

ACELERACION TERMODINÁMICA DEL MOVIMIENTO DE ROTACION DE LA TIERRA;

POR SIR W. THOMSON, F. R. S.

Es un hecho en la actualidad bien conocido y fué señalado por vez primera por Kant y elevado luego por Delaunay casi á la categoría de una verdad práctica, que las mareas tienen por efecto el disminuir la velocidad de rotacion de la Tierra, á causa de la imperfecta fluidez de las aguas del Océano. Todas las pérdidas de energía que resultan de los frotamientos interiores ó, mejor dicho, de la deformacion continua de la masa fluida, en las oscilaciones del flujo y reflujo, tienen por resultado final hacer cambiar, para el conjunto de puntos del globo, la hora de la pleamar; esta no corresponde ni *al paso* ni á las 6 horas como deberia suceder si el Océano fuera perfectamente fluido, sino á una época intermedia entre estos dos instantes¹. De este modo, para la marea lunar, el efecto general de la deformacion de las aguas puede representarse por dos protuberancias diametralmente opuestas; solamente el eje

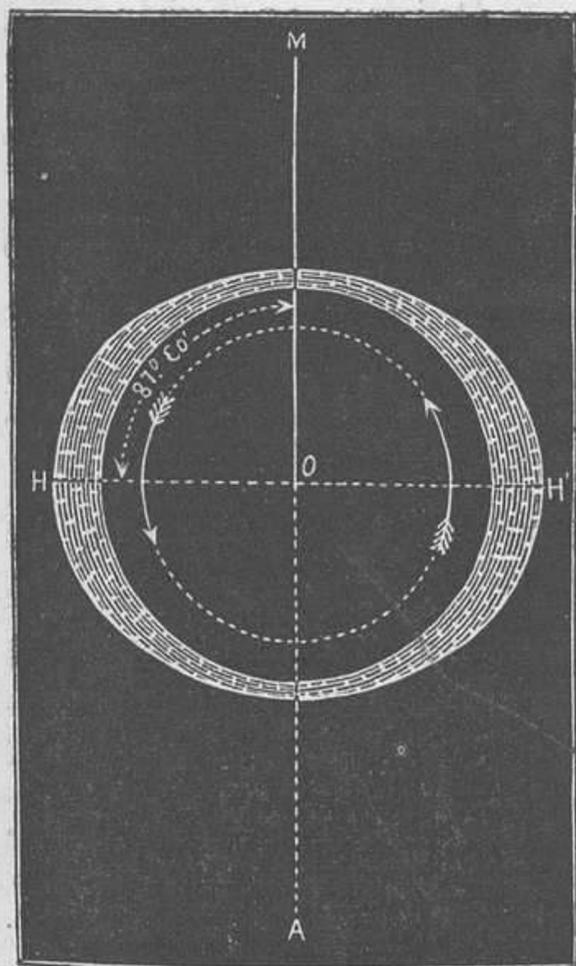


Fig. 34.

de estas protuberancias no está dirigido segun la Luna y la anti-Luna, sino que está inclinado sobre la línea que une estos dos puntos en el sentido indicado en la fig. 34, en la cual A M es la recta que une la Luna y la anti-Luna, y H H' el eje del esferoide ideal que representaria, en un instante dado, el conjunto del nivel de las aguas de la superficie del globo. En la figura este ángulo se toma igual á $87^{\circ} 30'$, lo que equivale á suponer que la hora de la marea alta es, término medio, 6 horas menos 10 minutos, tiempo lunar, para toda la Tierra.

Es evidente que, en estas condiciones, la resultante de las acciones ejercidas por la Luna en las partes líquidas y en las partes sólidas que constituyen el globo, no es una fuerza única dirigida segun la línea M C de los centros; sino que se la puede representar, como lo hace Poincot, por el sistema de una fuerza

¹ Para abreviar llamo *paso* á la hora del paso por el meridiano, sea del astro, Sol ó Luna, que produce la marea, sea del punto del cielo que le es diametralmente opuesto, y *seis horas*, al instante que separa en dos partes iguales el intervalo que transcurre entre dos pasos consecutivos así definidos. Supongamos, para fijar las ideas, que se trate solo de la marea lunar, hecha abstraccion de la que es debida al Sol: llamo *seis horas* al instante que precede ó sigue de seis horas lunares el paso de la Luna por el meridiano.

única dirigida según esta recta y de un par en sentido opuesto al de las flechas que indican en la figura el sentido de la rotación de la Tierra. Resulta de ahí, que la acción de la Luna es equivalente á la de un freno que se opusiera al movimiento de la Tierra. Es evidente que sucedería lo propio con la acción del Sol, en iguales condiciones.

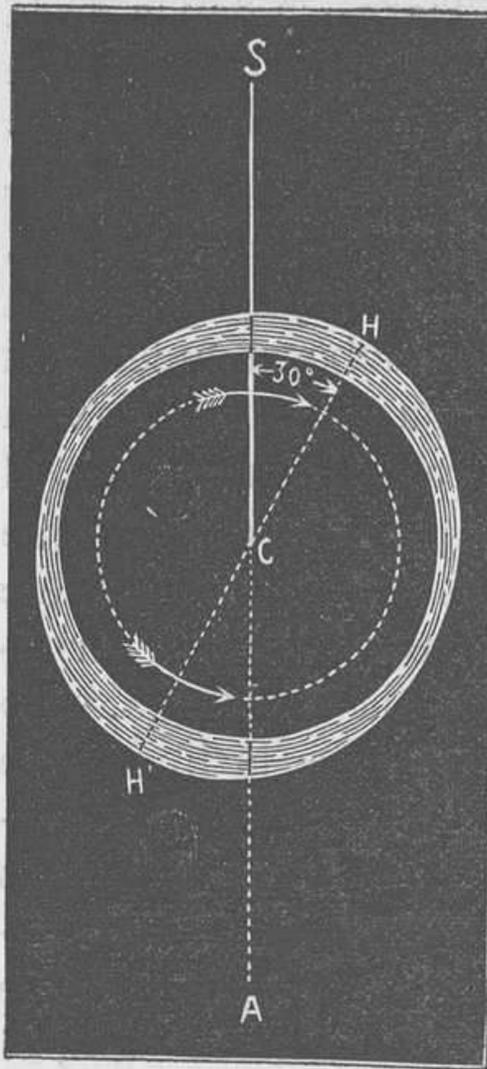


Fig. 35.

El efecto sería inverso y tendería, por el contrario, á acelerar el movimiento de rotación, si el eje HH' de las protuberancias tuviera la posición indicada en la figura 35. Precisamente resulta de las observaciones, que este caso es el que presenta el Sol con relación, no á las aguas del Océano, sino á la atmósfera terrestre. El cuadro que acompaña este trabajo da el resultado para el período diurno, de la aplicación del análisis armónico de Fourier, aplicado por M. Simmonds á las observaciones barométricas recogidas en diferentes puntos del globo. En la fórmula que figura al principio del cuadro, E representa el exceso de la presión barométrica sobre la media diurna en tiempo θ , contado en grados á partir de media noche, á razón de 15° por hora solar media; R_1 y C_1 , R_2 y C_2 , R_3 y C_3 , designan las amplitudes y los arcos que corresponden á

los máximos de los tres primeros términos de la serie de Fourier. Las cinco primeras columnas del cuadro dan la indicación de los lugares y épocas de las observaciones que han servido para calcular los valores de R y de C .

Un hecho en extremo notable resulta del exámen de este cuadro: y es que la amplitud R_2 de los términos semi-diurnos, es para la mayor parte de estaciones, y principalmente para las que están comprendidas en los cuarenta primeros grados de latitud á uno y á otro lado del ecuador, notablemente mayor que la amplitud R_1 del término diurno.

La causa de la oscilación semi-diurna de la presión barométrica no puede buscarse en la atracción del Sol ni considerarse como un efecto de la marea solar; porque si así fuera, el efecto de la Luna sería mucho más considerable; es así que la observación del barómetro demuestra que la marea lunar atmosférica es nula ó poco más, luego la variación solar diurna del barómetro es necesariamente un efecto de la temperatura.

Componentes armónicas de la variación diurna de la presión atmosférica calculadas por F. H. Simmonds, F. M. S.¹

$$E = R_1 \cos(\theta + c_1) + R_2 \cos(2\theta + c_2) + R_3 \cos(3\theta + c_3).$$

