PUBLICACIONES DE LA CRONICA CIENTIFICA

N.º 10

PÉNDULO

DE

ACELERACION VARIABLE

Ó

PÉNDULO INCLINADO

INVENTADO POR

D. C. TOMÁS ESCRICHE Y MIEG

CATEDRÁTICO EN EL INSTITUTO DE GUADALAJARA

BARCELONA

ADMINISTRACION Y REDACCION DE LA «CRÓNICA CIENTÍFICA»

CALLE DE FONTANELLA, NÚMERO 28.

1882.

PÉNDULO

DE

ACELERACION VARIABLE

Ó

PÉNDULO INCLINADO

INVENTADO POR

D. C. TOMÁS ESCRICHE Y MIEG

CATEDRÁTICO EN EL INSTITUTO DE GUADALAJARA

BARCELONA

ADMINISTRACION Y REDACCION DE LA «CRÓNICA CIENTÍFICA»

CALLE DE FONTANELLA, NÚMERO 28.

1882.

PÉNDULO DE ACELERACION VARIABLE

ó

PÉNDULO INCLINADO

Si se observan con atencion y se aproximan las fórmulas

$$e=\frac{1}{2}gt^2 \text{ y } t=\pi\sqrt{\frac{l}{g}},$$

correspondientes al descenso ó ascenso de un cuerpo libre por la vertical, ó sujeto por un hilo á oscilar, constituyendo un péndulo, echaráse pronto de ver entre las dos una relacion notable, que interesa no pase desapercibida, porque pone de manifiesto una ley comun á ambos órdenes de movimientos, ley que, si no se acostumbra á enunciar cuando se habla del movimiento uniformemente variado, acaso porque se presta difícilmente á utilizarla en la práctica, reviste en el péndulo una importancia de primer órden, porque permite determinar con mucha precision la aceleracion de la gravedad, sin cuyo conocimiento no podríamos resolver muchos problemas relativos á esta fuerza. Me refiero, como se comprende, á la ley del péndulo que suele enunciarse diciendo que «la duracion de las oscilaciones está en razon inversa de la raíz cuadrada de la aceleracion de la gravedad».

Para no estudiar aisladamente el movimiento del péndulo, que es un caso especial de caida debida á la gravedad, y comparar fácilmente su fórmula con la del descenso libre, demos á esta última $e=\frac{1}{2}gt^2$, una forma análoga á la del péndulo, despejando, como en ésta, la variable t, y tendrémos

para la caida libre. . . . . $t=\sqrt{\frac{2e}{g}}$. . . . . . . [A].

siendo la usual del péndulo. . . . $t=\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$. . . . . . . [B].

La expresion [A] nos dice que «á igualdad de espacio recorrido por un cuerpo que cae libremente, el tiempo que dura la caida está en razon inversa de la raiz cuadrada de la aceleracion de la gravedad», y la [B] pone de manifiesto que «á igualdad de longitud del péndulo, y por tanto, de espacio recorrido tambien—porque para igual número de grados el arco ó camino recorrido es proporcional al radio ó longitud del péndulo—, el tiempo que dura la oscilacion ó caida, está en razon inversa de la raiz cuadrada de la aceleracion de la gravedad».

Presentada la expresion $e = \frac{1}{2} gt^2$, en la forma [A], enunciaríamos la conocida ley de que «á igualdad de aceleracion los espacios recorridos son como los cuadrados de los tiempos», en esta otra forma «á igualdad de aceleracion los tiempos son como las raices cuadradas de los espacios recorridos», ley enteramente análoga á la de las longitudes en el péndulo, y cuyo enunciado no doy para proponer que sustituya al usual.

Notemos de paso que la ley que establece la ninguna influencia de la naturaleza y masa del cuerpo, se cumple de igual modo en el péndulo y en la caida vertical ó por planos inclinados, en cuyas fórmulas no aparece ningun factor específico ni la masa.

