

presado cuerpo y contener á la vez el peso adicional; este presenta en el centro una pequeña abertura esférica y una hendidura lateral por donde se

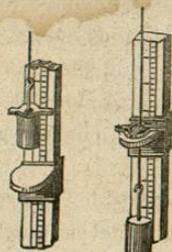


Fig. 22.

Fig. 23.

pasa el hilo cuando se quiere ponerlo sobre uno de dichos dos cuerpos, segun lo demuestra la fig. 22, donde el cuerpo y el peso adicional se mueven juntamente. Cuando el cuerpo y el peso adicional se encuentran en el anillo (fig. 23), el cuerpo principal pasa por dentro de él continuando su movimiento, pero el peso adicional se para y descansa por sus extremos sobre los bordes del anillo. Para medir el tiempo, se ha añadido á la máquina (fig. 21) un mecanismo de relojería que recorre una division de la esfera en un segundo y hace un ruido claro y bastante perceptible al principio de cada uno con el fin de que puedan contarse con facilidad los segundos que se gastan durante el ex-

perimento, sin necesidad de mirar el reloj. Es sumamente esencial que los cuerpos suspendidos se pongan en movimiento exactamente cuando principia un segundo, y al efecto esta especie de reloj se ha dispuesto de manera que él mismo determine el principio del movimiento. Hé aquí como: El cuerpo que lleva el peso adicional, y que en su descenso debe seguir por lo largo de la regla dividida por centímetros, se halla sostenido por un resorte ó dedo metálico, el cual, movable al rededor de un eje horizontal, está sujeto debajo del cuerpo por una reunion de barritas de acero ó de metal. Pero tan luego como el minuterero llega al punto de la esfera que está verticalmente debajo de su centro, el dedo metálico desciende bruscamente y determina el movimiento del cuerpo. El cero de la regla dividida en centímetros debe estar al nivel de la parte inferior del cuerpo, cuando este descansa sobre el dedo metálico. Sin esta precaucion la observacion no seria cómoda ni enteramente exacta.

V. Manera de servirse de la máquina de Atwood.

78. Colócase la abrazadera del disco plano de modo que su frente superior esté exactamente diez y seis centímetros bajo cero de la regla dividida (fig. 24), para poder así observar las líneas recorridas por los cuerpos durante un segundo, dos,

tres, etc., desde que principaron á moverse, cosa que debe preceder todos los experimentos que quieran hacerse. Despues se gradua ó busca cual debe ser la suma del peso adicional para que el cuerpo sostenido por el dedo metálico recorra, en un segundo, los 20 centímetros marcados. Para que así suceda, es necesario que el cuerpo puesto en movimiento al principio de un segundo choque contra el disco al comenzar el segundo siguiente. Acto continuo se corre la abrazadera hasta colocarla á 80 centímetros bajo cero (fig. 25), y se notará que el cuerpo movido otra vez por el mismo peso adicional gasta dos segundos para llegar desde el punto de salida hasta donde lo para el disco : hájese este aun hasta un metro ochenta centímetros bajo del cero (fig. 26), y se observará igualmente que el cuerpo ha consumido tres segundos para recorrer esta última distancia.

De estos experimentos se infiere : Que en un segundo, 1, el cuerpo recorre 0^m, 20; que en dos segundos, 2, el el cuerpo recorre 0^m, 80; y que en tres segundos, 3, el cuerpo recorre 1^m, 80, esto es, nueve, 9, veces mas.

Así pues, vemos comprobado quanto queda dicho respecto del movimiento variado, habiendo establecido que los espacios recorridos no son iguales á los tiempos consumidos para recorrerlos, y que el movimiento del cuerpo, cayendo en el vacío, es el mejor ejemplo que puede adoptarse para demostrar esta verdad.