NOMBRES DE LAS CIUDADES.	Latitud.	Longitud.	Altitud	PERIODO DE OBSERVACION.	COMPONENTES diurnas.		COMPONENTES semi-diurnas.		COMPONENTES tercio-diurnas.	
					R ₁ .	C ₁ .	R ₂ .	C ₂ .	R ₃ .	C ₃ .
					mm.	°	mm.	°	mm.	°
Singapore.	1° 27' N.	103° 49' E.	Poca.	5 años de 1844 á 1845.	0,533	280 3	0,983	66 0	0,038	333 3
Trevandrum.	8° 31' N.	77 0 E.	59 ^m	junio 1837 á mayo 1842.	0,391	290 3	1,077	68 2	0,033	293 1
Madras.	13° 4' N.	80 14 E.	7	1844 á 1850.	0,594	268 9	1,097	67 6	0,018	270 0
Bombay.	18° 53' N.	72 48 E.	42	1846 á 1862.	0,503	242 9	0,973	66 4	0,036	286 3
Calcuta.	22° 31' N.	88 21 E.	5	1855 á 1869.	0,686	250 9	1,001	61 6	0,030	258 5
Simla.	31° 6' N.	77 12 E.	2119	julio 1841 á diciembre 1846.	0,254	185 7	0,533	48 7	0,038	248 3
Lisboa.	38° 43' N.	9 8 E.	102	enero 1864 á noviembre 1870.	0,135	246 6	0,447	62 1	0,056	272 4
Pekin.	39° 57' N.	116 29 E.	31	1850 á 1855.	0,749	270 8	0,551	54 8	0,066	256 0
Washington.	38° 54' N.	77 3 W.	31	1861 á 1869.	0,427	265 6	0,511	73 8	0,061	172 9
Girard-College (Filadelfia).	39° 58' N.	75 11 W.	34	junio 1840 á junio 1845.	0,465	266 6	0,455	75 8	0,046	282 1
Toronto.	43° 40' N.	79 21 W.	104	1841 á 1847.	0,356	242 4	0,323	81 5	0,051	291 7
Tiflis (Awlaba).	41° 42' N.	44 50 E.	457	enero 1855 á abril 1862.	0,625	288 6	0,361	67 5	0,053	242 3
Tiflis (Kuki).	41° 43' N.	»	409	mayo 1862 á diciembre 1871.	0,676	294 3	0,411	70 9	0,046	267 1
Viena.	48° 13' N.	16 23 E.	198	1849 á 1856 (menos 1 mes de abril).	0,173	262 4	0,287	59 5	0,030	272 2
Cracovia.	50° 4' N.	19 58 E.	217	1850 á 1856.	0,127	287 5	0,168	42 5	0,041	256 4
Praga.	50° 5' N.	14 25 E.	107	1842 á 1868.	0,254	271 5	0,218	55 1	0,028	281 8
Bruselas.	50° 51' N.	4 22 E.	58	1842 á 1869.	0,048	268 8	0,241	56 1	0,030	278 7
Greenwich.	51° 29' N.	0 0	48	1841 á 1847.	0,028	133 9	0,264	57 9	0,010	326 6
Oxford.	51° 46' N.	1 15 W.	65	1855 á 1870.	0,117	312 7	0,244	66 1	0,033	273 3
Nettchinsk.	51° 48' N.	119 30 E.	680	42 á 45, 48 á 55, 56 á 62.	0,320	283 1	0,249	71 1	0,041	236 0
Barnaoul.	53° 20' N.	83 37 E.	122	42 á 45, 50 á 55, 56 á 62.	0,117	189 2	0,112	72 0	0,028	262 3
Catherinenbourg.	56° 50' N.	60 34 E.	248	42 á 45, 49 á 55, 56 á 62.	0,091	325 4	0,189	62 8	0,008	212 7
Sitka.	57° 9' N.	135 18 W.	5	43 á 45, 1848, 50 á 54, 1856.	0,071	135 9	0,094	6 3	0,008	147 3
San Petersburgo.	59° 57' N.	30 28 E.	5	1841 á 1862.	0,036	150 7	0,089	6 2	0,015	206 9
Batavia.	6° 41' S.	106 50 E.	7	1866 á 1872.	0,607	293 6	0,937	67 3	0,041	281 8
Ascencion.	7° 55' S.	0 58 W.	46	setiembre 1863 á agosto 1865.	0,269	287 4	0,709	66 5	0,010	206 6
Santa-Helena.	15° 57' S.	5 41 W.	538	1841 á 1846.	0,180	234 1	0,744	63 4	0,036	348 0
Santiago (Chile).	33° 26' S.	70 38 W.	546	novbre. 1849 á setbre. 1852.	0,165	253 8	0,399	77 2	0,036	105 0
Cabo de Buena Esperanza.	33° 56' S.	18 29 E.	Poca.	abril 1844 á junio 1846.	0,149	257 8	0,488	72 0	0,036	281 8
Hobarton.	44° 52' S.	147 27 E.	32	1841 á 1847.	0,312	317 5	0,500	84 1	0,046	287 6

¹ Extracto del Quarterly Journal of the Meteorological Society, Enero 1880; The diurnal range of atmospheric pressure, por Roberto Strahan, F. M. S.

Por otra parte, aplicando el análisis de Fourier á las variaciones diurnas de la temperatura, se encuentra que para la mayor parte de las estaciones, sino para todas, el término diurno es mucho mas importante que el término semi-diurno. Esta circunstancia hace tanto mas notable el que la oscilacion barométrica, que es su consecuencia, sea principalmente una oscilacion semi-diurna.

Es probable que la explicacion de este hecho deba buscarse en el valor de la oscilacion propia de la masa atmosférica y que se encontrará en las mismas fórmulas que Laplace ha dado en la *Mécanique céleste* para el Océano, pero que ha demostrado podian aplicarse tambien á la atmósfera.

Sustituyendo en estas fórmulas la influencia térmica á las acciones atractivas para la produccion de las mareas y buscando los modos de oscilacion que corresponden respectivamente á los términos diurnos y semi-diurnos de la influencia térmica, se encontrará probablemente que el período de oscilacion propia en el primer caso concuerda mucho ménos con una duracion de veinte y cuatro horas que el segundo con una duracion de doce horas; entonces, es natural que en el segundo caso pueda producir un efecto muy considerable una fuerza comparativamente menor.

El exámen del cuadro demuestra que, á excepcion de la estacion de Sitka del hemisferio norte y para la cual R_2 es muy pequeño, los valores de C_2 son todos positivos y corresponden á ángulos agudos; se encuentra $61^\circ 3'$ como media de los 30 números del cuadro. Si á cada uno de los valores de C_2 se atribuye un peso en relacion con el valor de R_2 correspondiente, se encontrará un número mayor todavía para valor medio de C_2 . Pero para nuestro objeto actual basta admitir que esta media es á lo menos de 60° . Fijándose en la fórmula se deducirá una consecuencia, á saber que el máximo del término semi-diurno se presenta un poco ántes de la 10 de la mañana y un poco antes de las 10 de la noche; para $C_1 = 60^\circ$, seria exactamente á las 10^h.

Las observaciones y tambien la teoría son aun demasiado incompletas para que se pueda deducir la ley de variacion de R_2 en funcion de la latitud. Las observaciones contenidas en el cuadro demuestran sin embargo, como por otra parte podíase ya prever por la teoría de las mareas de Laplace, que en las regiones polares la disminucion es más rápida de lo que permitiria la ley del cuadrado del coseno de la latitud λ . Es fácil de reconocer, por otra parte, inspeccionando el cuadro, que la fórmula $R_2 = \cos^2 \lambda \cdot 0^{\text{pu}} \cdot 032$ basta para representar en una primera aproximacion, la distribucion de los excesos barométricos en la superficie del globo, esto es, el espesor en cada punto de la capa esferoidal elíptica que

daria lugar al mismo par resultante que la marea atmosférica. Dejando á un lado las medidas inglesas, que son verdaderamente intolerables, escribiremos esta fórmula:

$$R_s = 0^{\text{cm}},08 \cos^2 \lambda;$$

la columna barométrica corresponde siempre al peso de la masa de aire que existe encima del punto considerado independientemente de la temperatura, y se puede añadir también, cuando solo se consideran medias relativas á varias estaciones independientemente del viento ¹.

Para cada centímetro de más ó de menos en la columna mercurial hay 13 gr., 596 ó en números redondos, 14 gr. de aire en más ó en menos sobre cada centímetro cuadrado de la superficie horizontal. La figura 35 en la cual la línea SA forma un ángulo de 30° con la línea HH' —lo que corresponde á $C_2 = 60$ —, representa la distribución de las presiones y por consiguiente el peso de la masa de aire situado encima de cada punto de un paralelo cualquiera, ó cuando menos, de un paralelo distante del Ecuador menos 60° en uno ú otro hemisferio. Si se supone que se ha tomado en cada punto el espesor igual al producto de $\cos^2 \lambda$ por 0^{cm.},08, la capa sombreada representa la capa de mercurio que, extendida en la superficie de la Tierra, daría lugar, á consecuencia de la atracción solar, al mismo par resultante que la atmósfera. Para evaluar este par emplearemos la conocida fórmula² relativa á la atracción mútua de una masa M no concentrada en un punto, y de una masa m colocada en un punto situado á una gran distancia.

$$(1) \quad L = 3m \frac{(B - C) y z}{(x^2 + y^2 + z^2)^{\frac{5}{2}}},$$

fórmula en la cual x, y, z son las coordenadas de la masa m con relación á tres ejes rectangulares OX, OY, OZ coincidiendo con los ejes principales de inercia de la masa M; B y C los momentos de inercia de esta masa M con relación á los ejes OY y OZ, y por último L el momento con relación al eje OX del par que se obtiene trasportando paralelamente asimismo cada una de las acciones

¹ Durante los vientos muy fuertes el barómetro puede mantenerse sensiblemente encima ó debajo del valor que corresponde al peso de la masa de aire, según que la pieza en donde está colocado tenga sus ventanas dirigidas hácia el viento ó en sentido opuesto. El error que proviene de esta causa puede manifestarse en las medias diurnas de un barómetro dado, á consecuencia de las variaciones periódicas diurnas de la dirección del viento; pero debe ser muy reducida para un barómetro colocado en condiciones convenientes, y, en todos los casos, debe desaparecer cuando se toma la media de varios instrumentos colocados arbitrariamente en diferentes edificios y en varias partes del globo. Púedese observar, de paso, que en un observatorio meteorológico la elección de la pieza en la cual ha de colocarse el barómetro no debe ser absolutamente arbitraria. Las aberturas de la pieza exterior deben estar simétricamente distribuidas con relación á las diferentes direcciones y con relación también al abrigo que presentan contra el viento por las otras partes del edificio.

² THOMSON Y TAIT *Natural Philosophy*, Vol. I. Part. I. § 539.

elementares, ejercidas en la masa M , al centro de inercia de este masa. Supongamos que el cuerpo M sea un elipsoide homogéneo que tenga por semi-ejes a , b y c , se tiene

$$B - C = \frac{1}{5} M (c^2 - b^2) = \frac{1}{5} M (c + b) (c - b).$$

Para un elipsoide prolongado y que presente las dimensiones indicadas anteriormente, se tiene

$$(2) \quad B - C = \frac{1}{5} M (c + b) (c - b) = \frac{1}{5} M r \cdot 0,32,$$

siendo r el radio de la Tierra en centímetros.