Aunque he presentado la fórmula de la caida libre bajo una forma análoga á la del péndulo, sería, sin embargo, preferible asimilar ésta á aquella, ó dar á ámbas una forma en que no apareciese el signo radical, porque los enunciados de las leyes son más claros para los alumnos y se prestan mejor á los ejemplos. Podríamos pues escribir

para la caida por la vertical [A].... $e = \frac{gt^2}{2}$, ó mejor $g = \frac{2e}{t^2}$ ... [C]

y para el péndulo [B],........ $l = \frac{gt^2}{\pi^2}$, ó mejor... $g = \frac{\pi^2 l}{t^2}$ .... [D]

Cosa extraña es en verdad que, poseyendo la ciencia aparatos muy cómodos para demostrar las leyes de la caida de los graves, no haya podido adquirir hasta el día un instrumento á propósito para demostrar en el péndulo la importante ley que relaciona la duracion de las oscilaciones con la aceleracion de la gravedad.

Hace ya algunos años que, reflexionando sobre este particular, me convencí muy pronto de lo realizable que debía ser el pensamiento, fundándome precisamente en la analogía de las precitadas leyes en el movimiento pendular y el uniformemente variado, y desde luego pensé que debía ser posible disminuir la aceleracion de la gravedad en el péndulo por los mismos procedimientos que en el descenso de los cuerpos libremente abandonados.

Galileo disminuía la accion de la gravedad en la proporcion que quería, valiéndose de un plano cuya inclinacion variaba á voluntad. Atwood obtuvo el mismo resultado con un aparato más cómodo, en el que la aceleracion se amengua por un aumento de masa. Pues bien, fundándome yo en el primero de estos principios, he conseguido aminorar la aceleracion en el péndulo, y darle todos los valores que se quieran: la experiencia, en los múltiples experimentos que he practicado, ha comprobado siempre de un modo muy satisfactorio la ley del péndulo á que me refiero. Tengo además en estudio un aparato pendular fundado en el mismo principio que la máquina de Atwood, y otro completamente distinto de ésta y del plano inclinado; pero los experimentos hechos con estos dos últimos aparatos no me han dado hasta la fecha completo éxito, por lo que me limito á explicar el *péndulo inclinado.*

1.º—*Principio en que se funda el péndulo inclinado.*

Hace ya cerca de seis años que inventé este aparatito, y el único modelo que entonces hice construir para efectuar mis estudios experimentales, aunque incompleto y toscamente fabricado, daba resultados suficientemente satisfactorios para operar en cátedra. Hé aquí la teoría de este péndulo:

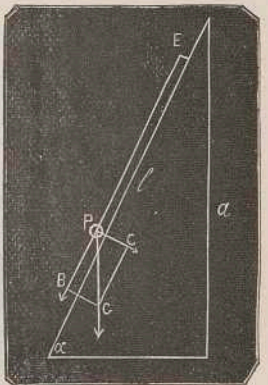

Fig. 1.ª

Imaginémonos un plano inclinado cuya longitud y altura, figura 1.ª, estén representadas respectivamente por l y a, y sea P un péndulo suspendido de un eje E, y descansando sin rozamiento sobre el plano inclinado, ó, lo que es realizable, un péndulo de varilla rígida E P, paralela al plano inclinado, al que el cuerpo pesado P no toque, y pendiente de un eje E tambien rígido y perpendicular á la misma superficie.

Es evidente que el plano de oscilacion de este péndulo será paralelo al inclinado, y por tanto, en cualquier posicion que se le coloque, es decir, en cualquier fase de la oscilacion, la varilla del péndulo será paralela siempre al plano inclinado.

La descomposicion de la gravedad en dos componentes, una perpendicular al plano, con el cual se destruye, y otra paralela al mismo, que solicita al grave á descender por la línea de máxima pendiente, se verifica en el caso actual lo mismo que en el de un cuerpo libre, con la única diferencia, si admitimos la varilla rígida y que el cuerpo no se apoye sobre el plano, de que la componente perpendicular P C, en vez de destruirse en P, con el contacto *inmediato* del grave sobre la superficie plana, como este contacto no existe allí, lo hace en E, donde existe el contacto *mediante* la varilla rígida E P.

