter de reciprocidad que es fácil hallarlos en el globo.

I. *Antecos.* Será muy fácil hallar los habitantes de la tierra llamados así, respecto de un sitio cualquiera por la siguiente descripcion.

Convienen con dicho sitio en contar las horas del dia y en la duracion del dia mayor y el menor, que es precisamente la misma; pero tienen las estaciones enteramente opuestas. De aquí es que cuando en un sitio es verano, en el otro es invierno; cuando primavera en el primero, otoño en el segundo y así de lo demás. Tal es la reciprocidad de oposicion en las estaciones y los dias de los dos sitios comparados, que la duracion del dia en el uno es siempre igual á la duracion de la noche en el otro.

De esta descripcion es fácil deducir que los Antecos de cualquier sitio deben hallarse *bajo el mismo meridiano y en el mismo grado de latitud; pero en el hemisferio opuesto.*

II. *Periecos* Los habitantes de la tierra que se llaman así, con respecto á un sitio cualquiera, convienen con los de dicho sitio en la duracion de los dias y las noches y en el órden de las estaciones; pero están enteramente opuestos en contar las horas del dia, pues cuando en el sitio supuesto es medio dia, en el otro se cuenta media noche; cuando mañana en el primero, tarde en el otro y así de lo demas.

Por todo lo cual tambien es fácil inferir que los Periecos de cualquier sitio se hallan *en el mismo grado de latitud y en el mismo hemisferio; pero bajo meridianos opuestos.*

III. *Antípodas.* Los Antípodas de un sitio cualquiera convienen con los del otro solo en la duracion de su dia mayor y menor, pues están enteramente opuestos en contar las horas del dia y el órden de las estaciones. Luego es claro que los Antípodas de cualquier sitio deben buscarse *en el mismo grado de latitud; pero bajo el meridiano y hemisferio opuesto.*

Nota. El meridiano opuesto se puede hallar dando vueltas al globo hasta que el índice del círculo horario haya andado doce horas.

PROB. XXVII. *Manifestar la distincion entre los habitantes de la tierra conocidos con los nombres de Ascios, Anfiscios, Heteroscios y Periscios.*

RES. I. Los que viven entre los trópicos tienen el sol dos veces al año en su zenit y por consiguiente sobre su cabeza. En el momento en que esto sucede, los objetos que alumbra el sol no arrojan sombra alguna, y á estos se les llama *Ascios*, que quiere decir *sin sombra*. De donde se infiere, que los habitantes de la zona tórrida son *Ascios* en ciertos tiempos del año.

II. Como el sol en el curso de su revolucion anua pasa alternativamente desde un trópico al otro, se sigue que los habitantes colocados entre estos dos círculos, le ven al medio dia, una vez en la direccion del Norte y otra en la del Sur, y hallándose sus sombras siempre en direccion opuesta al sol, se dirigen por supuesto unas veces hácia el Norte y otras hácia el Sur. Por lo que los habitantes de la zona tórrida se llaman tambien *Anfiscios*, que quiere decir que tienen sus sombras dirigidas á ambos lados.

III. Una vez que el sol jamas se aleja del Ecuador mas allá de los trópicos, los habitantes de la tierra que viven mas allá de estos círculos, le ven al medio dia invariablemente en la misma direccion; á saber, al Norte ó al Sur, segun en el hemisferio en que vivan. Por lo mismo los habitantes de las zonas templadas tienen siempre su sombra meridiana señalando á uno de estos dos puntos, por lo que se llaman *Heteroscios;* esto es, que arrojan sus sombras siempre á un lado solo.

IV. Mas allá de los círculos polares, se halla el sol en un tiempo del año sobre el horizonte sin ponerse jamas durante un cierto número de dias y aun meses. Todo este tiempo circula al rededor del horizonte sin descender bajo de él; por consiguiente, la sombra de los objetos que alumbra dan la vuelta tambien al rededor en direccion contraria, por cuya razon se llama á los habitantes *Periscios*, que quiere decir sombra circular. Los habitantes de las zonas frígidas ó heladas son Periscios.