En el caso de la figura 35, tendremos

$$yz = D^2 \text{ sen. } 30^\circ \text{ cos. } 30^\circ,$$

siendo D la distancia del Sol á la Tierra. Se tiene por consiguiente,

$$(3) \quad L = \frac{3}{5} \frac{m M r \cdot 0,32 \cdot \text{sen } 30^\circ \text{ cos } 30^\circ}{D^3},$$

En esta fórmula, M representa la masa de un volúmen de mercurio igual al volúmen de la Tierra; de suerte que, si E es la masa de la Tierra, $M = 2,5 E$. Ahora $\frac{m E}{D^2}$ es la accion atractiva del Sol sobre la Tierra; si la representamos por F , se tendrá

$$(4) \quad L = \frac{3}{5} 2,5 \cdot \frac{r}{D} F \cdot 0^{\text{cm}},32 \text{ sen } 30^\circ \text{ cos } 30^\circ = \frac{r}{D} F \cdot 0^{\text{cm}},21.$$

Si S es la masa del Sol en gramos, se tiene

$$F = \frac{r^2}{D^2} S \cdot 980 \text{ dinas},$$

puesto que la atraccion de la Tierra sobre un gramo de materia colocado en su superficie es, aproximadamente, de 980 dinas; resultará, pues, por último

$$(5) \quad L = \frac{r^3}{D^3} S \cdot 980 \cdot 0,21 = \frac{r^3}{D^3} S \cdot 207.$$

Representando por I el momento de inercia de la Tierra, se tendrá, entre la aceleracion angular $\frac{d\omega}{dt}$ y el momento del par L , la relacion

$$(6) \quad \frac{d\omega}{dt} = \frac{L}{I}.$$

Si se admite la ley de Laplace para la variacion de la densidad á partir de la superficie, se tiene aproximadamente

$$I = \frac{1}{3} r^2 E,$$

en lugar de $I = \frac{2}{5} r^2 E$ que se obtendría en el caso de la homogeneidad. Se tendrá pues

$$\frac{d\omega}{dt} = 3 \frac{r^3}{D^3} \frac{S}{E} \frac{207}{r^2}$$

Por otra parte tenemos

$$\frac{D^3}{r^3} = 12,3 \cdot 10^{12}; \quad \frac{S}{E} = 31,9 \cdot 10^4; \quad r = 6,370 \cdot 10^8 \text{ centímetros.}$$

y, por consiguiente,

$$r^2 = 40,6 \cdot 10^{16}.$$

Resultará pues

$$\frac{d\omega}{dt} = 3 \cdot \frac{31,9 \cdot 10^4}{12,3 \cdot 10^{12}} \frac{207}{40,6 \cdot 10^{16}} = 4 \cdot 10^{-23}$$

para la aceleración angular, esto es, para el aumento de la velocidad angular correspondiente á cada segundo. Como la velocidad angular de la Tierra es actualmente $\frac{2\pi}{86400}$ ó aproximadamente

$\frac{1}{13700}$, la aceleración relativa será

$$\frac{1}{\omega} \frac{d\omega}{dt} = 5,5 \cdot 10^{-19}$$

Hay en un año $31,5 \cdot 10^6$ segundos y $3150 \cdot 10^6$ segundos en un siglo; la relación entre el aumento total de velocidad durante un siglo y la misma velocidad, es pues

$$1,74 \cdot 10^{-9}.$$

Para interpretar este resultado, consideremos dos cronómetros A y B que marchan durante un siglo en las condiciones siguientes: El cronómetro A marca el tiempo de una manera absoluta; está arreglado al principio del siglo, de manera que señale el tiempo sideral, luego se le abandona á sí mismo. El cronómetro B está regulado día por día y de año en año durante todo el siglo, con relación al tiempo sideral.

Al fin del siglo, la velocidad de B escede á la de A en $1,7 \cdot 10^{-9}$ segundos por segundo; como este aumento se ha adquirido uniformemente se puede decir que durante el curso del siglo la velocidad media de B ha sido superior á la de A en $0,8 \cdot 10^{-9}$ por segundo. Por consiguiente, durante el siglo, B ha adelantado un total de $3,15 \cdot 10^9 \cdot 0,8 \cdot 10^{-9}$ ó 2,7 segundos.

Por lo tanto se produciría al mismo tiempo y en sentido inverso una diferencia nueve veces mayor en la marcha de los dos cronómetros,

Tomando de nuevo los cálculos de Laplace sobre la aceleración del movimiento medio de la Luna producido por la atracción del Sol, Adams ha llegado á establecer, que nuestro cronómetro B, arreglado cada día sobre el tiempo sideral, retardaría

al cabo de un siglo 22 segundos con relacion al cronómetro A¹. Este hecho, que puede ser considerado como demostrado aproximadamente por la teoría y por la observacion, ha recibido de Delaunay una interpretacion cuya exactitud no es posible poner en duda; es una consecuencia del frotamiento de la marea.

Basta cambiar convenientemente los datos para que las fórmulas precedentes nos den este retardo de la marea, como nos han dado la aceleracion termodinámica. Volvamos á la figura 34; supongamos que la capa esferoidal ya no represente la atmósfera como en la figura 35, sino la masa de las aguas; si tomamos igual á 1^m el exceso del radio mayor sobre el menor, la figura representará de una manera bastante exacta, para toda la superficie de la Tierra, la forma general de las aguas, tal como resulta de la marea. Si en estos dos casos la oblicuidad fuera la misma, y el Sol continuase siendo la masa atractiva, encontraríamos un valor de L

$$\frac{50}{0,08 \times 13,596} = 45,9$$

veces mayor que el encontrado más arriba; si, quedando todo del mismo modo, se sustituyera la Luna al Sol, el valor de L resultaria 91,8 veces más grande —en efecto, la masa de la Luna, dividida por el cubo de su distancia á la Tierra, es el doble de la masa del Sol dividido por el cubo de su distancia—. Para poner de acuerdo el resultado de Adams y la explicacion de Delaunay, es preciso que, en el segundo caso, el momento del par sea solamente diez veces lo que es en el primero. Basta para esto inclinar la línea HH' sobre la línea A M de un ángulo H C M, tal que

$$\text{sen H C M} \cdot \text{cos H C M} = \frac{\text{sen } 30^\circ \text{ cos } 30^\circ}{10}.$$

Se encuentra así, para H C M, 87° 30', con cuyo ángulo se ha construido la figura.

De este modo, partiendo, primero de los resultados que nos da la observacion sobre la forma de la atmósfera terrestre, y luego de las evaluaciones que hemos hecho acerca del valor medio de la marea lunar, llegamos á este resultado, á saber: que en el curso de un siglo, el cronómetro B toma, con relacion al cronómetro A, un adelanto de 2,7 segundos en virtud de la aceleracion termodinámica, y un retardo de 25 segundos á causa del retardo debido á la marea. El resultado final es un retardo de 22,3 segundos, ó sencillamente 22 segundos, esto es, el resultado encontrado por Adams.

¹ THOMSON Y TAIT, *Natural Philosophy*. 1.^a edicion, Vol. I, § 830, ó 2.^a edicion, Vol. I, 1.^a parte, § 405.

PÉNDULO DE ACELERACION VARIABLE, Ó PÉNDULO INCLINADO*;
 INVENTADO POR D. C. TOMÁS ESCRICHE Y MIEG,

Catedrático del Instituto de Guadalajara.

2.^o—*Descripcion del péndulo inclinado.*

Pocas palabras serán suficientes para describir el aparato, si se tienen á la vista la figura 36, que le representa en perspectiva, y las 37, 38 y 39, 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.

