

tros —  $k$  y  $f$  para las  $E$  s y  $D$  t,  $C$ , respectivamente, — están, todos, sobre la recta  $AB$ . Las líneas equipotenciales son circunferencias concéntricas con el conductor, en el transformado, y en el primitivo son también circunferencias cuyos centros están situados sobre la recta  $CN$ . Así, p. e., á la circunferencia de radio  $OZ$ , corresponde en el sistema propuesto, la de centro  $O'$  y radio  $O'Z_0$ . La estructura del campo de fuerza resulta de este modo, completa y fácilmente determinada.

### SOBRE EL ESTADO ACTUAL DE LA LEY DE MAXWELL $K = n^2$ , por Blas Cabrera Felipe.

Sabido es que la teoría electromagnética de la luz conduce á la relación  $K = n^2$ : demostrar su exactitud ó su falsedad equivale á comprobar ó rechazar las hipótesis fundamentales de aquella. Esto explica el afán con que gran número de físicos han puesto en juego sus actividades desde que aquella ley fué enunciada para arrancar á la experiencia el juicio definitivo de las ideas del sabio inglés.

Á primera vista el problema es sencillo: las medidas de  $K$  y  $n$  pueden efectuarse con gran aproximación. Pero un análisis más detenido no tardó en señalar dificultades que nacen del significado mismo de las constantes físicas que figuran en aquella igualdad. Sabemos, en efecto, que la velocidad con que se propaga un movimiento periódico cambia, para un mismo medio, con la longitud de onda; ahora bien, si medimos  $K$  por un método estático, cual debe hacerse en rigor para conservar á esta constante su genuino significado, la perturbación producida en el dieléctrico no es periódica, ó lo que es lo mismo, su longitud de onda es infinita y, por lo tanto, el índice con que ha de compararse dicha constante, debe ser el correspondiente á esta radiación, índice que sólo puede determinarse por extrapolación, cuando se conoce la ley de dispersión de la sustancia. Creyóse en un principio que su valor no diferiría mucho del que corresponde á las radiaciones visibles y que, en todo caso, por la fórmula de Cauchy determinarse, y, apoyándose en estas ideas, se consideró hasta estos últimos años como incuestionable que, mientras los gases y gran número de líquidos satisfacen la ley de Maxwell, entre los sólidos existe gran número de sustancias,

como el cuarzo, la fluorina diferentes especies de vidrios, cuyo poder inductor duplica, y á veces más, el cuadrado del índice.

Mas un estudio crítico completo de las leyes de dispersión (1) ha puesto de manifiesto que la fórmula de Cauchy solamente es aplicable á aquellas sustancias cuya dispersión es perfectamente normal en toda la extensión del espectro, caso muy raro, y desde luego diferente del que presentan los cuerpos arriba citados, para los cuales Rubens (2) ha comprobado la existencia de raya, de absorción y, por ende, *dispersión anómala* en el infrarrojo. En este caso la experiencia ha demostrado, con admirable claridad, que la fórmula más exacta de cuantas se conocen es la de Katteler-Helmholtz, con tantos términos en  $\frac{1}{\lambda^2 - \lambda_v^2}$  cuantas sean las bandas de absorción que la sustancia presente. Con su auxilio el sabio físico alemán ha calculado  $n_\infty^2$  para aquellas sustancias, y la admirable concordancia con los poderes inductores medidos nos mueve á transcribirlos:

	k	$n^2$	$n_\infty^2$	
Fluorina....	6,8 (Curie).	2,07 (Curie)	6,0104	} (Rubens)
Cuarzo.....	4,58 (Curie).	2,41 (Curie)	4,57877	
Sal gemma..	5,85 (Curie).	2,36 (Curie)	5,1790	
Flint.....	6,7 á 9,1 (Hopkinson).	3,06 3,06 <sub>D</sub>	6,77611	

Estos resultados son un precioso argumento en favor de la ley de Maxwell, y en todo caso demuestran la prudencia con que es necesario marchar antes de emitir juicio desfavorable á ella, fundándose en un estudio poco completo de uno ú otro de los elementos que liga.

Hasta aquí cuanto se ha hecho para la verificación experimental directa de esta ley. Pero existe otro grupo de fenómenos que afectan á aquellas constantes físicas, y entre los cuales algunos han sido tomados en consideración, ya en pro, ya en contra de la expresada ley.