En el expresado capítulo explicamos tambien que el movimiento uniforme es la velocidad inva-

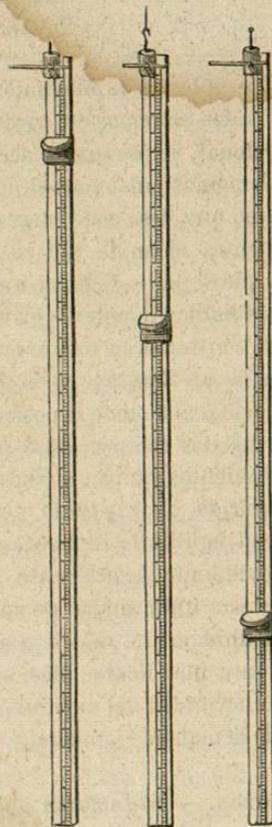


Fig. 24. Fig. 25. Fig. 26.

riable que lleva un cuerpo desde el punto de salida hasta el de parada. La máquina de Atwood nos servirá igualmente para elucidar esta definición.

79. EJEMPLO. — Puestos en movimiento los dos cuerpos sujetos á los extremos del cordón de seda por el peso adicional, veráse que la acción de este dicho peso acelera constantemente el movimiento. Pero si el cuerpo que desciende cargado del peso adicional, encuentra el anillo fijo en la abrazadera, resultará que el peso adicional quedará descansando en sus bordes mientras que el cuerpo lo atravesará para continuar su movimiento, según lo demuestra la figura 23. Desde el momento pues que el peso adicional abandona la posición que tenía para mover los dos cuerpos, estos ya no continúan sus movimientos sino en virtud de la velocidad antes adquirida, y por lo tanto, como ambos cuerpos se hacen equilibrio recíprocamente, resulta que el movimiento, de acelerado que era, se hace uniforme; esta uniformidad de movimiento continuaria indefinidamente mientras otra fuerza no intervenga para modificarlo. Mas, si se quiere comprobar la uniformidad del movimiento, habrá de procederse de la manera siguiente.

80. COMPROBACION. — Se tomarán los mismos dos cuerpos y peso adicional que sirvieron para hacer la precedente experiencia, se fijará la abra-

zadera que lleva el anillo para dar paso al cuerpo y contener el peso adicional tan luego como el cuerpo que baja ha recorrido la distancia de 20 centímetros, y se colocará el disco plano de manera que la superficie ó frente superior quede al nivel de 80 centímetros del cero, según lo demuestra la figura 27. En seguida, poniendo en movimiento dichos cuerpos por medio del dedo metálico antes descrito, se observará que al cabo de un segundo se para el punto adicional, y que transcurridos dos segundos el cuerpo, que ha continuado su descenso, se fija en el disco plano colocado al nivel de 80 centímetros bajo del cero de la regla dividida.

Si aun se desea continuar la experiencia, en este caso se bajará el disco 40 centímetros mas (fig. 28) y se observará asimismo que se gasta un segundo desde el principio del movimiento hasta que el peso adicional se para en el anillo, y que el cuerpo que pasa por dicho anillo consume dos segundos desde este al disco plano. Pero el cuerpo recorre en el primero 40 centímetros y en el segundo 80 despues que desciende por la velocidad adquirida solamente.

81. MANERA DE CALCULAR LA VELOCIDAD. — Cuando quiere saberse la velocidad con que baja el cuerpo bajo la acción del peso adicional durante uno ó mas segundos, se colocarán los discos de tal modo, que el peso adicional se pare en los bordes

del anillo al cabo de un segundo, dos, tres, etc.,
segun los grados que quieran observarse, y hecho

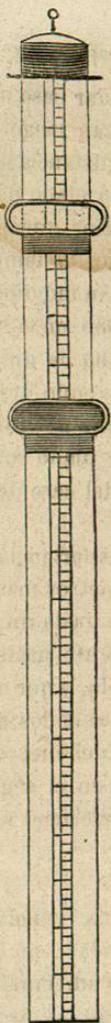


Fig. 27.

