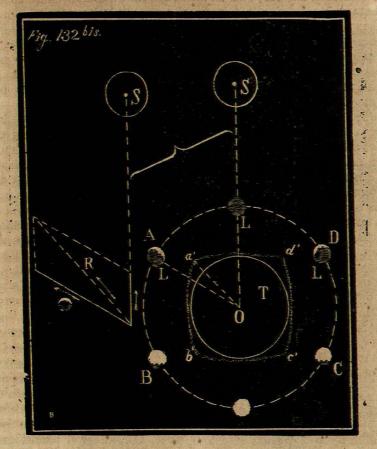
cion de fuerzas debiera, al parecer, verificarse en los plenilunios, cuando el Sol obra en un sentido diametralmente opuesto al de la Luna; mas como cada uno de los dos astros al mismo tiempo que eleva las aguas en el hemisferio sobre que se halla, las eleva tambien, segun hemos dicho anteriormente, en el opuesto, no se destruyen recíprocamente, sino que se unen entre sí, para producir el mismo efecto: por esta razon, los cálculos de las mareas se hacen, cual si entrambos astros se hallaran sobre un mismo hemisferio. Con todo, la experiencia nos euseña que la accion directa es más eficaz que la inversa; pues que siempre en los plenilunios suben las mareas ménos que en los novilunios, en igualdad de fuerzas atractivas.



Además, se deduce del mismo principio que la pleamar no siempre se verifica despues que la Luna haya pasado por el meridiano de

un lugar, sino que ya antes, ya despues, ó al mismo tiempo, segun lo reclame la diagonal del expresado paralelógramo, cuya direccion será por cierto muy distinta, cuando la Luna marche sobre nuestro horizonte tras del Sol, como sucede en su primer cuarto, de cuando marche delante de él en su postrer cuarto. Para aclarar nuestra idea sea S la posicion del Sol, al medio dia (fig. 132 bis) L la de la Luna en sus cuartos respectivos, A B C D de su órbita. Cuando hácia su primer cuarto esté en A, la pleamar se verificará en a', es decir, despues de haber pasado la Luna por el meridiano: cuando despues de su último cuarto se halla en D, la pleamar será en d, es decir, antes que la Luna alcance al meridiano. Y por cuanto mientras la misma recorre el segundo cuarto, habrá tambien pleamar simultáneamente en b' y en c', ella se realizará antes que la Luna llegue al meridiano: además, en alguno de los dias intermedios la pleamar coincidirá con su paso por el mismo. En todo caso siempre la direccion de la pleamar será indicada por la resultante R. Este órden de mareas, confirmado por la observacion, es constante; pero la hora se anticipará ó retardará, segun fuera el establecimiento del puerto, ley á que se sujeta inviolablemente la naturaleza.

218. Llámase establecimiento del puerto la hora en que tiene lugar la pleamar en cualquier punto al tiempo de aquella sizigia, en la cual se encuentran simultáneamente el Sol y la Luna en el Ecuador, hallandose en su distancia media de la Tierra. Y como que este conjunto de circunstancias rara vez concurre, se toma como tal el término medio de un gran número de observaciones de las mareas correspondientes á las sizigias. Debe entenderse por marea de las sizigias aquella que alcanza mayor altura en cada una de ellas: la cual retarda dos ó tres mareas, segun la opinion comun de los autores. Sin embargo, en virtud de las observaciones hechas en algunos puntos determinados, como p. e. en el mar de Chiloé, aunque muchas se han atrasado solamente por tres mareas, otras se han atrasado tan solo por dos, y no han faltado algunas que se han atrasado solamente una ó ninguna, y alguna hasta se le ha anticipado. Bien puede ser esta una excepcion por las circunstancias locales de aquellos canales tan extensos, que rematan en la gran ensenada del rio Relocanví. En general, es de advertir que rarísima vez coincide la pleamar con el momento crítico de la sizigia; y el que se le anticipe ó no por algunas horas, influirá quizás en este trascendental fenómeno, cuya causa nos es aún desconocida. De creer es que ella sea análoga á la de los siguientes fenómenos, no ménos singulares é im-

219. De ordinario las mareas son más altas en las costas que en

alta mar, mayores en las costas escabrosas y entrecortadas que en las de playas tendidas y corridas por largas distancias; y tanto mayores, cuanto aquellas distan más del ecuador; y por último, en las occidentales son menores que en las orientales. Por consiguiente, en nuestra América son menores en las costas del Pacífico que en las del Atlántico: en la Patagonia más altas que en el Brasil, donde suelen tener de 4 á 5 piés, mientras en la embocadura del rio de Sta. Cruz alcanzan á 34 piés; así mismo, siendo de 2 á 4 piés en las del Perú y Ecuador, son de 22 á 26 en las islas de Chiloé, y hasta á 28 piés alcanzan en Melipullí, en las embocaduras del rio Relo-