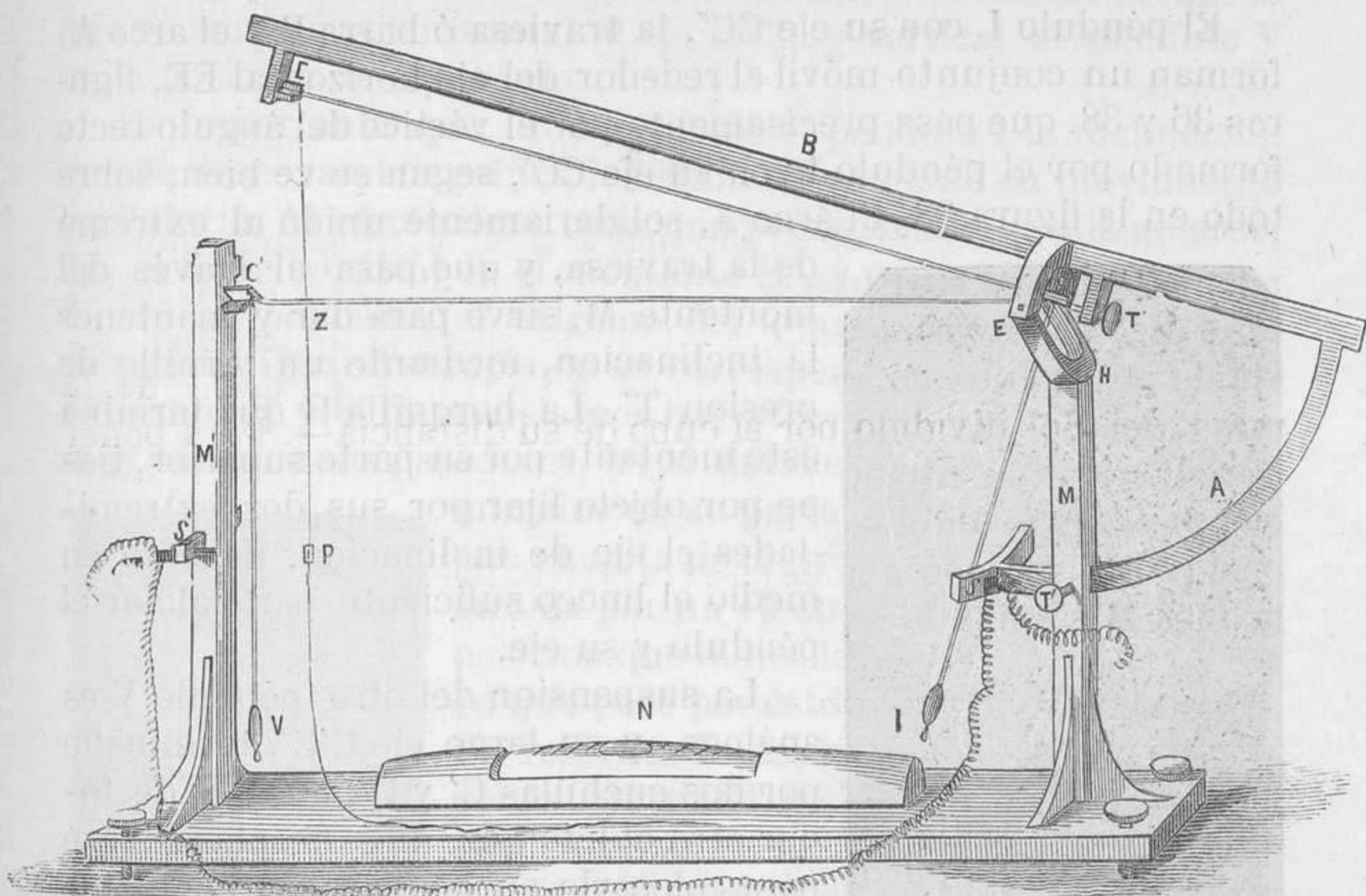


Fig. 36.

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 menos 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 36, da resultados tan satisfactorios, que es inútil complicar el aparato.

* *Conclusion.*—Véase la pág. 149.

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. 37—, recibe el extremo cónico del eje, para equilibrar, sin rozamiento sensible que perturbe la oscilacion,

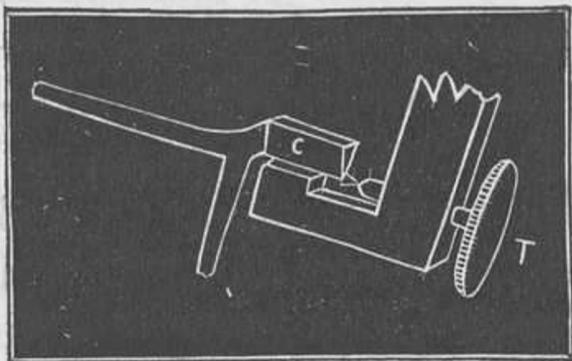
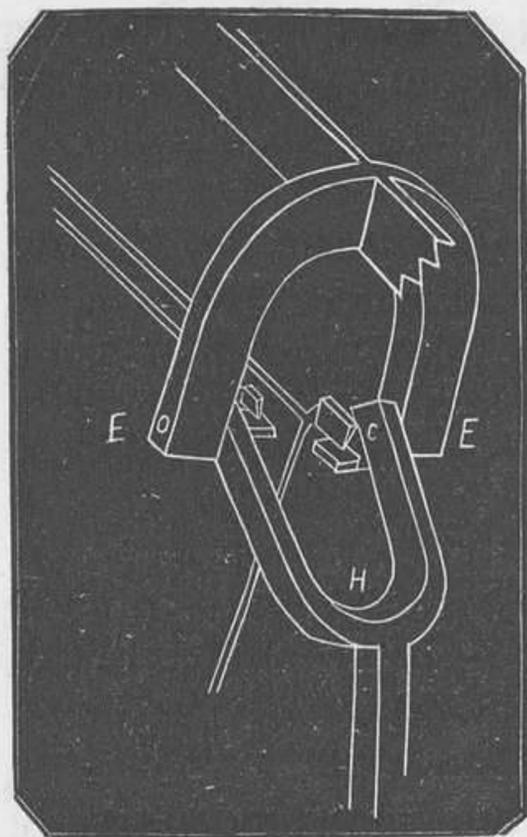


fig. 37.

la componente $PC = p \cos \alpha$, fig. 28, 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.

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 36 y 38. 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 38, 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 figura 34 hace ver clara-

mente, fijo en una de las ramas de la horquilla, el planito de acero sobre que 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 28 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 corres-

ponderia al plano inclinado teórico. En este triángulo CC'' sería 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 serian 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.

Es importante que, una vez dada al péndulo I la inclinacion que se desee, ambos principiën 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. 39, terminados en su parte posterior cada uno por

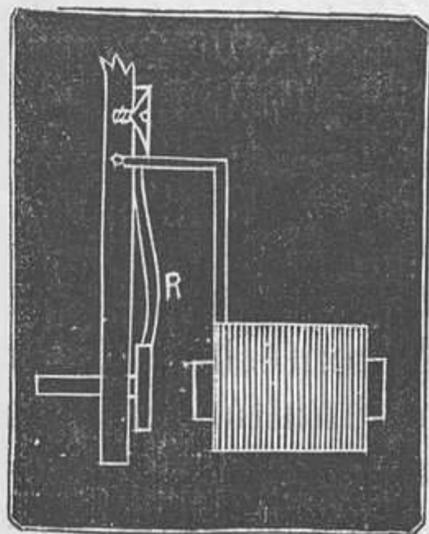


Fig. 35.

una chapita de hierro dulce, destinada á ser atraída por un electro-iman sostenido en la posicion que indica la fig. 39, 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 ántes de empezar el experimento se separa el péndulo de su posicion de equilibrio, y oprimiendo ligeramente con un dedo el pasador hácia el

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.

3º.—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 previamente 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 aquí un ejemplo que acabará de hacer comprender el modo sencillo de usar el péndulo inclinado:

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

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:

$$\begin{aligned} \text{Si } \begin{cases} n' = 11 \\ n = 12 \end{cases} \text{ será } \dots \dots \dots a' &= \left(\frac{11}{12}\right)^2 = 0,84. \\ \text{» } \begin{cases} n' = 5 \\ n = 6 \end{cases} \dots \dots \dots a' &= \left(\frac{5}{6}\right)^2 = 0,69. \\ \text{» } \begin{cases} n' = 4 \\ n = 5 \end{cases} \dots \dots \dots a' &= \left(\frac{4}{5}\right)^2 = 0,64 \text{ exactamente.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{» } \left\{ \begin{array}{l} n'=3 \\ n=4 \end{array} \right\} & \dots \dots \dots a' = \left(\frac{3}{4}\right)^2 = 0,56 \\
\text{» } \left\{ \begin{array}{l} n'=2 \\ n=3 \end{array} \right\} & \dots \dots \dots a' = \left(\frac{2}{3}\right)^2 = 0,44. \\
\text{» } \left\{ \begin{array}{l} n'=3 \\ n=5 \end{array} \right\} & \dots \dots \dots a' = \left(\frac{3}{5}\right)^2 = 0,36 \text{ exactamente.} \\
\text{» } \left\{ \begin{array}{l} n'=1 \\ n=2 \end{array} \right\} & \dots \dots \dots a' = \left(\frac{1}{2}\right)^2 = 0,25 \text{ exactamente.} \\
\text{» } \left\{ \begin{array}{l} n'=1 \\ n=3 \end{array} \right\} & \dots \dots \dots a' = \left(\frac{1}{3}\right)^2 = 0,11.
\end{aligned}$$

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 $\left\{ \begin{array}{l} n'=1 \\ n=2 \end{array} \right\}$ y $\left\{ \begin{array}{l} n'=1 \\ n=3 \end{array} \right\}$, 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 DE QUÍMICA.

E. FILHOL Y SENDERENS.—*Sobre algunos fosfatos neutros al tornasol.*—Si se adiciona á una solucion de ácido fosfórico puro, gradualmente y con muchas precauciones, una solucion de sosa cáustica pura, llega un momento en que el licor da un color vinoso á la tintura de tornasol enrojecida por vestigios de ácido, y produce el mismo efecto en la tintura que se ha vuelto azul tratada por una mínima cantidad de álcali. Este punto exacto es difícil de determinar. La solucion así preparada puede ser concentrada á un calor suave, hasta el punto de tener la consistencia de jarabe, sin que se formen por esto cristales al enfriarse; pero se puede obtener una hermosa cristalización, continuando la evaporacion bajo el recipiente de la máquina neumática, sobre un vaso que contenga ácido sulfúrico concentrado. Los cristales son neutros al tornasol, lo mismo que el agua madre en cuyo seno se han formado.

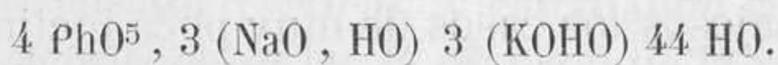
Esta sal puede considerarse constituida por la combinacion de una molécula de fosfato monosódico con una molécula de fosfato disódico. Prepara-

da del modo indicado, contiene 3^{ea}. de agua de cristalización; cristaliza en prismas romboidales oblicuos; sometida á la acción del calor pierde, á la temperatura de 110°, toda su agua de cristalización, sin entrar en fusión. A 200° pierde su agua de constitución, experimenta la fusión ígnea y se presenta, después del enfriamiento, en forma de una masa vítrea muy transparente.