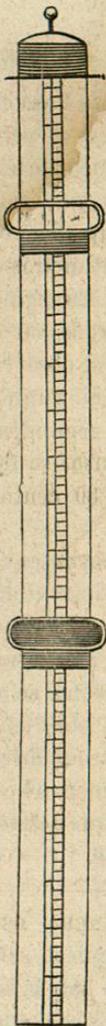


Fig. 28.

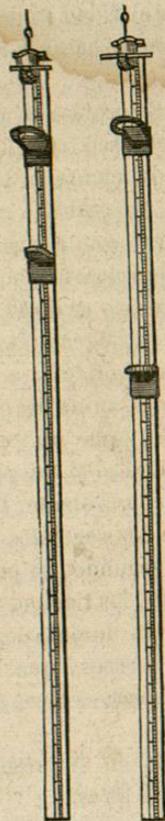


Fig. 29. Fig. 30.

así, fijar con precision el espacio recorrido en un segundo desde que el movimiento se hizo uniforme.

Mas, para mayor claridad consignaremos á continuacion la manera de hacer la experiencia.

82. EJEMPLO. — Colocarése el anillo á 20 centímetros del cero y el disco á 60 (fig. 29), y puestos los cuerpos en movimiento, el peso adicional se parará al cabo de un segundo en el anillo y el cuerpo al cabo de dos en el disco plano. De este modo se verá que la velocidad adquirida durante un segundo de descenso es de 40 centímetros por segundo. Bajarése á 80 centímetros y el disco á 160 (fig. 30), y en seguida se notará que el peso adicional se fija en el anillo del disco superior al fin de dos segundos, y que un segundo despues, esto es, en tres segundos, el cuerpo descansará en el disco plano. Por consiguiente, la velocidad adquirida despues de dos segundos de caída es de 80 centímetros por segundo. La proporcion, pues, que se observa entre los tiempos transcurridos y la velocidad adquirida durante los mismos tiempos que llevan los cuerpos, que bajan ya sea de esta ó de otra naturaleza, se llama *movimiento uniformemente acelerado*.

De todo lo expuesto en el presente capítulo se deducen las siguientes leyes.

VI. Leyes que rigen los movimientos.

83. LEYES DE ESTOS MOVIMIENTOS. — 1.^a Los espacios recorridos por un cuerpo que cae libremente bajo la accion de la gravedad, y medidos desde el punto de salida hasta el de llegada, son entre sí como los cuadrados de los tiempos invertidos por el cuerpo para recorrerlos.

2.^a La velocidad adquirida en un instante dado por un cuerpo que cae libremente bajo la accion de su gravedad, es proporcional al tiempo gastado desde el principio del movimiento.

3.^a La velocidad de un cuerpo descendiendo ó cayendo de arriba abajo, al cabo de un segundo, es doble del espacio recorrido durante dicho segundo.

Las leyes encontradas con el auxilio de la máquina del célebre fisico inglés, segun indicamos antes, podrán determinarse por medio de fórmulas algebraicas que son siempre de la mayor sencillez y de un uso muy frecuente. Mas debemos advertir que ninguna de las fórmulas adoptadas pueden compararse á la del péndulo, cuya exactitud nada deja que desear.

VII. Movimiento de los cuerpos de abajo arriba.

84. AXIOMA. — Cuando un cuerpo se lanza verticalmente de abajo arriba, sube hasta una elevacion mas ó menos grande segun la fuerza de impulsión que se le comunica. La velocidad imprimida se

disminuye á medida que se eleva, hasta que extinguida enteramente se para el cuerpo, el cual vuelve á bajar siguiendo la misma vía; pero en su descenso la velocidad se aumenta progresivamente de manera que cuando pasa por el punto de donde salió antes, recobra la misma velocidad que se le comunicó en el momento en que fué puesto en movimiento. Demostrémoslo con el auxilio de la máquina de Alwood.

