

FUEZAS DESCONOCIDAS DE LA MATERIA Y ENERGIA CINETICA DEL FOTON *

Por el Dr. LUIS FELIPE VEGAS

R E S U M E N

La existencia de ciertas fuerzas internas de la materia explica el fenómeno de la densidad de los cuerpos y, también, el de las agrupaciones ópticas de las substancias.

Ahora bien, la impacción de un fotón en una substancia producirá una reacción en ésta y la energía transferida internamente tendrá por medida el trabajo de las fuerzas internas arriba mencionadas.

Por lo que toca al fotón, éste, en el momento del choque, también experimentará alguna acción, puesto que hay una pérdida en su energía; y algunas de las leyes que rigen esta pérdida son encontradas y enunciadas en este estudio.

Por último, entre los términos de una ecuación, que es fundamental en el desarrollo de la presente teoría, figura la fórmula de la energía cinética del fotón *cuando éste se mueve en el interior de un cuerpo*. Esto constituye un hallazgo de importancia, sobre todo, para la mecánica de los QUANTA.

* Una traducción al inglés de este trabajo, hecha por la señora Angelia Louvet, presentamos al final de esta exposición. Y por razones de su valiosa colaboración, en algunos aspectos de dicha traducción, doy las gracias a los doctores Alberto E. Olivares y Gabriel M. Disario.

FUERZAS DESCONOCIDAS DE LA MATERIA

En este trabajo expondré de qué manera el fenómeno de la penetración de la luz en la materia me ha permitido conocer ciertas fuerzas que han permanecido hasta hoy completamente ignoradas.

Entre estas fuerzas hay unas de las cuales parece depender el fenómeno de la densidad de los cuerpos, y, cojointamente, hay otras que parecen actuar modelando o ajustando la naturaleza íntima de los cuerpos con arreglo a ciertos grupos, a los cuales he denominado *grupos ópticos de impacción*.

Efectivamente, en mi trabajo intitulado *La Impacción de los Quanta de Luz* demuestro que todos los cuerpos se distribuyen en grupos de acuerdo con una ley encontrada por mí y la cual dice que "entre la pérdida de velocidad sufrida por la luz al pasar del "vacío al interior de un cuerpo y la densidad de éste existe una "relación que tiene un valor *constante* para un número indeterminado de sustancias o, dicho de otro modo, para un grupo de éstas".*

Mas como esta relación cambia de valor cada vez que hay un cambio en ciertos caracteres comunes de las sustancias que constituyen un grupo, muchos grupos diferentes se formarán, distribuyéndose entre ellos todos los cuerpos.

Para expresar esta ley en forma de ecuación, escribiremos

$$\frac{C - V}{d} = \text{constante} \dots\dots\dots (I)$$

designando:

C la velocidad de la luz en el vacío, o sea, $2,998 \cdot 10^{10}$ cm/seg.,

V la velocidad de la luz dentro del cuerpo,

d la densidad del cuerpo.

Pero no se verá claramente su contenido sino después de haber examinado con detenimiento los siguientes cuadros:

* *Las Masículas y la Impacción de los Quanta de Luz*. Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. Año XXI. Tomo XX. N° 55. Año 1961. (Palacio de la Academias, Apartado de Correos 1421, Caracas, Venezuela, S. A.).

<i>Glúcidos</i>	<i>Fórmula</i>	<i>Índice de refracción</i> <i>n</i> ($\lambda=0,5893\mu$)	<i>Densidad</i> <i>d</i>	<i>Constante</i> $\frac{C-V}{d}$
Almidón	(C ₆ H ₁₀ O ₅) _x	1,5300	1,5000	0,69 . 10 ¹⁰
(1—2) Arabinosa	C ₅ H ₁₀ O ₅	1,5670	1,5850	0,68 . "
Celulosa	(C ₆ H ₁₀ O ₅) _x	1,5300	1,5000	0,69 . "
Goma arábica		1,4760	1,3500	0,71 . "
Lactosa	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ . H ₂ O	1,5420	1,5250	0,69 . "
d-Lixosa	C ₅ H ₁₀ O ₅	1,5410	1,5450	0,68 . "
β -Ramnosa	C ₆ H ₁₂ O ₅ . H ₂ O	1,5310	1,4710	0,70 . "
Sacarosa	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	1,5651	1,5880	0,68 . "
1-Xilosa	C ₅ H ₁₀ O ₅	1,5440	1,5250	0,69 . "
			Promedio	0,69 . 10 ¹⁰