Á esta categoría pertenece el estudio hecho por Borel (3) so-

(1) Carvallo, *Sur les théories et formules de dispersion*, Congrès international de Physique. T. II, p. 175.

(2) *Le spectro infrarouge*. Idem, 141.

(3) Archives de Sciences Physiques et Naturelles, 3.<sup>a</sup> serie, T. XXX, página 131.

bre la situación de las normales á los planos cíclicos del elipsoide de inducción, con relación á los ejes ópticos correspondientes al espectro visible, en varias sustancias, que cristalizan en los sistemas *terbinario* y *binario*. Admitida la ley de Maxwell, el físico suizo demuestra que aquellas normales coinciden con los ejes de refracción exterior de la radiación  $\lambda = \infty$  y por medio de una fórmula bien conocida determina los ejes ópticos  $\lambda = \infty$ . Pero siempre en la misma hipótesis la situación de estos ejes está también determinada mediante el signo y la forma de dispersión  $\rho \geq v$  del cristal estudiado; luego la comparación de ambos resultados nos dará una indicación de gran valor sobre la verosimilitud de la ley que se discute. Esta comparación es casi siempre completamente concluyente, y aun en los casos dudosos sus resultados no son contrarios á ella.

También pertenece á este grupo la objeción formulada por Van Aubel (1), apoyándose en la comparación de la variación del índice y del poder inductor específico cuando aumenta el peso molecular en las series homólogas de líquidos orgánicos que encierran nitrógeno. Las constantes dieléctricas utilizadas en esta comparación son las obtenidas para varios líquidos puros por Hermann Schlundt valiéndose del método de Drude; los índices han sido tomados en las *Tablas* de H. Dufet y se refieren todos á la raya D. De todos los datos aportados por Van Aubel se deduce que *mientras el poder inductor disminuye cuando el peso molecular aumenta, el índice varía en sentido contrario*. ¿Es esta conclusión contraria á la ley de Maxwell? Si los índices en lugar de referirse á la raya D correspondiesen á la  $\lambda = \infty$ , la respuesta no sería difícil de formular; en el caso actual nos parece un poco aventurado el cimentar una objeción en la variación de dos magnitudes que no son comparables. Vamos á hacer ver que estas variaciones, en sentido inverso, pueden, además, ser compatibles. Para ello bastaría que las curvas de dispersión se cortasen.

Es muy difícil, si no imposible, dada la escasa amplitud de la porción del espectro para la cual la dispersión está estudiada, el formar juicio serio sobre nuestra manera de interpretar aquella anomalía; pero algo se puede entrever que por lo menos sirve para quitar fuerza á la objeción que discutimos. Si las curvas de dispersión de estas sustancias se cortan realmente, es evi-

(1) Comptes Rendus t. CXXX. IV. p. 1.050.

dente que á medida que nos vayamos aproximando al infrarrojo la diferencia entre los índices relativos á sustancias diferentes debe ir disminuyendo. Para efectuar esta comparación hemos recurrido á las mismas tablas de H. Dufet, eligiendo entre las series que se refieren á una misma sustancia aquellas que son completamente comparables para todos los líquidos, atendiendo al observador, época de la observación y temperatura, pues la pequeñez de las diferencias sobre que hemos de razonar aconseja la mayor precaución en este punto. Los resultados están contenidos en el adjunto cuadro:

	$H$ ( $\lambda = 0, \mu = 396$ )	$F$ ( $\lambda = 0, \mu = 486$ )	$D$ ( $\lambda = 0, \mu = 5890$ )	$C$ ( $\lambda = 0, \mu = 6563$ )	$A$ ( $\lambda = 0, \mu = 759$ )	$K$
<b>Observador:</b>						
Gladstone. — 1891.						
1. Dietilamina. (t. = 22.°) . . .	1,3993	1,3906			1,3805	3,58
2. Triclitamina. (21.° 2) . . .	1,4165	1,4067			1,3961	2,95
3. Dipropilamina. (21.° 2) . . .	1,4184	1,4094			1,3994	2,90
Dif. (2-1) . . . . .	0,0172	0,0161			0,0156	-0,63
Dif. (3-1) . . . . .	0,0191	0,0188			0,0189	-0,68
<b>Observador:</b>						
Loewenherz. — 1890.						
1. Nitrometano. (20.°) . . . . .		1,3879	1,3817	1,3791		40,4
2. Nitroetano. (20.°) . . . . .		1,3979	1,3920	1,3895		29,5
Dif. (2-1) . . . . .		0,0100	0,0103	1,0104		-10,9
<b>Observador:</b>						
Eikman. — 1893.						
1. Acetonitrilo. (14.° 1) . . . . .		1,35123		1,34553		36,4
2. Propionitrilo. (14.° 2) . . . . .		1,37336		1,36718		26,5
3. Capronitrilo. (14.° 2) . . . . .		1,41317		1,40650		15,5
Dif. (2-1) . . . . .		0,02213		0,02105		- 9,9
Dif. (3-1) . . . . .		0,07234		0,06097		-20,9