PROB. XXVIII. *Dado un dia cualquiera del año, hallar todos los sitios en donde el sol estará vertical este dia.*

RES. Tráigase el sitio del sol al meridiano, nótese en este los grados que le corresponden, y dése vueltas al globo. Todas las partes del globo que pasen bajo el grado notado, tendrán sucesivamente el sol vertical en aquel dia.

EJEM. *¿Sobre qué partes del globo está el sol vertical el 12 de Febrero?*

RES. Sobre todos los sitios que están á $13\frac{1}{2}°$ lat. S.

PROB. XXIX. *Conocido el dia y la hora en un sitio particular cualquiera, hallar en donde estará el sol vertical en aquel mismo tiempo.*

RES. Hállese la declinacion del sol en el dia dado y nótesela en el meridiano; tráigase el sitio dado al meridiano; póngase el círculo horario á la hora supuesta y vuélvase el globo hasta que el índice señale las doce. El punto del globo que corresponda con el grado marcado en el meridiano, tendrá el sol vertical á la hora señalada.

EJEM. *¿En dónde está el sol vertical el 11 de Mayo cuando son las cinco y cuatro minutos de la tarde en Lóndres?*

RES. Sobre Puerto Real en Jamaica.

PROB. XXX. *Dado el dia y la hora, hallar todos los sitios de la tierra en donde está saliendo el sol; los en que se está poniendo; los en que es mañana ó tarde; los que tienen medio dia ó media noche; los en que es de dia ó de noche; los que tienen el crepúsculo de la mañana ó de la tarde, y los que están en total oscuridad.*

RES. Para entrar á resolver este problema es necesario entender primero de qué modo alumbra el sol á la tierra.

La tierra, por su movimiento de rotacion, presenta al sol sus diferentes meridianos unos despues de otros, mientras que el sol mismo parece moverse por la eclíptica y cambiar su declinacion. El efecto de estos movimientos es que las partes iluminadas de la tierra continuamente están mudando de lugar. Una mitad del globo está siempre iluminada por el sol; pero cada dia, cada hora da á la parte alumbrada una nueva posicion y un nuevo aspecto. El punto, pues, que hay que resolver es determinar con evidencia esta precisa posicion en cualquier tiempo dado.

Hállese por el problema anterior el sitio en donde el sol está vertical á la hora supuesta. Tráigase el sitio al meridiano y póngase en el zenit rectificando el globo á su latitud. El globo representará entonces la exacta posicion de la tierra con respecto al sol al tiempo supuesto, y pueden verificarse los fenómenos siguientes.

Toda aquella parte de la tierra que está en el hemisferio superior, está vuelta hácia el sol y por consiguiente iluminada. Estando la otra mitad en el hemisferio inferior, se halla privada de luz. Todos los sitios que están á lo largo del meridiano tienen medio dia, y los que se hallan bajo el meridiano opuesto tienen media noche. Los sitios que tocan el borde occidental del horizonte, se hallan ahora pasando al hemisferio alumbrado, por cuya razon está saliendo el sol para ellos, y contarán sucesivamente las horas de la mañana hasta que lleguen al meridiano. Todos los que tocan el borde oriental del horizonte han tenido las diferentes horas de la tarde, y como están ya pasando al hemisferio no alumbrado, pierden de vista al sol que para ellos se está poniendo. En fin, todos los sitios que no se hallen 18° bajo del horizonte, gozan del crepúsculo de la mañana ó de la tarde; mientras que los que se hallen mas de 18° deprimidos, están en total oscuridad.

PROB. XXXI. *Conocida la latitud de cualquier sitio, hallar el tiempo de salir y ponerse el sol, y la duracion del dia y la noche en un dia cualquiera del año.*

RES. Rectifíquese el globo á la latitud propuesta; tráigase el sitio del sol al

meridiano; póngase el círculo horario á las doce, y tráigase el sitio del sol al borde oriental del horizonte, el índice manifestará el tiempo de salir el sol. Si se trae el sitio del sol al borde occidental del horizonte, el índice marcará la hora de su puesta.