En cuanto á la componente útil P B, como no puede salir del plano determinado por P G, siempre vertical, y P C, siempre perpendicular al plano inclinado, será siempre, sea cual fuere la fase de la oscilacion, paralela á si misma y á la recta de máxima pendiente, á la que es paralela la posicion de equilibrio del péndulo inclinado. Y como, para una inclinacion dada del plano, la componente perpendicular es invariable, lo será tambien la que nos ocupa.

En realidad cuando el péndulo inclinado está fuera de su posicion de equilibrio, como en E P′, fig. 2, la accion de la gravedad se descompone en las tres componentes P′ C′, perpendicular al plano é independiente de la fase de la oscilacion, P′ D′, en la prolongacion del hilo ó varilla, á que estira, y P′ E′, perpendicular á ésta, y que produce el movimiento oscilatorio. Pero es fácil

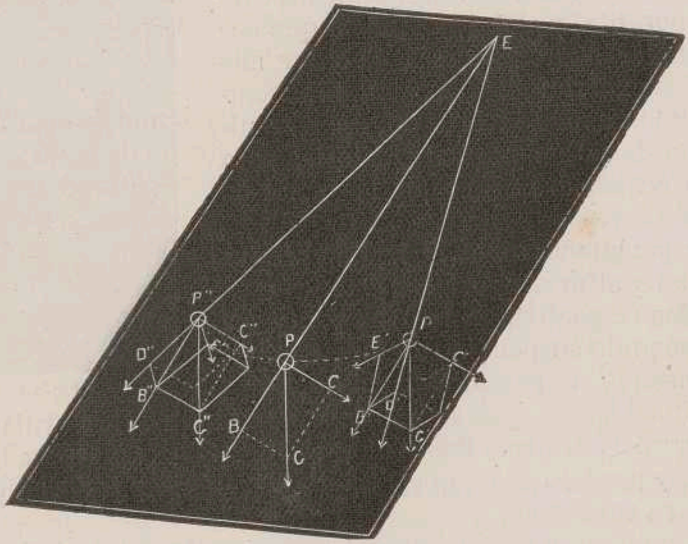

Fig. 2.ª

notar que las dos últimas componentes equivalen á la diagonal P′ B′ del paralelógramo E′ D′, cara del paralelepípedo B′ C′. Lo mismo puede observarse en cualquier otra posicion, como por ejemplo la EP″.

El péndulo inclinado satisface, pues, á estas dos condiciones de todo péndulo: 1.ª estar solicitado en cualquiera de sus fases por una fuerza constante; y 2.ª actuar esta fuerza paralelamente á si misma y á la posicion de equilibrio, en cualquiera de estas fases. Y como esta fuerza, que llamaré *aceleracion de la gravedad en el plano inclinado*, no es otra cosa más que la gravedad disminuida en una proporcion conocida, la duracion de las oscilaciones debe aumentar en una cantidad prácticamente destserminable.

Llamando g á la aceleracion de la gravedad en el plano inclinado, su valor en funcion de γ, aceleracion constante en la vertical, y de α, ángulo del plano con la horizontal, será

$$g = \gamma \operatorname{sen} \alpha \ldots. \text{[E]},$$

lo que se expresa diciendo que «la aceleracion de la gravedad en el plano inclinado es proporcional al seno del ángulo que éste forma con la horizontal», cuya expresion y enunciado pueden hacerse más sencillos observando que sen $\alpha = a$, siendo a la altura del plano inclinado de longitud l invariable. Y como esta longitud era el radio cuando he considerado á a como seno del ángulo α, y en la fórmula [E] la he supuesto igual á la unidad, que es lo más conveniente, porque permanece invariable por mucho que cambie la inclinacion, a será la altura de un plano inclinado que tenga por longitud la unidad, y el valor de g, aparecerá expresado de un modo más sencillo en esta forma:

$$g = \gamma\, a \ldots\ldots \text{[F]},$$

lo que enunciarémos diciendo que «la aceleracion de la gravedad en el plano inclinado es proporcional á la altura de éste».