<i>Prótidos de sostén</i>	<i>Índice de refracción</i> <i>n</i> ($\lambda=0,5893\mu$)	<i>Densidad</i> <i>d</i>	<i>Constante</i> $\frac{C-V}{d}$	
Concha de tortuga	1,5910	1,3050	0,85 . 10 ¹⁰	
Cuerno	1,5600	1,3000	0,82 . "	
Gelatina	1,5400	1,2700	0,82 . "	
Lana	1,5400	1,2800	0,82 . "	
Seda	1,5400	1,2500	0,84 . "	
			Promedio	0,83 . 10 ¹⁰

<i>Alcoholes de fermentación</i>	<i>Fórmula</i>	<i>Índice de refracción*</i> <i>n</i> ($\lambda=0,5893\mu$)	<i>Densidad</i> <i>d</i>	<i>Constante</i> $\frac{C-V}{d}$
(n) Amílico secundario	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CHOHCH ₃	1,40530	0,8090	1,05 . 10 ¹⁰
Butílico normal	CH ₃ (CH ₂) ₂ CH ₂ OH	1,39909	0,8100	1,05 . "
Butílico terciario	(CH ₃) ₃ COH	1,38779	0,7887	1,06 . "
Etilíco	CH ₃ CH ₂ OH	1,36100	0,7902	1,00 . "
Heptílico normal	CH ₃ (CH ₂) ₅ CH ₂ OH	1,42410	0,8219	1,08 . "
Hexílico normal	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH ₂ OH	1,41330	0,8200	1,05 . "
Isoamílico	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ CH ₂ OH	1,40723	0,8104	1,07 . "
Isobutílico	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ OH	1,39560	0,8024	1,05 . "
Isopropílico	CH ₃ CHOHCH ₃	1,37757	0,7887	1,04 . "
Propílico normal	CH ₃ CH ₂ CH ₂ OH	1,38543	0,8044	1,03 . "
			Promedio	1,05 . 10 ¹⁰

* Valores de los índices de refracción, correspondientes a la raya D del sodio.

Los valores de los índices y de las densidades son relativos a la temperatura ambiente (alrededor de 20°C.).

En los cuerpos *anisótropos* hemos escogido los siguientes índices: el *ordinario* en los uniáxicos y el *medio* en los biáxicos.

Para calcular el valor de $(C - V)/d$ hemos utilizado la fórmula equivalente $(C - C/n)/d$ Y como valor de la constante, en cada grupo, hemos tomado el promedio que aparece al pie del cuadro respectivo, así:

G R U P O	CONSTANTE Promedios de $\frac{C - V}{d}$
Glúcidos	0,69 . 10 ¹⁰
Prótidos de sostén	0,83 . "
Alcoholes de fermentación	1,05 . "

Esto sentado, si reemplazamos en el segundo miembro de la ecuación (I) la palabra *constante* por su abreviatura Cte., resultará:

$$\frac{C - V}{d} = Cte$$

de donde se deduce

$$V = C - d Cte$$

y, por elevación al cuadrado de ambos miembros y luego por transposición, se obtendrá sucesivamente:

$$V^2 = C^2 + d^2 Cte^2 - 2 C d Cte$$

$$C^2 - V^2 = 2 C d Cte - d^2 Cte^2 \quad \dots \dots \quad (II)$$

Ahora bien, de las ecuaciones de Einstein y Planck, $E = m C^2$, $E = \nu h$, se deduce

$$m = \frac{\nu h}{C^2}$$

designando:

ν la frecuencia de la radiación, la cual no varía cuando el fotón pasa del vacío al interior de un cuerpo*. Su valor es, en el presente caso, $5,087 \cdot 10^{14}$, o sea, la frecuencia que corresponde a la longitud de onda $\lambda = 0,5893 \mu$ (raya D del sodio).

* Aquellas radiaciones que sufren alteraciones en su frecuencia, como sucede en el *efecto Compton* y en el *efecto Raman*, etc., quedan excluidas de este trabajo.

h la constante de Planck, la cual es igual a $6,624 \cdot 10^{-27}$ erg. seg.
 C la velocidad de la luz en el vacío, o sea, $2,998 \cdot 10^{10}$ cm/seg.
 m la masa del quantum de luz o fotón, cuyo valor, obtenido por el cálculo para la frecuencia mencionada, es, en números redondos, $3,75 \cdot 10^{-33}$ gramos (o más exactamente $3,749 \cdot 10^{-33}$ g.)