85. EJEMPLO. — Al efecto, supongamos que la regla dividida de la máquina expresada tiene las dos abrazaderas movibles con un anillo cada una, colocados de tal naturaleza que los cuerpos suspendidos en los cabos del cordón de seda pasen el uno por el anillo superior y el otro por el inferior (fig. 31 y 32). Con el fin de poner en movimiento ambos cuerpos, se colocará el peso adicional sobre el cuerpo de la derecha, que descenderá por la acción de dicho peso adicional (fig 31); á la vez el otro cuerpo sube, y tan luego como el primero entra por su anillo y abandona su peso adicional, el segundo toma otro exactamente igual que se hallaba preparado anticipadamente en el anillo izquierdo (fig. 32). En virtud de la velocidad adquirida, el movimiento continúa; pero no ya como antes, pues mientras que se aceleraba bajo la acción del primer peso adicional, se disminuye cada vez mas bajo la acción del segundo que se encuentra en la misma condición que un cuerpo lanzado

de bajo arriba. Sin embargo, los dos cuerpos se mueven en el mismo sentido hasta que la resis-

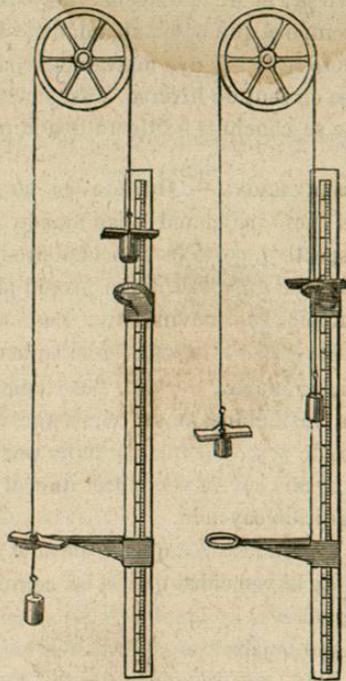


Fig. 31.

Fig. 32.

tencia que opone el segundo peso adicional destruya completamente la velocidad. Sucedido esto, los cuerpos, al cabo de algunos momentos de quie-

tud, emprenden nuevo movimiento, pero en sentido inverso. El de la izquierda baja aceleradamente y abandona su peso adicional sobre el anillo que atraviesa; el de la derecha vuelve á tomar al mismo tiempo el que habia abandonado antes, y el movimiento se disminuye nuevamente para volver á moverse en sentido inverso, y así sucesivamente hasta que se concluya ó interrumpa la operacion.

86. OBSERVACION. — Cuando en su descenso queda el peso adicional abandonado sobre su anillo respectivo, posee la velocidad producida por la accion de la gravedad de su propio peso desde que principió su movimiento. Mas, al mismo tiempo el cuerpo de la izquierda sube con igual velocidad, se ampara del otro peso adicional y le comunica instantáneamente la misma velocidad. Este segundo peso adicional se halla pues lanzado de abajo arriba con la velocidad que el primero habia adquirido cayendo.

Notáse que la altura á que se eleva el segundo, en virtud de la velocidad que le ha comunicado la fuerza impulsiva, es igual á la que tenia el primero cuando bajaba á su centro. Así, luego que el segundo peso, que se encuentra en las mismas condiciones que el otro, habrá descendido de su elevacion, tendrá de arriba abajo la misma velocidad que tenia el otro al principiar su movimiento de abajo á arriba.

CAPITULO III

De los efectos de muchas fuerzas dirigidas sobre un cuerpo aislado.

I. Axioma experimental.

87. AXIOMA. — La accion de una fuerza sobre un punto material aislado es independiente de la accion simultánea de otra fuerza sobre el mismo cuerpo.

Esta verdad incontestable se deduce ya de cuanto dejamos explicado en la primera parte, y capítulos primero y segundo de la presente, y deberíamos, por lo tanto, omitir este capítulo y dejar, para cuando tratemos de su aplicacion á las máquinas, las teorías que en él abrazamos. Empero, creyendo que su omision dejaria abierta una laguna que dañaria á la perfecta claridad y al método que hemos adoptado, desenvolvemos el precedente axioma, que se mira muchas veces como una consecuencia del consignado en el párrafo 65. Sin embargo, no puede negarse su notable