Se tendrá la duracion del dia duplicando la hora de ponerse el sol, y la duracion de la noche duplicando la hora del salir. En esto no hay dificultad, pues como el dia y la noche juntos componen 24 horas, basta saber la duracion del uno para sacar la correspondiente á la otra y vice versa.

Ejem. *¿Cuál es el tiempo de salir y ponerse el sol y la duracion del dia y de la noche en Lóndres el 20 de Abril?*

Res. El sol sale á las 4 y 45 minutos, y se pone á las 7 horas y 15 minutos. El dia tiene 14½ horas, y la noche 9½.

Prob. XXXII. *Hallar la duracion del dia y de la noche mas larga, mas corta en una latitud cualquiera.*

Res. Los dias mas largos y mas cortos del año son los dos de los solsticios, por cuya razon para la solucion del problema no se necesita mas que rectificar el globo á la latitud propuesta, y se hallará el tiempo de salir el sol y de ponerse en los dias de los solsticios como el problema XXXI.

Ejem. *¿Cuál es la duracion del dia mas largo y del mas corto del año en la latitud de San Petersburgo?*

Res. El dia mas largo es de 18 horas y 30 minutos, y el mas corto de 5 horas y 30 minutos.

Prob. XXXIII. *Dado un sitio en la zona frígida, hallar cuántos dias permanecerá el sol sin ponerse ó sin salir.*

Res. Rectifíquese el globo á la latitud del sitio; vuélvase el globo sobre su eje, y obsérvense los dos puntos de la eclíptica que tocan el horizonte cuando lo corta el meridiano. El sol está sin ponerse todo el tiempo que corresponde á la parte de la eclíptica que no desciende al hemisferio inferior.

Nota. Al ejecutar esta operacion, se habrá observado indudablemente que puede escusarse una parte, puesto que los dos puntos de la eclíptica que se buscan, cortarán siempre la parte inferior del meridiano en el mismo grado que espresa la latitud del sitio.

Ejem. *¿Cuántos dias permanece el sol sin ponerse en el cabo del Norte, en Lapland, latitud, 71° 10' N?*

Res. Desde el 15 de Mayo hasta el 27 de Julio; esto es, 74 dias.

Prob. XXXIV. *Dada la latitud y el dia, hallar la duracion del crepúsculo de la mañana y el de la tarde.*

Res. Es sabido que la total oscuridad no se verifica, á menos que la depresion del sol sea 18° bajo del horizonte. El punto que hay, pues, que resolver por el problema es en qué instante preciso tiene el sol aquella depresion, y esto se hallará con facilidad del modo siguiente.

Rectifíquese el globo á la latitud dada; tráigase el sitio del sol al meridiano, y póngase el índice á las doce. En seguida tráigase el sitio del sol á la parte oriental del horizonte, y márquese el punto de la eclíptica opuesto á él, y que por supuesto debe buscarse en la parte occidental del horizonte. Continúese bajando el sitio del sol hasta que el punto opuesto de la eclíptica haya ascendido 18°, que fácilmente se hallarán por medio del cuadrante. El sitio del sol estará evidentemente deprimido el mismo número de grados, y el índice señalará el principio del crepúsculo de la mañana. Fácilmente se concibe que lo mismo hay que practicar para hallar el fin del crepúsculo de la tarde.

Ejem. *¿A qué hora principia y acaba el crepúsculo de la mañana y el de la tarde en Lóndres el 12 de Mayo?*

Res. El de la mañana principia á la una y 20 minutos, y el de la tarde acaba á las 10 y 40 minutos.

Prob. XXXV. *Dada la latitud y el dia, hallar si el crepúsculo dura toda la noche.*

Res. Rectifíquese el globo á la latitud y tráigase el sitio del sol al meridiano inferior. Si está menos de 18° bajo el horizonte, es prueba de que el crepúsculo es continuo.