Concentrando la solución del fosfato sesquisódico en una corriente de aire seco y á la temperatura ordinaria, los autores han obtenido cristales que contenían 15^{ea}. de agua de cristalización. Esta última sal funde á 55° en su agua de cristalización y pierde los últimos vestigios de agua, como el precedente, hacia unos 200°. Durante la preparación de este fosfato, basta el menor exceso de ácido ó de base para que la solución concentrada dé cristales de fosfato disódico con reacción francamente alcalina, en el seno de un líquido de reacción ácida.

No han logrado preparar el fosfato sesquipotásico; las soluciones, neutralizadas con el mayor cuidado, han dado siempre cristales de fosfato monopotásico con reacción ácida y un agua madre con reacción alcalina. No han podido obtener tampoco la sal amoniacal; pero han preparado, muy bien cristalizados, los fosfatos de reacción neutra, sódico-potásico y sódico-amónico.

El fosfato sódico-potásico cristaliza en hermosas agujas prismáticas que pertenecen al quinto sistema; según los análisis, tiene la composición siguiente:



La sal amoniacal contiene tan solo 6^{ea}. de agua de cristalización; es muy inestable y se desdobra con una gran facilidad en contacto del agua, en fosfato monobásico y tribásico. Quizás no existe del todo formado en el seno de las soluciones de donde procede.

ROBIN.—*Procedimiento para caracterizar los principales alcaloides y sus sales.*—Sabido es que hasta ahora ciertos alcaloides y sales de los mismos, tales como el clorhidrato de morfina, el sulfato de quinina, el sulfato de atropina, la codeína, etc., etc., no tienen reacción específica conocida. El nuevo procedimiento de Robin, que fija estas reacciones, consiste en el empleo del ácido sulfúrico y del azúcar.

A una porción del alcaloide que se ha de examinar, basta añadirle casi el doble de su peso de azúcar ordinario en polvo, mezclarlo en una cápsula de porcelana y añadir una ó dos gotas de ácido sulfúrico puro, agitando un poco con el objeto de que obre en la mezcla. Con este procedimiento, el autor ha obtenido los siguientes resultados:

Si se trata el clorhidrato de morfina con ácido sulfúrico, nada se obtiene, pero añadiendo antes el azúcar, se presenta una coloración rosada bastante hermosa, que pasa rápidamente al violeta: esta última coloración persiste y es muy parecida á la que se presenta disolviendo permanganato de potasa. Con el sulfato de quinina no se obtiene coloración en contacto con el ácido sulfúrico solo; pero con el azúcar de caña se presenta primero una coloración verdosa, luego amarilla clara y después de un negro café, rodeada de una circunferencia amarilla; con el azúcar de leche no se obtiene coloración alguna. El sulfato de atropina, en contacto de los dos reactivos indicados,

da una coloracion violeta que pasa poco á poco al moreno; la estrignina la da rojiza, y luego negro café, así como la santonina; la narcotina presenta un color moreno rojizo persistente; la solanina da un rojo vivo, la veratrina verde oscuro; la codeina rojo cereza intenso que se convierte en violeta, distinguiéndose de la morfina por presentar esta una reaccion de color de rosa.—Este método puede servir para las indagaciones forenses y para reconocer si una de dichas sustancias es falsificada.

CRÓNICA DE HISTORIA NATURAL.

CH. BARROIS.—*El período hullero en los Estados-Unidos.*—El autor hizo un viaje á los Estados-Unidos con el objeto de estudiar el periodo hullero en aquella region americana, período notable por su uniformidad en toda la tierra. Forman el terreno hullero en los Estados-Unidos espesas capas de gres, de esquistos, de calizas, entre las cuales se encuentran interestratificadas delgadas capas de hulla y de mineral de hierro; la proporcion de la hulla á la roca, aun en los terrenos hulleros más ricos, no excede de un 1 : 50; ocupa la misma posicion que en Europa, segun lo demuestran sus relaciones con los terrenos pérmico y triásico, y pertenece realmente al periodo carbonífero. Los Estados-Unidos tienen cuatro cuencas hulleras, que son las más vastas del mundo: la de los Apalaches, la del Illinois, la occidental y la del Michigan. Las hullas grasas son las más comunes, y las antracíferas están solo bien desarrolladas á la otra parte de la cordillera de los Alleghanys, al este de la primera cuenca: estas últimas son consideradas, á consecuencia de su dislocacion, como el resultado del metamorfismo de la hulla primitivamente grasa; pero M. Barrois no acepta esta teoria, que no está basada en pruebas estratigráficas ni paleontológicas. La semejanza de la flora hullera que existia en América con la de España, Francia, Alemania, Inglaterra y aun Spitzberg, al 80° de la latitud, y con la de la isla Melville, al 75° de latitud, demuestra suficientemente que durante el periodo carbonífero, en toda la parte del globo terrestre, situada al norte del trópico de Cáncer, habia un clima tropical y uniforme, propio para la produccion de la hulla.

¿Cuánto tiempo ha sido necesario para formarse el periodo hullero? M. Barrois admite por un momento, respecto de este punto, las bases del razonamiento de Lyell, tantas veces debatidas; pero hace observar que despues de los estudios de los Sres. Grosselet y Debray sobre los pantanos del litoral flamenco, deben elegirse en dichos pantanos salobres, medio salinos y de agua dulce, los términos de comparacion con las capas de las cuencas hulleras; las relaciones son más íntimas que las que se buscaban entre estas mismas y los aluviones que se forman en el valle del Mississipi. Así pues, segun estos estudios, hubieran sido precisos al Mississipi 340,000 años, y no 1.000,000, como admite M. Lyell, para llenar la cuenca hullera de la Nueva Escocia. Debe advertirse, sin embargo, que M. Barrois reconoce la poca exactitud de los cálculos basados en los sedimentos, como tambien la de los que descansan en la acumulacion de la hulla, comparada con el peso de la madera verde necesaria para formar las capas de aquella sustancia.

Las relaciones indicadas entre la Europa y la América en la época hullera no son hechos aislados en la historia de estos continentes, puesto que en la época actual se encuentran otros que no son menos curiosos.

R. E. C. STEARNS.—*Observaciones sobre las conchas fósiles del desierto del Colorado.*—Las formas más características entre las conchas fósiles que se han recogido en el desierto del Colorado, pertenecen al género *Tryonia* (*T. clathrata* Stimpson y *T. protea* Gould), el cual puede suponerse con fundamento que ha tenido su centro de desarrollo en el antiguo lago, region lacustre ó cuenca del Colorado. Estas especies se encuentran allí junto con *Anodonta*, *Physa* y *Amnicola*.

ID.—*Una nueva Hélice.*—El autor describe y da la figura de una nueva forma de *Hélix*, que proviene de las cercanías de Turloch (California), y cree que debe referirse á la *H. Mormonum* como var. *circumcarinata*. Opina también que la *H. Hillebrandi* Newcomb es asimismo una variedad de la misma especie.

L. FAIRMAIRE.—*Nuevos Coleópteros.*—*Fornax subflavellatus*, de Nossi-Bé; *F. subquadricollis*, de id.; *Luciola amplipennis*, de id.; *Laius politus*, de id.; *L. anomalipus*, de id.; *Xylopertha Pierronii*, de id.; *Himatismus Justi*, de id.; *Hydroporus strigicollis*, de la isla de la Reunion; *Lacon hydropicus*, de id.; *Pelecophora marginalis*, de id.; *Bolitophagus borbonicus*, de id.; *Cratopus Coquerelii*, de id.; *Cossonus maculosus*, de id.; *C. Coquerelii*, de id.; *Tropideres Coquerelii* (*T. tessellatus* Coq.), de id.; *Megopis Coquerelii*, de id.; *Anisogaster signifer*, de id.; *A. luteosparsus*, de id.; *Panagæus (Epicosmus) Michardi*, de Madagascar; *Eurydera obscurata*, de id.; *Abacetus rufoguttatus*, de id.; *Enaria rufo-fulva*, de id.; *Apate confossa*, de id.; *Eutelus decurtatus*, de id.; *Hoplocephala inæquidens*, de id.; *H. cercyonoides*, de id.; *Blosyrus nossibianus*, de id.; *Desmidophorus luteovestis*, de id.; *Litotropis* (n. g. *Anthribidæ*) *lateritius*, de idem; *Crioceris inæqualis*, de id.; *Cælænomenodera Le Royi*, de id.; *Pachnophorus testaceipes*, de id.; *Sphæroderma dorcatomoides*, de id.; *Aulacophora cavicollis*, de id.; *Ootheca cyaneovittata*, de id.; *Luperus quaternus*, de id.; *Timarcha vermiculata*, de Portugal; *T. lævisterna*, de Cuenca; *T. tenuicornis*, de Valencia; *T. oblongula*, de España; *T. convexifrons*, de Portugal; *T. janthinipes*, de id.; *Parallelodera* (n. g. *Alindriis* affin.) *quadraticollis*, de la isla Viti; *Prostomis pacificus*, de Viti-Levu; *Alcimus alternatus*, de la isla Ponapé (Oceania); *Oryctoderos platygenioides*, de la isla del Duque de York; *Oronotus quadrituber*, de id.; *Colpodes truncatellus*, de Viti; *C. xanthoenemus*, de id.; *Aphylloceris* (n. g. *Tetraphyllis* affin.) *decipiens*, de id.; *Rhinoscapha lagopyga*, de id.; *Ectocemus spinipennis*, de la isla del Duque de York; *Anomobrenthus* (n. g. *Ectocemis* affin.) *hamatirostris*, de Viti; *Diurus compressicauda*, de la isla Ponapé (Carolinias); *Pæcilocaulus* (n. g. *Stenocerus* simil.) *picturatus*, de Viti; *Zophophilus* (n. g. *Nyctobati* affin.) *curticornis*, de Duque York; *Strongylium tuberipenne*, de id.; *Sphingnotus Yorkensis*, de id.; *Xiphothcata luctifera*, de id.; *Olenecamptus lacteoguttatus*, de Ruk-Carolina; *Pherocladus* (n. g. *Ptilodactylis* affin.) *dermestoides*, de Viti; *Exallophthalmus* (n. g. *Ptinis* affin.) *quinqueguttatus*, de id.; *Chariotheca smaragdipunctata*, de id.; *E. neomidina*, de id.; *Eubactrus spissicornis*, de la isla Duque de York; *E. fuscojanthinus*, de Viti; *Pamponerus* (n. g. *Catascopis et Thyreopteris* vaguè affin.) *Godeffroyi*, de Duque York; *Catascopus obliquatus*, de Nueva-Bretaña; *Alaus bituberosus*, de Duque de York; *Euchleochrous* (n. g. *Tylocerus* affin.) *semicyaneus*, de Viti; *Melanhyphus* (n. g. *Oryctoderis* affin.) *Kleinschmidtii*, de Nueva Bretaña; *Tenerus frontalis*, de Duque York; *Ectatorhinus Godeffroyi*, de id.; *Dipaltoster-*