Segun esto, si representamos por a y a' las alturas del plano en dos experimentos, y por g y g' las aceleraciones en los dos casos, tendrémos la siguiente

$$\left.\begin{array}{l}\left.\begin{array}{l}\text{proporcion}\ldots\ldots\ \dfrac{g'}{g} = \dfrac{a'}{a} \\ \text{y como, segun [D]}\ .\ \dfrac{g'}{g} = \dfrac{t^2}{t'^2}\end{array}\right\}\text{será}\ \dfrac{a'}{a} = \dfrac{t^2}{t'^2} \\ \text{Pero tambien[1]}\ \ldots\ \dfrac{n'}{n} = \dfrac{t}{t'}\ \text{ó bien.}\ \ .\ .\dfrac{n'^2}{n^2} = \dfrac{t^2}{t'^2}\end{array}\right\}\text{luego}\ \dfrac{a'}{a} = \dfrac{n'^2}{n^2}\ldots \text{[G]}$$

La expresion [G] nos dice que en el péndulo inclinado «la altura del plano ha de ser directamente proporcional al cuadrado del número de oscilaciones en un tiempo dado».

Sea, pues, a' la altura del plano inclinado de oscilacion del péndulo inclinado, y n' el número de oscilaciones que dá en el mismo tiempo en que el péndulo vertical da n. Como el plano vertical de oscilacion puede considerarse como un plano inclinado de altura igual á su longitud, ó sea á la unidad, segun hemos convenido, la expresion [G] se convertirá en

$$a' = \left(\frac{n'}{n}\right)^2 \ldots\ldots \text{[H]},$$

fórmula perfectamente adecuada á la experimentacion, como verémos después al ocuparnos de los usos del péndulo inclinado.

[1] En la práctica es mucho más cómodo y exacto que medir la duracion de las oscilaciones, el contar cierto número de éstas en un tiempo dado. Este tiempo τ es evidentemente igual al producto de la duracion t de cada oscilacion por el número n de éstas

$$\tau = t\, n,$$

lo que nos manifiesta que «á igualdad de tiempo, el número de oscilaciones tiene que ser inversamente proporcional á la duracion de cada una».

Partiendo de la fórmula ordinaria del péndulo [B] y del enunciado usual de sus leyes, obtendríamos una expresion un poco ménos cómoda para los experimentos, á causa del radical. Hé aquí la marcha que seguiríamos: Siendo g y a proporcionales, segun la igualdad [F], tendríamos

$$\left.\begin{array}{l}\left.\begin{array}{l}\text{la proporcion } \frac{a'}{a} = \frac{g'}{g} \text{ ó } \frac{\sqrt{a'}}{\sqrt{a}} = \frac{\sqrt{g'}}{\sqrt{g}} \\ \text{y como segun la fórmula [B] } \frac{t}{t'} = \frac{\sqrt{g'}}{\sqrt{g}}\end{array}\right\} \text{será } \frac{t}{t'} = \frac{\sqrt{a'}}{\sqrt{a}}; \\ \text{pero segun la nota de la página anterior... } \frac{t}{t'} = \frac{n'}{n};\end{array}\right\} \text{luego } \frac{n'}{n} = \frac{\sqrt{a'}}{\sqrt{a}} \text{...[I],}$$

es decir, que «el número de oscilaciones del péndulo inclinado en un tiempo dado, tiene que ser directamente proporcional á la raiz cuadrada de la altura del plano inclinado».

Por lo demás, el radical desaparece elevando al cuadrado los dos miembros de la igualdad [I], la cual queda convertida en la [G].