Ejemplo I. *¿Hay crepúsculo continuo en Lóndres el 1.° de Junio?*

Res. La depresion del sol á media noche es solamente 16° 21', por consiguiente, el crepúsculo dura toda la noche.

II. *¿Dura toda la noche el crepúsculo en el mismo Lóndres el 5 de Mayo?*

Res. La depresion del sol á media noche es de 22° 4', y por consiguiente no dura toda la noche.

Prob. XXXVI. *Hallar la latitud en que principia el crepúsculo continuo.*

Res. Tráigase el punto del solsticio del verano á la parte inferior del meridiano; elévese ó deprímase el polo hasta que este punto esté exactamente 18° bajo del horizonte, lo que se conocerá porque el otro solsticio estará entonces elevado 18° sobre el punto del Sur del horizonte. La elevacion del polo resultará ser de 48° 30', por cuya razon en esta latitud es donde se principia á gozar el beneficio del crepúsculo continuo.

Prob. XXXVII. *Hallar en que latitud principian y acaban los climas de media hora.*

Res. Ya se ha dicho que los climas de media hora terminan en los paralelos en que el dia mayor ó mas largo tiene 12½ horas, 13 horas, 13½ horas, etc., hasta el clima 24 en que el dia mas largo tiene 24 horas. Es muy fácil calcular cuál debe ser la hora de ponerse el sol en donde la duracion del dia del solsticio concuerda exactamente con los límites de cada clima.

Ejem. *¿En qué latitud termina el 6° clima?*

Res. En los 41° 24' de latitud donde el dia mas largo tiene 15 horas.

Prob. XXXVIII. *Dado un sitio cualquiera, determinar en qué clima se halla.*

Res. La solucion de este problema es fácil despues de entendidos los anteriores.

Ejem. *¿En qué clima está situado Dublin?*

Res. En el 10mo.

Prob. XXXIX. *Hallar los límites de los climas de los meses.*

Res. Hállese qué porcion de la eclíptica corresponde á uno, dos, tres, etc. meses de tiempo. Márquese cualquiera de los dos puntos en donde termina esta porcion, y tráigasela al meridiano inferior. Muévase el globo hasta que el mismo punto esté en el horizonte, y la elevacion del polo manifestará sucesivamente las latitudes que se buscan.

Ejem. *¿En qué latitud termina el segundo clima?*

Res. A los 69° 48' lat. y en la que permanece el sol por dos meses sobre el horizonte.

Prob. XL. *Dada cualquier latitud en la zona frígida, hallar á qué clima pertenece.*

Res. Vuélvase el globo sobre su eje y obsérvese qué dos puntos de la eclíptica interceptan al meridiano inferior en la latitud supuesta. Por la porcion de la eclíptica que está comprendida entre los mismos puntos, se inferirá fácilmente cuántos dias permanece el sol sobre el horizonte y por consiguiente á qué clima pertenece la latitud.

Ejem. *¿En qué clima están los 79° latitud N?*

Res. En el 5° clima de los meses.

Prob. XLI. *Esplicar por medio del globo la ecuacion del tiempo.*

Res. La *ecuacion del tiempo* es la diferencia que hay entre el tiempo que manifiesta un relox bien regulado, y el que indica un relox de sol. El primero, dividiendo el dia en 24 horas, mide exactamente el *tiempo igual ó verdadero.* El segundo, midiendo las horas del dia natural, que siempre varian, manifiestan solamente el *tiempo aparente.*

Acaso parecerá estraño que el sol no produce una medida exacta del tiempo, y que un dia natural no es siempre de 24 horas como generalmente se cree; pero no obstante ninguna cosa hay mas cierta. La astronomia ha demostrado que el sol no vuelve al meridiano cada dia, despues del mismo espacio de tiempo, y que el dia natural no es uniformemente de la misma duracion. Por observacion se halla ser exactamente de 24 horas solo dos veces al año. Todos los demas dias tienen diferente duracion, siendo algunas veces un poco mayores y otras un poco menores de 24 horas.