nus (n. g. *Psepholacis* affin.) *insidiator*, de Viti; *Heteromolius* (*Gl. Strongylopteris* facie) *hylesinoides*, de id.; *Dioxypterus* (n. g. *Elateridæ* aff.) *nigrotransversus*, de id.; *D. flexuosus*, de id.; *D. Guttulatus*, de id.; *D. vagepictus*, de id.; *Pseudomolius* (n. g. *Heteromolius* simil.) *crassicornis*, de Ovalan; *Schirotrachelus Schmeltzii*, de Duque York; *Eubactrus metallicollis*, de Viti; *Ithystenus nigrosulcatus*, de id.; *Bothriorhinus* (n. g. *Amorphocephalus* affin.) *Costulipennis*, de Duque York; *Cerobates Vitiensis*, de Viti.

CH. RICHEL.—*Accion química de varios metales en el corazon de la Rana.*—El autor denomina *límite de toxicidad* á la cantidad máxima de metal, con relacion á 1^{lit.} de agua, que, al cabo de dos horas de un experimento no ha detenido definitivamente la contractibilidad del corazon. Todas las sales metálicas empleadas eran cloruros en solucion acuosa y del todo neutra. El límite de toxicidad ha sido calculado, no por el peso del cloruro, sino por el del metal combinado. Es de notar que la toxicidad de los metales con que se ha experimentado, no está en relacion con su peso atómico, y que ni aun existe la relacion entre los metales de una misma familia. Así el cesio es ménos tóxico que el rubidio, el litio y el potasio; el rubidio ménos que el litio y el potasio, el litio más que el sodio, el paladio más que el platino, etc.

El níkel, que en las branquias de los peces obra ménos que el cobre, el hierro y el potasio, es mucho más activo que estos metales en el corazon de la rana. El cobre, que es tan peligroso para las branquias de los peces, es muy poco tóxico para el corazon de la rana; lo contrario se observa respecto del calcio. Entre los cloruros metálicos, los hay que detienen el corazon en sistole —*peces sistólicos*—, como el de bario, el de calcio, el de cerio; otros detienen el corazon en diástole, como el de potasio, el de cesio, el de rubidio, el de amonio, el de níkel, el de cobalto, el de magnesio; respecto de los demás, el corazon se detiene en un estado intermedio entre la sistole y la diástole.

E. L. TROUËSSART. — *Una nueva Musaraña.*—*Crocidura Edwardsiana*: *Cr. notæo intense schistaceoenigro, gastræo vix dilutiore, cauda tereti, basi incrassata, dimidio corpore parum longiore. Capite magno, rostro brevi, crasso, rotundato. Pedibus longiusculis, robustis, supra calcaneum subnudis, squamosis, rare pilosis. Ore, genis, auriculis, cauda, artubusque fere nudis, fuscis. Long. tot., 130^{mm}; caudæ, 46^{mm}; corporis, 94^{mm}; plantæ, 18^{mm} (Femina juvenis). Habitat: in Archipelago Soloense.*

ACADEMIA DE CIENCIAS DE PARIS.

Sesion del día 13 de marzo de 1882.

M. BERTHELOT se ocupa de las dobles descomposiciones de las sales haloideas de mercurio, estudiando los cianuros y cloruros, los cianuros y bromuros y los cianuros y yoduros.

M. MAREY anuncia que ha obtenido por medio de la fotografía instantánea, el análisis completo de las diferentes formas de locomocion, incluso el vuelo de las aves. El autor ha logrado construir un instrumento en forma de escopeta, que da doce imágenes sucesivas por segundo, de manera que cada una de dichas imágenes necesita solo para reproducirse $\frac{1}{700}$ de segundo;

si se emplean planchas preparadas con gelatino-bromuro de plata, esta duracion es suficiente aun en tiempo nublado, de manera que si hace sol, basta con dichas placas una exposicion de $\frac{1}{1500}$ de segundo, segun ha podido comprobar el autor por medio del cronógrafo. Disponiendo una serie de estas imágenes en un fenakistiscopio de Plateau, se reproduce el vuelo de un ave en condiciones que facilitan el análisis del movimiento.

M. W. HUGGINS obtuvo el 7 de marzo actual una fotografia del espectro de la nebulosa de Orion, despues de una exposicion de 45 minutos. La imagen fotografica se extiende desde λ 5000 próximamente, hasta más allá de M en el ultra-violado. Las investigaciones del autor sobre la parte visible del espectro de las nebulosas le han dado á conocer la existencia de cuatro rayas brillantes aisladas: la más intensa, $\lambda = 5005$, coincide con la componente menos refrangible de la raya doble más intensa del nitrógeno; la segunda tiene una $\lambda = 4957$; las otras dos, más refrangibles, coinciden con las rayas H β (F) y H γ del hidrógeno. En la placa fotografica pueden verse todas estas rayas ya conocidas; pero además la fotografia nos revela, por vez primera, una raya muy intensa en la parte ultra-violada del espectro. Siendo tan débil la luz de la nebulosa, el autor ha debido emplear una rendija un poco más ancha que la acostumbrada para los espectros de estrellas; por este motivo no se puede determinar la posicion de la raya con gran precision, pero su longitud de onda es muy próxima á λ 3730; segun toda probabilidad, coincide con una de las rayas del espectro típico que dan las estrellas blancas más brillantes.

En la fotografia de la nebulosa no se puede reconocer con certeza la presencia de rayas en la parte del espectro entre H γ y la nueva raya 3730, así como tampoco la de otras más refrangibles que esta; caso que existieran, deben ser muy débiles con relacion á las demás.

La fotografia deja ver además un débil espectro continuo que pudiera provenir de la luz estelar.

M. BROWN-SÉQUARD da cuenta de nuevos hechos que establecen la extrema frecuencia de la trasmision, por herencia, de estados orgánicos mórbidos producidos accidentalmente en los ascendientes y concluye diciendo que en el conejillo de Indias hay amenudo en los descendientes trasmision por herencia de alteraciones de nutricion muy variadas, que han sido producidas en los padres por lesiones puramente accidentales.

M. L. CLÉMANDOT denomina *temple por compresion* á una nueva manera de tratamiento de los metales, particularmente del acero, que consiste en calentar el metal á la temperatura del rojo cereza, comprimirlo fuertemente y mantenerlo así hasta su completo enfriamiento. Las tres fases de esta operacion dan resultados muy análogos á los que presenta el temple. El metal así comprimido adquiere una dureza excesiva, y una compresion molecular y fineza de granos tal que pulimentado tiene el aspecto de nikel bruñido. El acero comprimido, al igual que el templado, tiene la fuerza coercitiva que le da la facultad de adquirir el magnetismo; esta propiedad deberá ser estudiada bajo el punto de vista de su duracion; de todos modos, las piezas de teléfono Gower y Ader comprimidas é imantadas hace tres meses, han conservado completamente su imantacion desde aquella época.

Los fenómenos que se producen, ya por la acción del temple ordinario, ya por la del temple por compresión, pueden interpretarse de diversos modos, pero es dado suponer que tanto en uno como en otro caso, se produce una compresión molecular, un *amorfismo*, de donde resulta una homogeneidad debida á la ausencia de toda cristalización. Las ventajas del método del autor son fáciles de comprender: como la compresión puede medirse, se graduará bajo límites previstos de antemano y se dirá: *templar á tal presión*, como se dice *marchar á tal presión de vapor*.

EL SECRETARIO PERPÉTUO da cuenta de la pérdida que ha experimentado la Industria con el fallecimiento de *M. A. Poitevin*.

M. E. SARRAU trata de la compresibilidad del ácido carbónico, del nitrógeno y del formeno—gas de los pantanos—.

M. DECHARME, continuando sus experimentos hidrodinámicos, se ocupa de la imitación por las corrientes líquidas, de los anillos de Nobili, obtenidos por las corrientes eléctricas, y M. J. VILLE presenta una nota sobre su aparato destinado á regularizar la salida de un gas á una presión cualquiera.

M. JOANNIS trata del calor de formación del ácido ferrocianhídrico y de algunos ferrocianuros. Según él, sería el del primero de dichos cuerpos, cuando es sólido, $+ 53^{\text{cal}},1$, y cuando está disuelto $+ 53^{\text{cal}},3$. M. Berthelot había encontrado $+ 53^{\text{cal}},6$, que es el mismo número dentro de los límites de error de los experimentos.—El autor estudia después el calor de formación del ferrocianuro de amonio, del de bario y del de calcio, deduciendo de los números obtenidos que el ácido ferrocianhídrico es un verdadero ácido bibásico, muy próximo al ácido clorhídrico por las cantidades de calor que desprende con los álcalis y las bases alcalino-térreas.