Si ahora multiplicamos por m los dos miembros de la ecuación (II), resultará:

$$m C^2 - m V^2 = 2 m C d Cte - m d^2 Cte^2 \dots \dots (III)$$

El primer miembro, o sea $m C^2 - m V^2$, de esta ecuación nueva, representa la pérdida de energía que el fotón experimenta al pasar del vacío al interior de un cuerpo*, y el segundo miembro muestra que esta pérdida es una función de la densidad d .

Efectivamente, para ver con claridad cómo esta pérdida de energía depende de la densidad bastará aplicar el segundo miembro de la ecuación (III) a dos cuerpos que pertenezcan a un mismo grupo; por ejemplo: goma arábica y sacarosa, que pertenecen ambos al grupo de los glúcidos.

Para la goma arábica ($d=1,35$; $Cte=0,69 \cdot 10^{10}$), resulta:
 $m (2 C d Cte - d^2 Cte^2) = 1,77 \cdot 10^{-12}$ ergios.

Para la sacarosa ($d=1,59$; $Cte=0,69 \cdot 10^{10}$), se obtiene:
 $m (2 C d Cte - d^2 Cte^2) = 2,01 \cdot 10^{-12}$ ergios.

Designemos ahora con la letra ϵ la pérdida de energía sufrida por el fotón, se tendrá:

$$\epsilon = m C^2 - m V^2$$

Y como ϵ deberá ser menor o, a lo más, igual a $m C^2$, escribiremos:

$$\epsilon \leq m C^2$$

* Esta energía perdida por el fotón es absorbida por el cuerpo y puede producir en éste fenómenos físicos, químicos, etc. El siguiente símil, aunque muy burdo, puede ser útil para una interpretación de lo que sucede: Sobre la superficie de la Tierra un cuerpo A moviéndose a gran velocidad se encuentra con un cuerpo B que está inmóvil, lo choca, y, sacándolo de su lugar, lo lanza a otro sitio de *mayor altura*; después del choque el móvil continúa trasladándose, pero a menor velocidad y la energía por él perdida se encuentra, bajo la forma de energía potencial, en el cuerpo B; ahora bien, si el cuerpo B regresa al sitio donde se encontraba en el momento del choque, la energía potencial por él ganada se transforma de nuevo en cinética, y, finalmente, en energía calorífica, radiaciones, etc., dando origen a fenómenos físicos, químicos, &c.— Explicación: la hallamos en el principio de conservación de la energía y en la fuerza de atracción (gravitación) que se ejerce entre los cuerpos.

Ahora bien, en cada grupo puede haber un cuerpo con una densidad para la cual resulte $\varepsilon = m C^2$. Este valor de la densidad será pues un valor límite y, por consiguiente, los cuerpos con una densidad mayor no podrán pertenecer a dicho grupo.

Para obtener esta densidad máxima, escribiremos

$$m C^2 - m V^2 = 2 m C d Cte - m d^2 Cte^2$$

o, lo que es lo mismo,

$$\varepsilon = 2 m C d Cte - m d^2 Cte^2 \dots \dots \dots (IV)$$

de donde se infiere

$$- m Cte^2 d^2 + 2 m C Cte d - \varepsilon = 0$$

es decir una ecuación completa de segundo grado en d , y de la cual se deduce

$$d = \frac{C}{Cte} \mp \frac{\sqrt{m^2 C^2 - m \varepsilon}}{m Cte}$$

Si hacemos $\varepsilon = m C^2$ esta ecuación se transformará en

$$d = \frac{C}{Cte}$$

o sea, la *densidad máxima*.

De acuerdo con esta fórmula los valores de la densidad máxima, en los grupos mencionados, serán:

GRUPO	DENSIDAD MAXIMA
Glúcidos	4,344
Prótidos de sostén	3,612
Alcoholes de fermentación	2,855

Tomemos ahora de cada grupo un cuerpo teniendo la misma densidad. Si los cuerpos así elegidos son representados con las letras $\alpha, \beta, \gamma, \dots$ y los grupos a los cuales pertenecen los representamos, respectivamente, con las letras A, B, Γ, \dots

tendremos un conjunto de cuerpos con una densidad fija, o, simplemente, un conjunto.*

Consideremos las pérdidas de energía producidas por dos cuerpos cualesquiera de un conjunto; por ejemplo: por los cuerpos α y β