El *tiempo igual ó verdadero,* no es, pues, el que señala un buen relox de sol, sino el que manifiesta un relox bien regulado; y á fin de que el *tiempo aparente* que indica el del sol pueda concordar con el primero y usarse con utilidad cuando se requiera exactitud, debe corregirse diariamente por una nueva ecuacion.

La diferencia que se observa entre el *tiempo aparente* y el *verdadero* es el resultado de la combinacion de dos causas distintas, que separadamente tienden á alterar la duracion del dia; pero no concurren siempre con igualdad para producir el mismo efecto, pues algunas veces se contrapesan una á otra. Una de las causas es la oblicuidad de la eclíptica, y la otra, la desigualdad del movimiento anuo del sol.

I. La oblicuidad de la eclíptica por sí sola, debe alterar la duracion del dia natural. Si el movimiento del sol fuese en el Ecuador ó en un círculo paralelo á él, la revolucion de la tierra, que es uniforme, volveria á traer al meridiano en el mismo tiempo igual porcion de la órbita del sol, y en este supuesto, todos los dias del año serian invariablemente de la misma duracion; pero como la eclíptica corta al Ecuador oblicuamente, no puede ser este el resultado, y la rotacion de la tierra debe en tiempos iguales devolver al meridiano porciones desiguales de la eclíptica. Siendo su desigualdad necesariamente proporcionada al grado de oblicuidad, variará en cada punto de este círculo. Aun cuando el sol marche con regularidad por su órbita, volverá al meridiano algunas veces un poco antes, y otras un poco despues, y el dia natural será proporcionalmente mas corto ó mas largo.

Esto se puede fácilmente manifestar en un globo. Tráigase al meridiano el punto del equinoccio de la primavera que corta al Ecuador en el primer grado de la ascension recta; vuélvase el globo de Este á Oeste, hasta que lleguen al meridiano 10° de la eclíptica, teniendo grande oblicuidad esta parte de la eclíptica, la porcion del Ecuador correspondiente, y que tambien ha llegado ya al meridiano, resulta mas corta que la primera en cerca de un grado. Por esta sola causa volveria, pues, el sol al meridiano cerca de 4' antes, y un relox cualquiera que en el dia del equinoccio hubiese concordado con otro de sol, estaria ahora 4' mas atrasado que el sol. A los 20° de ♈ será 1½° la diferencia, y 2° á los 30°. A los 10° de ♉ es 2½°, próximamente lo mismo; á los 20 y 30° del mismo signo, se disminuye 2¼°, habiendo disminuido proporcionalmente la oblicuidad de la eclíptica. A los 10° de ♊, es menor de 2°, á los 20°, solamente 1¼°, y á los 30°, se reduce á cero.

Si los tres signos que siguen se someten á la misma operacion, se observará el siguiente resultado.

A los 10° de ♋, 10° y 40' del Ecuador han llegado al meridiano, y por consiguiente, volveria el sol á él casi tres minutos despues, ó atrasado, y un relox que hubiese ido bien con otro de sol el dia del solsticio, se adelantaria ahora con respecto al sol cerca de tres minutos. A los 20°, asciende la diferencia á 1½°, y á los 30° pasa ya de 2°. A los 10° de ♌ es de 2½°; lo mismo es próximamente á los 20°; y á los 30° del mismo signo, se ha disminuido á 2°. A los 10° de ♍ la diferencia no es mas que 1½°; 40', á los 20°; y otra vez se reduce á cero á los 30°.

Si continuásemos la operacion con lo demas de la eclíptica, observariamos el mismo resultado desde ♎ á ♑, que observamos desde ♈ á ♋, y desde ♑ á ♈ que el que observamos desde ♋ á ♎.