**Observador:**

Gladstone. — 1891.

1. Dietilamina. (t. = 22.°) . . .
2. Triclitamina. (21.° 2) . . .
3. Dipropilamina. (21.° 2) . . .

Dif. (2-1) . . . . .  
 Dif. (3-1) . . . . .

**Observador:**

Loewenherz. — 1890.

1. Nitrometano. (20.°) . . . . .
2. Nitroetano. (20.°) . . . . .

Dif. (2-1) . . . . .

**Observador:**

Eikman. — 1893.

1. Acetonitrilo. (14.° 1) . . . . .
2. Propionitrilo. (14.° 2) . . . . .
3. Capronitrilo. (14.° 2) . . . . .

Dif. (2-1) . . . . .  
 Dif. (3-1) . . . . .

Obsérvase en este cuadro que, hecha excepción de la formada por el nitrometano, se verifica nuestra predicción para todas las series, y, por consiguiente, antes de admitir las conclusiones de Van Aubel, es necesario estudiar la dispersión de las sustancias citadas para un espectro más amplio. Da mayor fuerza á nuestra manera de ver la observación siguiente: entre las medidas de poder inductor efectuadas por Negreano, elegimos las tres siguientes, por presentar los dos casos posibles en la comparación hecha por Van Aubel:

	Benzeno.		Cymeno.	Diferencia.	
A ( $\lambda = 0^{\mu}, 760$ )...	1,4893	24 <sup>o</sup>	1,4674	0,0219	} Gladstone. 1863.
B ( $\lambda = 0^{\mu}, 687$ )...	1,4928		1,4697	0,0231	
D ( $\lambda = 0^{\mu}, 589$ )...	1,4993		1,4744	0,0249	
F ( $\lambda = 0^{\mu}, 486$ )...	1,5109		1,4835	0,0274	
H ( $\lambda = 0^{\mu}, 397$ )...	1,5320		1,4985	0,0335	
K.....	<u>2,2921</u>		<u>2,4706</u>	<u>-0,1785</u>	
	Tolueno.		Pseudo eumeno.		
C ( $\lambda = 0^{\mu}, 6553$ ..	1,4944	14 <sup>o</sup> ,7	1,5030	0,0086	} Landold y Ghan.
D ( $\lambda = 0^{\mu}, 589$ ..	1,4992		1,5072	0,0080	
F ( $\lambda = 0^{\mu}, 486$ ..	1,5104		1,5184	0,0079	
$\lambda$ H $\gamma$ ( $= 0^{\mu}, 4041$ ..	1,5203		1,5284	0,0079	
K.....	<u>2,3031</u>		<u>2,4310</u>	<u>0,1297</u>	

En estas dos series aparece con toda claridad el aumento de la diferencia de los índices con la longitud de onda, cuando la diferencia de los poderes inductores es del mismo signo que aquélla, y una disminución en el caso inverso.

Por último, debemos hacer notar en este mismo orden de ideas que Schmidt ha demostrado que algunos metales, cuya presencia en los vidrios determina una elevación notable del índice de refracción, ejercen idéntica influencia en el poder inductor específico: tal ocurre con el plomo y el talio.

No son menos interesantes que las anteriores las consideraciones, y hasta ahora creemos no han sido por nadie indicadas, las que pueden deducirse de la comparación de los coeficientes de variación con la temperatura, del índice y del poder inductor específico. Comenzando por los líquidos, hemos de recordar que no existe un solo ejemplo de aumento del índice con

la temperatura, ó por lo menos en las tablas de H. Dufet no está consignado. Ahora bien: la derivada con relación á la temperatura del poder inductor específico de estas sustancias es siempre negativa. Así por lo menos resulta de las experiencias de Negreano (1), Palaz (2), Abegg y W. (3), Tangl (4) y algunos otros que de estos estudios se han ocupado.