2.º—*Descripcion del péndulo inclinado.*

Pocas palabras serán suficientes para describir el aparato, si se tienen á la vista la figura 3, que le representa en perspec-

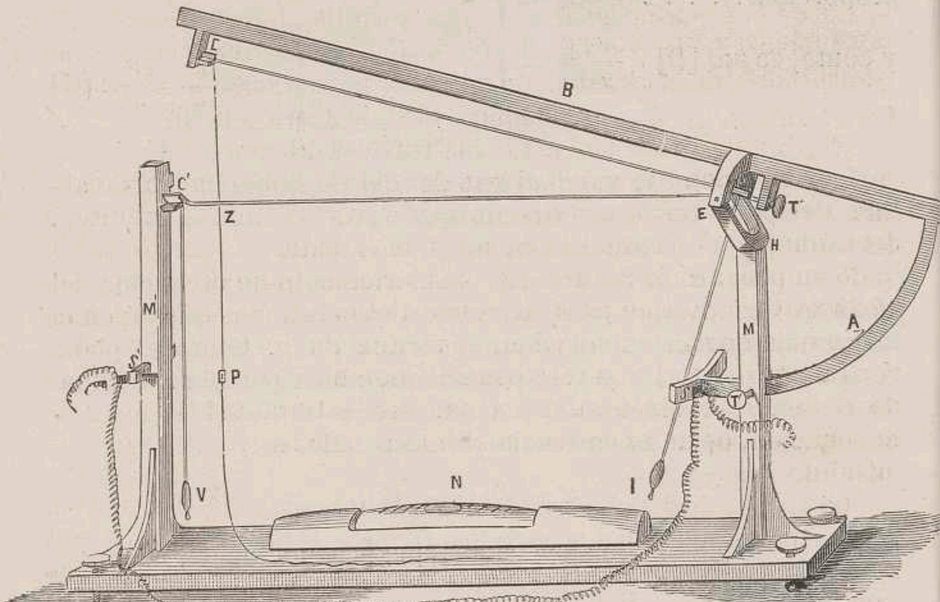

Fig. 3.

tiva, y las 4, 5 y 6, que amplían algunos detalles de importancia.

V é I son los dos péndulos que se necesitan para operar; el primero, vertical siempre, está destinado á servir de tipo para comparar con él las oscilaciones del segundo, que es al que he dado la denominacion de inclinado.

Uno de los puntos más interesantes y que más dificultades me ha ofrecido, es el sistema de suspension de éste, por las desventajosas condiciones mecánicas en que se encuentran los puntos de suspension apenas se inicia la inclinacion. Varios son los sistemas, más ó ménos complicados, y basados en dobles suspensiones, de apoyos móviles, que he ensayado con buen éxito; pero la experiencia me ha demostrado que la sencilla disposicion representada en la figura 3, da resultados tan satisfactorios, que es inútil complicar el aparato.

Redúcese todo á un eje CC″, de longitud vez y media la del péndulo próximamente, terminado en dos cuchillas de acero C y C″, que descansan sobre apoyos tambien de acero bien templado, fijos estos últimos á dos apéndices que penden de la traviesa ó barra superior B. Un tornillo T de acero, terminado en una concavidad—véase la fig. 4—, recibe el extremo cónico del eje, para equilibrar, sin rozamiento sensible que perturbe la oscilacion, la componente $PC = p \cos \alpha$, fig. 1.ª, siendo p el peso del cuerpo P; aflojando este tornillo, puede retirarse el péndulo. La otra extremidad del eje termina del mismo modo, si bien la concavidad de acero está fija.

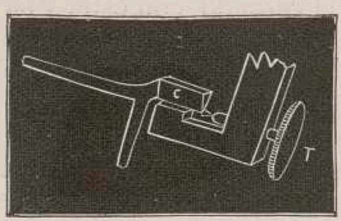

Fig 4.

El péndulo I, con su eje CC″, la traviesa ó barra B y el arco A, forman un conjunto móvil al rededor del eje horizontal EE, figuras 3 y 5, que pasa precisamente por el vértice del ángulo recto formado por el péndulo I con su eje CC″, segun se ve bien, sobre todo en la figura 5. El arco A, solidariamente unido al extremo de la traviesa, y que pasa al través del montante M, sirve para dar y mantener la inclinacion, mediante un tornillo de presion T′. La horquilla H que termina este montante por su parte superior, tiene por objeto fijar por sus dos extremidades el eje de inclinacion, dejando en medio el hueco suficiente para alojar el péndulo y su eje.