De este modo, suponiendo que la oblicuidad de la eclíptica solo influyese en la duracion del dia natural, el relox se atrasaria al sol desde los equinoccios á los solsticios, y se adelantaria desde los solsticios á los equinoccios, y nunca iria con el sol sino el 20 de Marzo, el 21 de Junio, el 23 de Setiembre y el 1.° de Diciembre Pero hay una segunda causa para la desigualdad de los dias que combinándose con la primera, altera necesariamente los resultados anteriores. Esta causa es la desigualdad del movimiento anuo del sol, cuyo efecto nos toca ahora examinar.

II. No siendo la órbita que aparentemente describe el sol en los cielos un cír-

culo perfecto, sino una elipse, la velocidad de su movimiento varía continuamente. La mayor es, cuando el sol está mas inmediato á la tierra, ó en su *perigeo* [9° de ♑]. En esta época avanza en su órbita á razon de 1° 1' 9", 9 en el espacio de 24 horas. Despues que ha pasado este punto, su velocidad disminuye gradualmente, hasta que llega al punto de su mayor distancia, ó su *apogeo* [9° de ♋]. Su velocidad es entonces la mínima y no describe mas que 57' 11", 5 de su órbita en 24 horas. Despues de esto vuelve su velocidad á aumentarse de nuevo hasta que alcanza su perigeo, en que su velocidad otra vez es la máxima.

No siendo, pues, uniforme el movimiento del sol, su desigualdad, sin contar con otras causas, debe evidentemente producir un efecto en la duracion del dia natural; pues cuando su velocidad sea la mayor debe en el mismo espacio de tiempo adelantarse mas hácia el Este, y por consiguiente debe volver mas tarde al meridiano. Cuando su velocidad sea la menor debe suceder lo contrario, y volverá al meridiano proporcionalmente mas pronto. En una palabra, si la desigualdad del movimiento del sol obrase sola en la duracion del dia natural, se observarian constantemente los siguientes efectos. Cuando el sol esté en su perigeo, los relojes, el comun y el de sol irán uniformes. Desde el perigeo al apogeo conservando el sol un esceso de velocidad, el relox comun se adelantará al de sol. En el apogeo el relox de sol y el comun irán acordes otra vez; finalmente, desde el apogeo al perigeo no habiendo aun el sol balanceado su esceso de lentitud, el relox comun iria atrasado con el de sol.

Sucede, pues, 1.° que si fuese solo la oblicuidad de la eclíptica la que debiese considerarse, un relox comun y otro de sol jamás irian acordes sino cuatro dias del año, á saber, los dos dias de los equinoccios, y los dos de los solsticios: 2.° que si la desigualdad del movimiento del sol fuese la única causa que obrase en la duracion del dia, el relox comun y el de sol jamas irian acordes sino cuando el sol estuviera en su apogeo ó perigeo [el 1.° de Julio y 31 de Diciembre]. Pero como se combinan las dos causas, viene el resultado á ser diferente, como puede verse en la tabla de la ecuacion. Los dos dias en que la diferencia es mayor, son el 5 de Noviembre, en que el relox va atrasado al sol en poco mas de 16 minutos, y el 10 de Febrero, en que se adelanta al sol en cerca de 15 minutos. Los dias en que no hay ecuacion, y en que conviene el relox con el sol, son el 15 de Abril, el 15 de Junio, el 31 de Agosto y el 24 de Diciembre.

TABLA

— DE LA —

ECUACION DEL TIEMPO. (1)

MESES.	Dias.	Ecuac.	MESES.	Dias.	Ecuac.
		MINTS.			MINTS.
Enero,	1	4+		15	4
	3	5		20	3
	5	6		24	2
	7	7		28	1
	9	8		31	0
	12	9			
	15	10	Setiembre,	3	1—
	18	11		6	2
	21	12		9	3
	25	13		12	4
	31	14		15	5
Febrero,	10	15		18	6
	21	14		21	7
	27	13		24	8
Marzo,	4	12		27	9
	8	11		30	10
	12	10	Octubre,	3	11
	15	9		6	12—
	19	8+		10	13
	22	7		14	14
	25	6		19	15
	28	5		27	16
Abril,	1	4	Noviembre,	15	15
	4	3		20	14
	7	2		24	13
	11	1		27	12
	15	0		30	11
			Diciembre,	2	10
	19	1—		5	9
	24	2		7	8
	30	3		9	7
Mayo,	13	4		11	6
	29	3		13	5
Junio,	5	2		16	4
	10	1		18	3
	15	0		20	2
	20	1+		22	1
	25	2		24	0
	29	3			
Julio,	5	4		26	1+
	11	5		28	2
	28	6		30	3
Agosto,	9	5			