M. A. RENARD enumera los productos de la destilación de la colofonia. Los productos que provienen de esta destilación hirviendo hacia 150° , contienen tres hidro-carburos; un terebenteno $C^{10} H^{16}$ y dos carburos isoméricos $C^{10} H^{18}$. El carburo $C^{10} H^{18}$ es inatacable por el ácido sulfúrico, y el autor propone para el mismo el nombre de *deceno*; rectificado por el sodio, hierve de 149° á 152° . Su análisis ha dado los siguientes resultados:

			Calculado para $C^{10} H^{18}$
C.	86,7	86,6	86,96
H.	13,2	13,1	12,04

M. H. MORIN, ocupándose de la esencia de Licari Kanali—esencia de palo de rosa hembra, de la Guayana—dice, que según las reacciones del cloruro de zinc fundido y del ácido clorhídrico en dicha esencia, $C^{20} H^{18} O^2$, podría considerársele como el hidrato $C^{20} H^{16}, 2HO$ de un hidrocarburo particular el licareno $C^{20} H^{16}$, isomero del terebenteno. Una mezcla de esencia de Licari Kanali, de alcohol y de ácido nítrico, en las proporciones indicadas por el autor para preparación del hidrato de terebenteno, permanece límpida durante varias semanas; después se enturbia poco á poco, y al fin sobrenada una capa de un líquido insoluble en el agua, el cual posee un poder rotatorio dextrogiro, mientras que la esencia de Licari Kanali desvía hacia la izquierda los rayos de la luz polarizada.

MM. P. BERT Y LAFFONT han hecho varias investigaciones sobre la influencia del sistema nervioso en los vasos linfáticos y han notado que dichos

vasos, en presencia de los excitantes físicos, se comportan de la misma manera que los vasos sanguíneos; y así como todos los autores están de conformidad en atribuir estos fenómenos de dilatación ó de contracción vascular sanguínea al sistema nervioso, nadie se ha ocupado en investigar si sucede lo mismo con el sistema vascular linfático. Quizás puede atribuirse este olvido á la dificultad de observar cierto tiempo los linfáticos intestinales de un animal en digestión, y en descubrir, cuando vive, los linfáticos de las otras regiones.

M. S. JOURDAIN determina las vías por donde se evacúan los huevos y el líquido seminal de la *Asteria* común, y encuentra que los pretendidos corazón y círculos vasculares representan el conjunto complejo de las vías genitales y de las glándulas anexas en la *Asteria* común. En estos seres, como en las Holoturias, el esperma y los huevos se evacúan por medio de un poro situado en la parte peribucal, y no por placas acribilladas interradales.

Sesion del día 20 de marzo de 1882.

M. HERMITE trata de algunas aplicaciones de la teoría de las funciones elípticas.

M. BERTHELOT termina su extenso trabajo sobre las dobles descomposiciones de las sales haloideas de mercurio, y llega á las siguientes conclusiones:

En presencia de los hidrácidos: 1.º El ácido que desprende más calor se une preferentemente con el óxido de mercurio; 2.º esta reacción es total, si no se forman compuestos secundarios, sales ácidas, hidratos ácidos, sales dobles; por cuanto el calor de formación de estos cuerpos compensa la desigualdad de los calores de neutralización, lo cual no parece efectuarse cuando se oponen los ácidos yodhídrico y clorhídrico extendidos. 3.º Por el contrario, hay división cuando el calor de formación de los compuestos secundarios excede á la diferencia de los calores de neutralización, ya por causa del calor de formación de los hidratos ácidos, ya por el de las sales ácidas, ya por el de las sales dobles. La división está regulada por leyes diferentes, según dé origen únicamente á cuerpos solubles ó á precipitados, pues en el primer caso la acción depende de la relación de los pesos totales puestos en presencia, mientras que en el otro depende de las que existen al contacto del licor y del precipitado, según las reglas establecidas por M. Ditte y de conformidad con el principio de las superficies de separación.

En presencia de las sales alcalinas las reacciones se efectúan según los mismos principios. 4.º El sistema que desprende más calor es el que se forma con preferencia, ya se trate de cuerpos disueltos, ya de cuerpos insolubles. 5.º En un gran número de casos, el sistema que desprende más calor es tal que cada uno de los dos ácidos se une con preferencia á la base con la cual desprende más calor—cianuro de potasio y cloruro de mercurio—; pero esta no es una regla absoluta, pues el calor de formación de las sales dobles puede compensar la desigualdad térmica que resulta de la sola formación de las sales simples. 6.º Las reacciones tienden á efectuarse en su totalidad todas las veces que el calor de formación de las sales dobles no es suficiente para compensar la desigualdad térmica que resulta del cambio directo de los ácidos y de las bases. 7.º Por el contrario, si este calor de formación es

suficiente, hay una division, limitada como siempre por el grado de disociacion de las diversas sales dobles que coexisten en los licores.

M. A. BLAVIER expone una teoria explicativa del régimen climatológico observado en el litoral oceánico de Francia desde 1880 y de la desaparicion de la sardina en este litoral desde la misma época, y M. G. BIGOURDAN comunica las observaciones de los planetas [221] y [223] efectuadas en el Observatorio de Paris con el ecuatorial de la torre del Oeste.

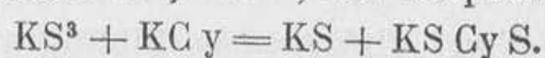
MM. J. MACÉ DE LÉPINAY y W. NICATI establecen la relacion que hay entre la ley de Bouguer-Masson y el fenómeno de Purkinje.

M. L. TROOST trata de varias nuevas combinaciones del ácido nítrico y del ácido acético con el amoniaco. La primera de estas combinaciones, cuya existencia ha podido establecer, contiene 5^{ea} de gas amoniaco por 2^{ea} de ácido nítrico; este nitrato amoniacal es sólido á temperaturas inferiores á -22° ; su fórmula es $\text{NO}^5 \text{HO}, \text{NH}^3 + \frac{3}{2} \text{NH}^3$. Además de este primer compuesto, algunas determinaciones de las tensiones del gas amoniaco parecen indicar la existencia de otro nitrato cuya fórmula seria $\text{NO}^5 \text{HO}, \text{NH}^3 + 3 \text{NH}^3$. Este compuesto no es líquido aun á -55° . El autor ha obtenido dos nuevas combinaciones del ácido acético con el amoniaco; cristalizan en delgadas láminas romboidales; su tension de disociacion, tomada á un grado inferior de su punto de fusion, es constante para una misma temperatura y aumenta rápidamente cuando esta se eleva; la primera tiene por fórmula $\text{C}^4 \text{H}^4 \text{O}^4, \text{NH}^3 + 3 \text{NH}^3$, funde hácia -18° y puede permanecer en estado de sobrefusion hácia -40° ; la fórmula de la segunda es $\text{C}^4 \text{H}^4 \text{O}^4, \text{NH}^3 + 6 \text{NH}^3$, funde hácia -32° , es susceptible de sobrefusion y se solidifica hácia -50° .

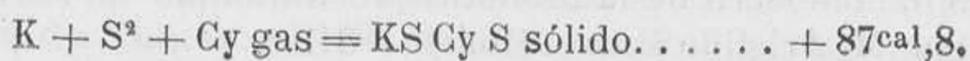
M. A. DITTE presenta una nota sobre la accion de las disoluciones ácidas en el protóxido de estaño. Segun el autor, los ácidos, con relacion al óxido de estaño, se dividen en dos grupos: 1.º unos dan con este óxido sales enteramente descomponibles por el agua hirviendo y determinan su trasformacion en óxido cristalizado á consecuencia de reacciones sucesivas; sus sales, descomponibles por el agua, dando ácido libre, se comportan absolutamente como estos mismos ácidos y, como ellos, provocan la cristalizacion del óxido de estaño; 2.º los otros, formando con este óxido sales indescomponibles por el agua ó descomponibles por este líquido, originando una subsal que el agua no destruye, no darán lugar á estas reacciones sucesivas, y jamás el hidrato de estaño se convertirá en óxido anhidro y cristalizado bajo su influencia.

M. MAQUENNE, al tratar de la accion del ozono en las sales de manganeso, dice que la precipitacion de dichas sales por el ozono puede considerarse como el resultado de una accion secundaria que se ejerce entre la sal aun no trasformada y el ácido permangánico producido por la accion inmediata.

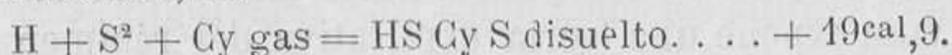
M. JOANNES trata del calor de formacion del ácido sulfocianico y de algunos sulfocianatos. El autor ha encontrado para el calor de disolucion del sulfocianato de potasa, hacia 13° , -6^{cal} , 13. Desprendiendo la reaccion



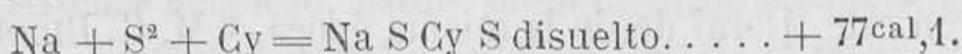
+ 15^{cal} , 43, se puede deducir de los números obtenidos el calor de formacion de dicho cuerpo sólido segun los elementos; se tiene



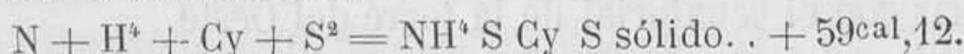
El ácido sulfocianico, preparado por medio del sulfocianuro de mercurio y del ácido sulfhídrico, da



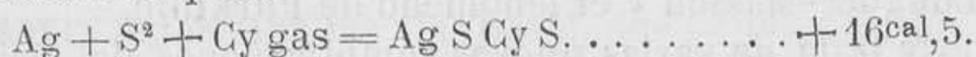
El sulfocianato de sosa da



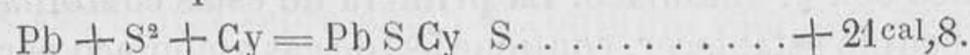
El sulfocianato de amoniaco



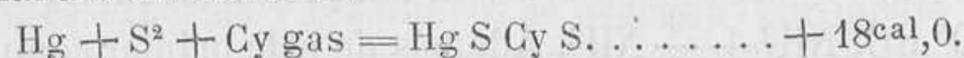
El sulfocianato de plata



El sulfocianato de plomo



El sulfocianato de mercurio



Si se comparan los calores de formacion de los sulfocianatos segun los elementos, se encuentra que son intermedios entre los calores de formacion, de los yoduros y bromuros correspondientes.