La suspension del otro péndulo V es análoga, y su largo eje C′C″, terminado por dos cuchillas C′ y C″, además de tener otro objeto que diré despues, sirve para colocarle en las mismas condiciones que el inclinado, cuyo eje se necesita sea largo. La fig. 5 hace ver claramente, fijo en una de las ramas de la horquilla, el planito de acero sobre qne descansa la cuchilla por el extremo próximo al péndulo inclinado.

Con objeto de determinar con bastante exactitud la inclinacion del péndulo—claro es que el plano inclinado l de la figura teórica 1.ª se omite por inútil, puesto que el apoyo tiene lugar sobre el tornillo T—hay pendiente del punto C de la izquierda una plomada P, cuya direccion forma con los largos ejes de los dos péndulos un triángulo rectángulo CC″Z semejante al que correspondería al plano inclinado teórico. En este triángulo CC″ seria la longitud del plano, longitud que he supuesto igual á la unidad, y ZC″ la altura. Y á fin de poder determinar esta altura representada por a', lo que hay que hacer en cada experimento, puesto que variar a' equivale á variar la aceleracion de la gravedad, el eje C′C″ se halla dividido en cien partes iguales, y la longitud ZC″, señalada por su interseccion con la plomada, medirá el número de centésimas de γ á que equivale g, es decir, la proporcion en que se ha disminuido la aceleracion de la gravedad. Hé ahí una de las razones que hacen conveniente sean los ejes largos, pues de otro modo las divisiones serían pequeñas. La plomada pasa por detrás del eje C′C″, casi rozando con éste, y su pesa P puede correrse á lo largo del hilo, cuya longitud es necesariamente la del eje CC″. Un nivel N y cuatro tornillos de sosten permiten que se mantenga horizontal el eje C′C″, y vertical el péndulo V en la posicion de equilibrio.

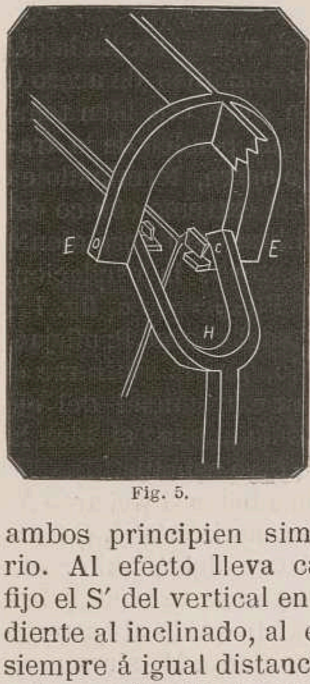

Fig. 5.

Es importante que, una vez dada al péndulo I la inclinacion que se desee, ambos principien simultáneamente su movimiento oscilatorio. Al efecto lleva cada uno próximo á su varilla un arco, fijo el S′ del vertical en el montante M′, y unido el S, correspondiente al inclinado, al extremo del arco A, lo que le mantiene siempre á igual distancia de su correspondiente péndulo. En los extremos S y S′ de estos arcos hay atravesados, con rozamiento muy suave, unos pasadores, cuyo detalle se ve en la fig. 6, terminados en su parte posterior cada uno por una chapita de hierro dulce, destinada á ser atraida por un electro-iman sostenido en la posicion que indica la fig. 6, en el momento en que pase por éste una corriente eléctrica. Un resortito R mantiene al pasador saliente por la parte del péndulo, mientras que el electro-iman se halla inactivo. Si antes de empezar el experimento se separa el péndulo de su posicion de equilibrio, y oprimiendo ligeramente con un dedo el pasador hácia el

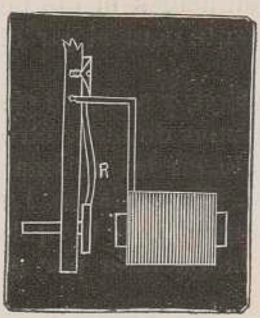

Fig. 6.

electro-iman, se aparta la varilla hasta un poco más allá del pasador, no habrá más que soltar éste para que el péndulo quede sostenido fuera de su posicion de equilibrio. Cuando se quiera empezar el experimento no habrá más que cerrar el circuito por medio de un conmutador, y en el acto empezarán á oscilar simultáneamente los dos péndulos.