(1) + *Este signo denota que el relox se adelanta al sol — Este, que se atrasa.*

CUESTIONES.

I. Habiéndose comprado un relox á condicion de prueba, se puso con el sol el 1.° de Setiembre. Tres semanas despues, comparado con un relox de sol, se halló que atrasaba 7 minutos. El 13 de Octubre atrasaba ya 14 minutos, y el 3 de Noviembre se habia aumentado el atraso hasta 16 minutos; pero como un mes despues habia ganado ya 7 minutos, se pregunta, ¿tendrá el comprador motivo para desconfiar en su relox?

R. Al contrario, el relox ha medido perfectamente el tiempo.

II. Un relox que se suponia andar siempre muy arreglado, se sometió á la prueba siguiente: El 1.° de Mayo se puso con el sol. Un mes despues, comparado con otro de sol, iba perfectamente con el sol, y vuelto á comparar el 1.° de Julio, aun iba arreglado con él. Se pregunta, ¿ha andado bien el relox todo este tiempo?

R. El relox anduvo bien durante el primer mes, pero en el segundo atrasó seis minutos.

INDICE.

PAGS.

INTRODUCCION, ó sea, Compendio de la historia de la Física. 1

LECCION I. Consideraciones generales acerca de la física; sus relaciones con las demas ciencias; importancia de sus aplicaciones, y esposicion de los medios empleados en diferentes tiempos para adelantar en su estudio. . . 1

LEC. II. Clasificacion de las propiedades de los cuerpos, haciendo notar la necesidad de estudiar separadamente las que únicamente pertenecen á la materia; las que esclusivamente corresponden á los cuerpos, y las que son comunes á unos y otra.—Esplicacion de los tres estados en que los cuerpos se presentan. 3

LEC. III. Estension.—Consideraciones acerca del modo de medirla, y esplicacion del nonius ó vernier.—Impenetrabilidad.—Medios esperimentales para hacer constar esta propiedad en los tres estados de los cuerpos, ya sea respecto de los de estado semejante, ya con los de estado diferente. . 5

LEC. IV. Porosidad.—Razones para admitirla en todos los cuerpos, y esperimentos que lo confirman.—Divisibilidad.—Diferencia que presenta esta propiedad considerada matemática ó fisicamente.—Razones y hechos que prueban que la divisibilidad física no es ni puede ser indefinida. . . 8

LEC. V. Compresibilidad.—Medios de asegurarnos de que esta propiedad reside en todos los cuerpos, y determinacion de la ley que se manifiesta en los gases.—Elasticidad.—Esperimentos que prueban que esta propiedad es general en los cuerpos, y clasificacion de los mismos con respecto á esta propiedad. 10

LEC. VI. Inercia.—Esplicacion de sus leyes, é influencia de esta propiedad para modificar siempre la accion de las fuerzas.—Movilidad.—Esplicacion de esta propiedad.—Gravedad considerada solo como una causa de movimiento.—Cohesion.—Dureza.—Maleabilidad.—Ductilidad. 13

Mecánica de sólidos.

LEC. VII. Esplicacion de lo que entendemos por fuerza, de lo que se da el nombre de resultante y de componentes.—Diferentes casos que ocurren en el problema general de la composicion de fuerzas. 17

LEC. VIII. Determinacion de la resultante en las fuerzas concurrentes cuando se hallan situadas en un mismo plano. 18

LEC. IX. Determinacion de la resultante de las fuerzas paralelas cuando van en un mismo sentido. 20