Penetrando más íntimamente en estos fenómenos observamos que si la ley que discutimos es exacta, la relación

$$\frac{dK}{dt} = 2u \frac{dn}{dt}$$

debe cumplirse.

Con el fin de comprobarla hemos calculado ambos miembros para el benceno, el tolueno, el xileno y el sulfuro de carbono. Para el primero los índices y sus variaciones están tomados de los resultados de Gladstone (1891) y la derivada de  $K$  de la fórmula calculada por Negreano y de los datos de Palaz; para el tolueno el segundo miembro se ha obtenido con los números de Perkin (1892) y el primero también con los de Negreano y Palaz; para el xileno los resultados que han servido de base para el primer miembro son los de Negreano y para el segundo á Gladstone y Dale (1863), y, por último, en el sulfuro de carbono los índices y sus variaciones son los dados por Dufet (1835) y  $\frac{dK}{dt}$  deducido de los resultados de Palaz:

	Benceno.	Tolueno.	Xileno.	Sulfuro de carbono.	
H ( $\lambda=0, \mu$ 3968)	-0,00 20284		-0,00 1793	-0,00 3558	} $\frac{dn}{dt}$
h ( $\lambda=0, \mu$ 4102)				3236	
H $\gamma$ ( $\lambda=0, \mu$ 4341)				3080	
F ( $\lambda=0, \mu$ 4861)	18523	-0,00 17918		2860	
E ( $\lambda=0, \mu$ 3270)				2774	
D ( $\lambda=0, \mu$ 5890)	18052	17420	1696	2683	
C ( $\lambda=0, \mu$ 6563)	17320	17126		2616	
B ( $\lambda=0, \mu$ 6870)	17320			2595	
A ( $\lambda=0, \mu$ 7594)	17780	16891	1627	2564	
$\lambda=\infty$ { Negreano	29911	22660	2397	16	
{ Palay...	35303	06388			

(1) *Comptes Rendus*, CXIV, pág. 345.

(2) *Journal de Physique*, 2.<sup>a</sup>, S. IV, pág. 370.

(3) *Zeits für Phys. Chem.*, XXIX, pág. 242.

(4) *Drude Ann.*, X, 748.

Analizando este cuadro salta á la vista, en primer término, que el orden de magnitud de los dos miembros de la igualdad en cuestión son del mismo orden de magnitud. No puede pedirse mucho más á este cálculo si se tiene en cuenta que las diferencias de los valores de  $\frac{dn}{dt}$  y de  $n$  para una misma raya según diferentes experimentadores alcanza á algunas décimas para el primero y á las centésimas para el segundo.

Si penetrando más consideramos la ley de variación de  $2n\frac{dn}{dt}$  con  $\lambda$ , observaremos que aquel producto es decreciente, pero tendiendo hacia un mínimo que es aparente para el benzeno, y cuya existencia en los restantes es verosímil, puesto que

$$\frac{\Delta \left( 2n \frac{dn}{dt} \right)}{\Delta \lambda}$$

decrece constantemente.

TOLUENO		XILENO		SULFURO DE CARBONO	
$\Delta \lambda$	$\Delta \left( 2n \frac{dn}{dt} \right)$	$\Delta \lambda$	$\Delta \left( 2n \frac{dn}{dt} \right)$	$\Delta \lambda$	$\Delta \left( 2n \frac{dn}{dt} \right)$
	$\Delta \lambda$		$\Delta \lambda$		$\Delta \lambda$
D—F	— 0,000 48395	D—H	— 0,000 5063	h —H	— 0,00 52135
C—D	43685	A—D	— 4049	H $\gamma$ —h	6527
A—C	22795			F —H $\gamma$	4231
				E —F	21027
				D —E	14677
				C —D	09055
				B —C	06840
				A —B	04282