3.º—*Usos del péndulo inclinado.*

Siendo el objeto de este aparato demostrar la ley referente á la intensidad de la gravedad, hay que empezar por anular la influencia de la longitud, dando á los dos exactamente la misma, lo que se consigue subiendo ó bajando las lentejas hasta que, observando cierto número de oscilaciones con los dos péndulos verticales, no se note discrepancia.

Hecha esta comprobacion se procede al experimento en la siguiente forma:

Se establece *ad libitum* el número relativo de oscilaciones que queramos obtener en el mismo tiempo con ambos péndulos, es decir, la relacion $\frac{n'}{n}$ y se calcula a' por medio de la expresion antes obtenida [H]

$$a'=\left(\frac{n'}{n}\right)^2$$

Poniendo enseguida el aparato en la altura a' calculada, se vé que la coincidencia de los péndulos da exactamente la relacion préviamente establecida.

Puede tambien hacerse el experimento dando al péndulo una inclinacion arbitraria, observando cuidadosamente qué número de oscilaciones de uno de ellos media entre coincidencia y coincidencia, añadiendo ó restando una, segun se hayan contado las del inclinado ó las del vertical, y calculando con estos datos el valor de a'. Si entónces se lee la division de la regla, por la cual pasa el hilo de la plomada, debe haber completo acuerdo con el cálculo.

Hé quí un ejemplo que acabará de hacer comprender el modo sencillo de usar el péndulo inclinado:

Sean $\left\{\begin{matrix} n'=19 \\ n=20 \end{matrix}\right\}$; . . . . tendrémos $a'=\left(\frac{19}{20}\right)^2=0{,}90.$

En efecto, si se hace pasar el hilo de plomada por la division 0,90 del eje del péndulo vertical, en cuyo caso la altura del plano inclinado de oscilacion es igual á noventa centésimas de su longitud, se observará que habiendo partido simultáneamente los dos péndulos, el inclinado se retrasa poco á poco desde el momento de partida; contando atentamente las oscilaciones del vertical, sin perder por completo de vista el inclinado, se ve aproximarse el momento de la coincidencia, que sobreviene justamente en el instante de contar nosotros la vigésima oscilacion: el péndulo inclinado ha hecho una ménos, es decir 19.

Hé aquí otros varios ejemplos:

Si $\left\{\begin{matrix} n'=11 \\ n=12 \end{matrix}\right\}$ será . . . . $a'=\left(\frac{11}{12}\right)^2=0,84.$

» $\left\{\begin{matrix} n'=5 \\ n=6 \end{matrix}\right\}$ » . . . . $a'=\left(\frac{5}{6}\right)^2=0,69\cdot$

» $\left\{\begin{matrix} n'=4 \\ n=5 \end{matrix}\right\}$ » . . . . $a'=\left(\frac{4}{5}\right)^2=0,64$ exactamente.

» $\left\{\begin{matrix} n'=3 \\ n=4 \end{matrix}\right\}$ » . . . . $a'=\left(\frac{3}{4}\right)^2=0,56$

» $\left\{\begin{matrix} n'=2 \\ n=3 \end{matrix}\right\}$ » . . . . $a'=\left(\frac{2}{3}\right)^2=0,44.$

» $\left\{\begin{matrix} n'=3 \\ n=5 \end{matrix}\right\}$ » . . . . $a'=\left(\frac{3}{5}\right)^2=0,36$ exactamente.