MM. E. HECKEL y FR. SCHLAGDENHAUFFEN, se ocupan del hueso de kola, ó Gourou, ú Ombené—semillas de *Sterculia acuminata* Pal. de Bauvois—. Segun el análisis practicado por los autores, resulta: 1.º que las semillas de kola son más ricas en cafeina que los cafés mas estimados, y que esta base está contenida en ellos toda en el estado libre; 2.º que existe en ellas una cantidad muy apreciable de teobromina que aumenta las propiedades de la cafeina y obra sinérgicamente con este principio activo; 3.º existen en ellas una cantidad notable de glucosa, de cuya sustancia el cacao no presenta vestigios; 4.º la cantidad de almidon que contienen es triple de la que se encuentra en las semillas de Theobroma, lo que explica su valor nutritivo; 5.º la materia grasa abunda poco en ellas, al contrario de lo que se observa en el cacao; 6.º existe en dichas semillas un tanino especial parecido al ácido cafetánnico, y una materia colorante roja—*rojo de kola*—muy próxima á la denominada por Payen *rojo de cacao*.

CRÓNICA BIBLIOGRÁFICA.

Obras recibidas en esta Redaccion.—*Beiträge zur chemie der Nymphaeaceen* von Wilhelm Grüning Dorpat, 1881.

Beiträge zur forensischen chemie des Solanin, von Carlotta von Renteln, Dorpat, 1881.

Etude des radations émises par les corps incandescents. Mesure optique des hautes temperatures, por A. Crova. Paris, 1880.

El hundimiento de Puigcercós, por D. Daniel de Cortazar, Madrid 1882.

Bulletin Météorologique du département de l'Herault, publié sous les auspices du Conseil général. Montpellier, 1881.

Description d'un baromètre-balance enregistreur, por M. A. Crova. Montpellier, 1882.

Ouvrages du capitaine Badings, d'Amsterdam. Bibliographie Malaise, par M. Aristide Marre. Paris, 1881.

Le triparty en la science des nombres, par Maistre Nicolas Chuquet Parisien, publié d'après le manuscrit de la Bibliothèque nationale de Paris, et précédé d'une notice por M. Aristide Marre. Roma, 1881.

Compendio de las lecciones de Química general, explicadas en la Universidad de Barcelona, por el Dr. D. José R. de Luanco, catedrático de la asignatura.—Barcelona, 1882.—Con los cuadernos núms 11 y 12, ha quedado terminada la publicacion de esta importante obra.

Elettricità e magnetismo, di Fleeming Jenkin, professore all' Università di Edimburgo. Terza edizione. Verzione dall' inglese, con note ed aggiunte di Lamberto Cappanera. Firenze.

Obras recientemente publicadas.—*A. Reclus*.—Panamá et Darien, voyages d'exploration 8. 422 pp. avec 4 cartes. Paris, 1881.

E. Corra.—Les sauvages de la Terre de Feu, leur origine, leurs mœurs, leur acclimatation, 16. 16 pp. Paris, 1881. fr. 0,15.

A. Costa.—Sul deposito di argilla con avanzi organici animali nel tenimento di fondi, 8. Napoli.

Id.—Relazione di un viaggio nelle Calabrie, per ricerche zoologiche, 8. Napoli, 1881.

H. Bouley.—Leçons de Pathologie comparée. Paris, 1882.

Van Tieghem.—Traité de Botanique, fasc. 4, p. 481 à 640, 8. Paris, 1882.

A. Civiale.—Les Alpes au point de vue de la Géographie physique et de la Géologie, 8. Paris, 1882.

Ch. Velain.—Premières notions de Géologie (Pierres et terrains), 18. Paris.

E. Collignon.—Traité de Mécanique. 3^e Partie: Dynamique, liv. I, II, III, IV, 8. Paris, 1882.

J. Parsons Cooke.—Chemical and physical researches 8. Cambridge, 1881.

W. M. Ford Stanley.—Experimental researches into the properties and motions of fluids, with theoretical deductions therefrom, 8. London, 1881.

G. A. Hirn et O. Hallawer.—Thermodynamique appliquée, Refutations d'une critique de M. G. Jenner, 8. Paris, 1881.

H. Filhol.—Observations sur le genre Proailurus, 4. Toulouse.

Id.—Notes sur quelques Mammifères fossiles de l'époque Miocène, 4. Lyon, 1881.

V. Raoult-Déslongchamps.—Du traitement des fractures des membres, 8. Paris, 1882.

H. Picquet.—Traité de Géométrie analytique à deux dimensions, 1^{re} partie, 8. Paris, 1882.

C. Husion.—L'alimentation animale: la viande, 8. Paris, 1882.

A. de Lapparent.—Traité de Géologie, fasc. 4, pp. 481-640, 8. Paris, 1882.

E. Mascart y J. Joubert.—Leçons sur l'Electricité et le Magnétisme. t. I: Phenomènes généraux et théorie, 8. Paris, 1882.

E. Schmitt.—L'alcaptone dans les urines, 8. Paris, 1882.

E. Duclaux.—Ferments et maladies, 8. Paris, 1882.

G. Hayem.—Leçons sur les modifications du sang, 8. Paris, 1882.

L. Ageno e T. Beisso.—Del sistema commisurale centrale dell'encephalo umano, 4. Genova, 1881.

CRÓNICA.

Eclipse de sol.—La expedicion organizada á expensas de M. Bischoffsheim para la observacion, en Egipto, del eclipse solar que debe efectuarse en mayo próximo, se formará de M. Perrotin, director del observatorio de Niza, encargado especialmente de la investigacion de los planetas intra-mercuriales, y de M. Tholion, que hará las observaciones espectroscópicas. Les acompañará M. Guérain, fotógrafo en el observatorio de Paris.

La ceguera de Tobías.—El Dr. Mattioli ha estudiado las causas de la ce-

guera de Tobías y ha buscado la explicación científica de su curación. El análisis demuestra que los excrementos de las golondrinas están en gran parte formados por sales de cal, principalmente de hidrato y de fosfato. Según la Biblia, Tobías recobró la vista gracias á los cuidados de su hijo, que le frotó los ojos durante media hora con el hígado de un pescado; esta operación hizo salir de dichos órganos una materia blanquizca bastante parecida á la membrana de un huevo. Esta materia era un jabón soluble, debido á la combinación de las sales de cal con el aceite, que se había desarrollado en el hígado conservado desde tres semanas y que sin duda se encontraba en estado de descomposición.—El autor ha practicado experimentos con palomos y gallinas á los cuales ha aplicado con buen éxito la operación de Tobías.

Combustibilidad del hierro.—Sabido es que sumergiendo un imán en limaduras de hierro, estas se le adhieren formando un penacho. Aproximando entonces una llama de alcohol se obtiene la combustión del polvo metálico que ofrece vistosos fenómenos de luz.

Madera artificial.—En los Estados-Unidos se fabrican materiales de construcción artificiales destinados á sustituir la madera, formados por

Serrín de madera resinosa.	1 á 3 partes.
Kaolin lavado.	1 »
Agua.	hasta plasticidad.

La cantidad de serrín depende del grado de porosidad que se quiera dar al material, que tiene el peso de una mitad próximamente de los ladrillos ordinarios, y posee la gran ventaja de ser incombustible. En New-York se han construido varias casas con dichos materiales en vez de madera. Hay en este ensayo original un principio muy interesante: la utilización del serrín, que apenas tenía aplicaciones.

El análisis protistológico de las aguas.—Este análisis se refiere al estudio de los microbios que contiene el agua. Con tal objeto, M. Maggi, en vez de emplear el ácido ósmico, ha hecho uso del cloruro de paladio. Los reactivos coloreados eran metonilina, metil violado, magenta y azul de Lyon. Ensayadas con este procedimiento las aguas del Lago mayor recogidas á una profundidad de 65^m y á 400^m de la orilla, se ha encontrado que contenían una familia de microbios que el autor ha denominado *Aphaneros* y que tienen la doble particularidad de ser invisibles al microscopio sin reactivo y de no cambiar de color por la solución colorante; solo se tiñen una vez desecados, es decir, en el estado cadavérico. De la presencia de estos microbios en las aguas de un lago que ha servido siempre para el alimento del hombre, no solo se deduce su completa inocuidad, sino que hasta puede creerse que su presencia es de un carácter de salubridad del agua que los contiene.

Cesio y rubidio metálicos.—El descubrimiento del cesio y del rubidio fué una de las primeras conquistas del análisis espectral. Estos cuerpos son los más electro-positivos de los elementos conocidos; su afinidad por el oxígeno es tal, que ha sido imposible hasta hoy día obtener el cesio, y sobre todo de aislar el metal. Este problema acaba de ser resuelto por M. Settenberg por electrolisis de una mezcla fundida de cianuro de cesio y de cianuro de bario, con motivo de la gran cantidad de estas sustancias de un precio excesivo, que dicho químico ha podido procurarse. El cesio es enteramente parecido á los otros metales alcalinos, de un blanco de plata, muy blando y muy extensible. Su punto de fusión es 25°,3 y su peso específico 1°88. Se inflama espontáneamente en contacto del aire, y proyectado en el agua, se porta como el sodio, el potasio y el rubidio.

EL DIRECTOR-GERENTE, R. Roig y Torres.

Imp. Suc. Ramirez y C.^a