Ahora bien, pueden darse dos casos, ó este mínimo lo alcanza  $2n\frac{dn}{dt}$  para un cierto valor finito de  $\lambda$ , ó tiende indefinidamente hacia él. En el primer caso,  $\frac{dK}{dt}$ , que debe ser igual al valor de  $2n\frac{dn}{dt}$  para  $\lambda=\infty$ , será mayor que este mínimo y, por consiguiente, puede alcanzar valores más grandes que los correspondientes al espectro visible; en el segundo es el límite



mismo y por ende menor que aquellos valores. Según las medidas de Negreano,  $\frac{dK}{dt}$  es siempre mayor que  $2n\frac{dn}{dt}$  para los líquidos por él estudiados, y los resultados de Palaz indican lo contrario para el tolueno y el sulfuro de carbono; pero conviene tener presente que el valor de  $\frac{dK}{dt}$  deducidos de estas últimas experiencias es muy inseguro para los cuerpos citados por el corto número de puntos determinados. Este es, en definitiva, uno de los muchos puntos oscuros de esta relación.

Si pasamos ahora á los sólidos, aquí donde precisamente las experiencias deben ser más concluyentes, faltan casi por completo.

En efecto: mientras en los líquidos  $\frac{dn}{dt}$  es siempre negativo, en los sólidos es unas veces negativo y otras positivo, y aun algunas cambia de signo con la longitud de onda. Conviene, no obstante, hacer notar que casi siempre parece percibirse una ley general única en virtud de la cual los valores positivos de  $\frac{dn}{dt}$  decrecen cuando aumenta la longitud de onda, mientras que los negativos aumentan. Esto pudiera encontrar explicación sencilla suponiendo que el cambio de signo, que es perceptible en el espectro visible para algunos crown, existe siempre, en cuyo caso  $\frac{dK}{dt}$  deberá ser siempre negativo. El corto número de determinaciones de esta derivada que hasta el presente se poseen nos impide pasar adelante en este estudio comparativo, que tanta luz puede arrojar sobre la ley que discutimos.

Sin embargo, parece completamente demostrado que el poder inductor específico aumenta con la temperatura para algunos sólidos. Así, según las medidas de Pellat y Sacerdote (1), mientras esta constante disminuye con la temperatura para la parafina, aumenta para la ebonita; J. Curie y P. Compan (2) han puesto de manifiesto una clara variación en idéntico sentido para algunas muestras de crown, y, por último, parece que Car-

(1) *Journal de Physique*, 3<sup>a</sup> S., VIII-17.

(2) *Comptes Rendus*, CXXXIV, pág. 1295.

sie (1) ha obtenido resultados análogos para el cristal, la mica y la ebonita.

Éstas son, por otra parte, las únicas medidas de esta variación que se conocen.

---

---

## EL NUEVO CONTADOR DE ELECTRICIDAD «HISPANIA», por **Bernardo Cabañas.**

### CONSIDERACIONES GENERALES

La electricidad es hoy materia prima é importante de explotación comercial, habiendo invertidos en su fabricación muchos millones, siendo por tanto de gran importancia industrial su exacta medida y de gran interés científico cuanto se refiere á los contadores eléctricos.

Estos se han distinguido hasta ahora por su complicación, su elevado precio y su inexactitud.

Un buen contador debe ser barato, al alcance de las Compañías más pequeñas, sencillo, de manipulación fácil y poco delicada, inteligible para el abonado y sobre todo exacto á cualquier carga. Que no es tan fácil idear un buen contador eléctrico lo prueba el que se han dedicado á ello grandes ingenieros é inventores, entre los cuales podemos citar al famoso Edison, con poco éxito. Algunos han pretendido sortear las dificultades emprendiendo diversos caminos, ideando limitacorrientes, fusibles, indicadores de máxima y hasta intentando modificar la tarificación de la energía eléctrica hoy en uso, fracasando todos estos paliativos. La práctica ha demostrado siempre que el contador es insustituible.

Tengo hoy la satisfacción de presentar á esta docta Sociedad un contador sencillo, exacto, de fácil lectura y manipulación, inteligible para todos, barato y hasta bonito, como lo prueba el adjunto modelo del contador «Hispania», invento del sabio ingeniero militar español y notable electricista de fecundísima inventiva Sr. Mier. Es el que más se aproxima al contador ideal y el que tiene todas mis simpatías porque desde su esencia hasta sus

---

(1) J.-J. Thomson, *Applications of dynamics to physics and chemistry*, página 102.