» $\left\{\begin{matrix} n'=1 \\ n=2 \end{matrix}\right\}$ » . . . . $a'=\left(\frac{1}{2}\right)^2=0,25$ exactamente.

» $\left\{\begin{matrix} n'=1 \\ n=3 \end{matrix}\right\}$ » . . . . $a'=\left(\frac{1}{3}\right)^2=0,11.$

En todos estos experimentos y otros muchos que he efectuado, el acuerdo ha sido completo entre el cálculo y la práctica.

En las cátedras elementales deben elegirse y son suficientes los casos de ser $\left\{\begin{matrix} n'=1 \\ n=2 \end{matrix}\right\}$ y $\left\{\begin{matrix} n=3 \\ n'=1 \end{matrix}\right\}$, correspondientes á alturas ó intensidades de gravedad $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{9}$; porque invirtiendo los quebrados $\frac{1}{2}$ y $\frac{1}{3}$ se tienen, en números enteros, las duraciones 2 y 3 de las oscilaciones, en razon inversa de las raices cuadradas de dicha altura ó de la intensidad de la gravedad, que es lo más claro. Pero el último caso es desventajoso en la práctica, por la gran inclinacion, que hace al péndulo pararse pronto. No son, sin embargo, los más ventajosos los casos de muy poca inclinacion, porque difiriendo entónces poco la duracion de las oscilaciones de los dos péndulos, llega á ser difícil determinar con exactitud el momento de la coincidencia. Las condiciones más favorables de experimentacion pueden considerarse comprendidas próximamente entre las alturas 0,25 y 0,90, segun se desprende de un gran número de observaciones.

CRÓNICA CIENTÍFICA

REVISTA INTERNACIONAL DE CIENCIAS

PUBLICADA POR

D. RAFAEL ROIG Y TORRES

CON LA COLABORACION DE LOS SEÑORES SIGUIENTES:

Almera, Barrera, Ch. Barrois, Bedriaga, Bofill, Boissier, E. Boscá, Cahis, Cardona y Orfila, Castro Pulido, Clariana, Coll y Pujol, A. Cornu, Costa, Crova, L. Didelot, Dufour, T. Escriche, P. Ferrari, Formica-Corsi, García de la Cruz, De Heldreich, Janssen, Landerer, Luanco R. de Manjarrés, Marre Mascareñas, M. Merino, Niaudet, Perez de Nueros, Perry Rev. St. C. Pujazon, Rave, Righi, Rojas, Rosseti, J. Schmidt, Stieda, Vayreda, V. Ventosa, Vilanova y Piera, P. Viñes, Xifra, etc.

Este periódico sale á luz los dias **10** y **25** de cada mes en cuadernos de **24 páginas** papel superior, impresion de lujo, con profusion de grabados intercalados en el texto y cubiertas de color. Cada año forma un tomo de unas 600 páginas cuando ménor, con la portada é índices correspondientes.

En las páginas de esta publicacion se encontrarán todos los trabajos de ciencias físico-químicas que se realizan en España, así como tambien una reseña de los que se publican en el extranjero. Esta Revista, relacionada con todas las academias científicas de Europa y América, cuenta con sabios corresponsales en todos los países civilizados, reseñando á los pocos dias de su aparicion los principales descubrimientos que tienen lugar en el vasto círculo de las ciencias físico-naturales.

PRECIOS DE SUSCRICION

En Barcelona, trimestres		3	pesetas.
En el resto de la Península.	Semestre	8	»
	Año	15	»
Ultramar y Extranjero, año		25	»

Las suscriciones se pagan por adelantado enviando su importe á la Administracion en libranzas del Giro mútuo.

Redaccion y Administracion: Calle de Fontanella, núm. 28,

BARCELONA.

Se dará cuenta en la seccion bibliográfica, de las obras cuyos autores ó editores nacionales y extranjeros, remitan un ejemplar á la Redaccion.

BARCELONA.—Imp. de los Sucesores de Ramirez y Comp.ª—Pasaje de Esc...