Claro está que cuanto mayor sea la profundidad y la extension de los mares, tanto mayor será la masa de agua que elevará en pos de sí la atraccion combinada del Sol y de la Luna, y avanzando de contínuo esos astros hácia el poniente, á causa del movimiento de rotacion de la Tierra, irá la marea siguiendo el mismo curso de naciente á poniente; el cual será retardado algun tanto por los bajos, arrecifes, playas submarinas con que sus aguas irán rozando; tal vez será perturbado por ciertas islas que entrecortarán su carrera; y al fin será interrumpido totalmente por los grandes continentes que no le permitirán pasar adelante: y al estrellarse contra sus costas producirá efectos muy distintos que en alta mar, por donde las mareas se van sucediento tranquilamente las unas á las otras, cual manso oleajo impulsado por un viento suave y constante. Qué hará, pues, la magestuosa ola-marea que comenzando á elevarse en las costas de África y Europa, cruza el espacioso océano atlántico y viene de flujo á reventar en las costas de América? Aglomerándose en ellas una ola sobre otra, sus aguas henchirán los puertos, golfos y ensenadas y se elevarán precisamente á mayor altura de la que designa el cálculo hecho en vista de sus datos normales, y luego tendrán que retroceder. Parte de estas aguas volverán de reflujo hácia el naciente; pero no todas podrán hacerlo por cuanto las mareas que unas en pos de otras van llegando á las mismas playas se lo estorbarán; y así se descolgará ella hácia el Norte y el Sur con rápido. curso formando una marea derivada ó de reflujo lateral, el cual será interrumpido por la sinuosidad de los golfos, profundidad de las ensenadas, salida de las puntas, extension de los cabos y escabrosidad de las playas, por las que se irán deslizando sin parar hasta llegar á los 90°, ó poco ménos de su partida. Dicha agua tendrá por un momento que entrar en combinacion con la de las mareas que llegan simultáneamente á las mismas costas por el naciente; de suerte que el espectador creerá llega á su playa una sola y simple marea, á pesar de ser ella una acumulación de los reflujos laterales, que se han

venido combinando con las mareas de todos y cada uno de los lugares intermedios desde el punto culminante en que se formó la marea primordial ó intertropical.

220. Otro tanto sucederá en las costas occidentales de América, contra las cuales vendrá á estrellarse de reflujo la grande ola-marea, que habiendo comenzado en ellas corrió noventa grados por el Pacífico, hasta que la gravedad de sus aguas la precisó á desprenderse de la expresada atraccion, para volver de reflujo al punto de su partida. Al volver, pues, á nuestras costas se verá detenida en ellas, como la que viene de flujo á las del Atlántico, y tendrá que buscarse un nuevo curso corriendo hácia el N. y el S. con resultados idénticos al que acabamos de exponer. Y como que ésta ola derivada, ó sea reflujo lateral, tardará tanto más en llegar á cualquier puerto, cuanto más diste al N. 6 S. del punto en que se verificó el vértice de la marea primordial, ó sea intertropical, tanto más se retardará su establecimiento. Este es comunmente allá en el Ecuador á las 12^h: á los 33° se verifica á las 9^h, 45^m, y más al Sur á las 12^h, 48^m más tarde que en el Ecuador. He dicho comunmente, pues no deja de sufrir notables variaciones, las que seria largo explicar.

Hasta en alta mar son tan distintas las horas de la pleamar en las sizigias, que ha sido necesario trazar un mapa parecido al de las corrientes magnéticas, que las indique; y esta su gran diferencia dependerá probablemente de la diversa profundidad de los mares, cuyo lecho es accidentado casi tanto como la superficie de la Tierra.

221. Otro fenómeno, no ménos singular, presentan las mareas; y es que las del dia no suelen ser iguales à las de la noche, siendo en invierno más altas las del dia que las de la noche y viceversa en verano. Al Sur de Chile esta diferencia suele ser como de un metro, y en Julio de 1876 llegó á ser 1^m,16 en tiempo de la sizigia. En las costas de Francia es mucho menor: ésta no pasará de 4 centímetros en Brest, cuya marea, segun los cálculos publicados para el año de 1880, debia ser un poco mayor que al Sur de Chile. Probablemente depende esta diferencia del paralelo en que se halla el vértice del elipsoide acuoso y del curso de la grande ola-marea, que se engendra por la formacion constante y sucesiva de éste. Comenzando ella en las costas del Pacífico corre al Poniente, hasta que su parte boreal se ataja en las costas orientales de Asia: su parte intertropical. aunque entrecortada por las muchas islas que yacen entre el Asia y el Australia, llegará á unirse con la que se forma en el mar de la India, para correr la costa oriental de Africa hasta el Cabo de Buena Esperanza, al cual habrá llegado ya directamente la parte austral de la mencionada ola-marea, despues de haber pasado por el Sur de aquel pequeño continente; y combinándose allí con las recien indicadas, recorrerá la costa occidental del Africa y las de Europa, yendo á perderse en el mar Báltico. Esta aglomeracion de aguas contribuirá poderosamente á que la marea del Atlántico sea mayor que la del Pacífico. En invierno apenas volverá á éste una pequeña cantidad de agua, á saber, la poca que pudo salvar el cabo de Hornos, por ser entonces apenas sensible la marea de aquella localidad. Pero no así en verano, cuando la grande ola-marea, cuyo vértice se formó bajo el trópico de Capricornio, vaya directamente y con gran pujanza á la costa de Patagonia por los pasos recien indicados, y doble casi en círculo el mencionado cabo. En doblándolo, ella se derivará hácia el N. por las costas occidentales, modificando las propias de ellas, especialmente las del reflujo: por lo cual las mareas de noche serán mayores que las del dia.

Los que se han sorprendido al ver que en el estrecho de Magallanes corria la marea hácia el Naciente, no habrán considerado lo que pasa en todos los canales y estrechos. Al entrar en ellos la marea, por un lado se vá atrasando tanto á causa del roce de sus aguas con el fondo y con las orillas, que antes de alcanzar al extremo, viene otro ramo de marea á entrar por él. Refluye, pues, sobre la primera, y toda la marea correrá en sentido inverso del ordinario.

222. El curso y velocidad de las mareas bien se merecian un párrafo especial, pero solamente advertiremos aquí por brevedad, que si bien el punto culminante de la ola-marea corre tanto como los astros que la producen, es decir, poco más de trescientas leguas por hora, no por esto las aguas de la superficie del mar con que ella se forma, corren otras tantas, por cuanto ellas no van corriendo unas tras otras, como en los rios, sino que las olas parciales se van sucediendo por instantes elevándose en virtud de la atraccion celeste, y descendiendo en virtud de su gravedad en cada uno de ellos. Este movimiento constante y sucesivo es comun á todas las moléculas del mar, aun á las que yacen en sus más profundas simas, y aunque en realidad sea él de abajo arriba y viceversa, como el flujo va sucesivamente avanzando hácia el poniente y el reflujo á su vez hácia el naciente, uno y otro producen en la superficie de las aguas una corriente, que en alta mar apenas se hace sensible, pero sí en las costas, canales y estrechos. Por tanto, segun las diferentes latitudes y circunstancias locales, será mayor ó menor la velocidad de la marea. Así á los 60° de latitud la marea recorre en un dia lunar casi 180 leguas por hora: del cabo de Buena esperanza á las islas Azores emplea 12 horas para recorrer ese espacio, y no más de tres horas para llegar de las Azores á la extremidad meridional de la Islandia.

CAPITULO II.

De los eclipses.

223. Describiendo la Luna al rededor de la Tierra una órbita que corta la eclíptica bajo un ángulo de 5°, 9', no puede ménos de interponerse de vez en cuando entre la Tierra y el Sol, ó algunos astros que no se alejan de la eclíptica más de 5°, 9', por uno y otro lado. En el primer caso, habrá un eclipse, en el segundo, una ocultacion. Este fenómeno puede ser producido por otros cuerpos á más de la Luna, como es por la tierra con respecto de la Luna, por los planetas con respecto á sus satélites, ó por cualquiera otro cuerpo opaco, con respecto á las estrellas. En general, la desaparicion de un astro luminoso por la interposicion de un cuerpo opaco se llama propiamente eclipse ú ocultacion. Pero se llama propiamente eclipse, cuando se produce el fenómeno por la sombra que un cuerpo arroja sobre otro; fuera de este caso habrá solo ocultacion, la cual siempre es total, mientras que el eclipse puede ser total ó parcial. Trataremos aquí de los eclipses de la Luna y del Sol, por ser éstos los que más llaman nuestra atencion.

§ 1.

Eclipses de Luna.

224. Un eclipse de Luna puede verificarse únicamente cuando este astro se halla en oposicion, es decir, cuando se verifica la Luna llena, ó el plenilunio. En este caso, como la Tierra iluminada por el Sol arroja tras de sí un cono de sombra, podrá la Luna en su movimiento de traslacion penetrar en él total ó parcialmente; de aquí nace que puede tener lugar un eclipse de Luna total ó parcial. Para averiguar la probabilidad de que la Luna penetre del todo, ó en parte, en el cono sombrío de la tierra, es preciso resolver los siguientes problemas.

1º Hallar la longitud del cono sombrío de la Tierra, para averiguar si es mayor que una distancia lunar.