Aplicaremos la ecuación (IV), o sea

$$\varepsilon = 2 m C d Cte - m d^2 Cte^2$$

Ahora bien, C es invariable, y m (por tener la frecuencia un valor determinado) tampoco varía, y d también es fija porque ambos cuerpos pertenecen al mismo conjunto. Luego, ε dependerá de Cte ; y las pérdidas de energía producidas por los cuerpos α y β , serán:

$$\varepsilon_{\alpha} = 2 m C d Cte_A - m d^2 Cte_A^2$$

$$\varepsilon_{\beta} = 2 m C d Cte_B - m d^2 Cte_B^2$$

de las cuales, por substracción, se deduce:

$$\varepsilon_{\alpha} - \varepsilon_{\beta} = 2 m C d (Cte_A - Cte_B) - m d^2 (Cte_A^2 - Cte_B^2)$$

Un valor particular se obtiene cuando la densidad de los cuerpos de un conjunto es igual a la unidad, en efecto, para $d = 1$ la ecuación anterior se transforma en

$$\varepsilon'_{\alpha} - \varepsilon'_{\beta} = 2 m C (Cte_A - Cte_B) - m (Cte_A^2 - Cte_B^2)$$

que aplicada a los alcoholes de fermentación y a los glúcidos nos dará:

$$\varepsilon'_{\alpha} - \varepsilon'_{\beta} = 0,57 \cdot 10^{-12} \text{ ergios}$$

o sea

$$\varepsilon'_{\alpha} = \varepsilon'_{\beta} + 0,57 \cdot 10^{-12} \text{ ergios}$$

pero si la aplicáramos a los alcoholes de fermentación y a los prótidos de sostén, nos daría:

$$\varepsilon'_{\alpha} = \varepsilon'_{\gamma} + 0,34 \cdot 10^{-12} \text{ ergios}$$

De todo lo expuesto se concluye que el fenómeno de la pérdida de energía sufrida por el fotón radica en la densidad de la sustancia y en el grupo a que pertenece ésta.

* Como ejemplo de un conjunto citaremos el Aceite de Cinnamomum Cassia (Grupo de los Aceites esenciales) y Sangre humana (Grupo de las Sustancias vitales) los cuales tienen la misma densidad, o sea, 1,055.

Además, por efectuarse esta pérdida en el momento mismo en que la luz atraviesa el cuerpo se infiere que ella es causada por la resistencia que éste opone, y, **como esta resistencia no puede ser otra cosa que la expresión de una cantidad de energía igual en valor absoluto a dicha pérdida**, deberá estar medida por el trabajo de ciertas fuerzas internas.

Ahora bien, la existencia de tales fuerzas nos da la clave para comprender, con claridad, el fenómeno de la pérdida de energía sufrida por el fotón porque tanto la densidad de los cuerpos como los grupos ópticos han de ser, naturalmente, consecuencias o resultados de las acciones de dichas fuerzas.*

Esto sentado, veremos, finalmente, que en *aquellos cuerpos en los cuales la dispersión presenta valores aproximados, la relación entre las pérdidas de energía sufridas por el fotón, para dos valores diferentes y cualesquiera de su masa, no cambia, aunque cambie la naturaleza del cuerpo.*

Esta ley nueva, hallada por mí, puede verificarse aplicándola a varios cuerpos escogidos al azar, como puede verse a continuación:

Substancia	Fórmula	Temp. °C	Indices de refracción		Dispersión $n_{G'} - n_C$
			$n_{G'}$ ($\lambda_{G'} =$ 0,4340 μ)	n_C ($\lambda_C =$ 0,6563 μ)	

CUADRO 1

Glicerina	$C_3H_8O_3$	20	1,4828	1,4706	0,0122
Cloroformo	$CHCl_3$	20	1,4580	1,4443	0,0137
Alcohol n - propílico	C_3H_7OH	20	1,3938	1,3834	0,0104
Agua	H_2O	20	1,3404	1,3312	0,0092
Alcohol etílico	C_2H_5OH	20	1,3700	1,3605	0,0095

CUADRO 2

Disulfuro de carbono	CS_2	20	1,6748	1,6182	0,0566
Bromonaftaleno	$C_{10}H_7Br$	20	1,7041	1,6495	0,0546
Anilina	$C_6H_5NH_2$	20	1,6204	1,5793	0,0411

$$C = 2,998 \cdot 10^{10} \text{ cm/seg}$$

$$v_{G'} = C/\lambda_{G'} = 6,907 \cdot 10^{14}/\text{seg}$$

$$v_C = C/\lambda_C = 4,568 \cdot 10^{14}/\text{seg}$$

* Posiblemente son estas mismas fuerzas las que mantienen la integración en el átomo.

Los subíndices que hemos puesto a λ , ν , n y m corresponden a las rayas de Fraunhofer designadas con esas mismas letras, o sean, G' y C.

Además, en cada cuadro hemos colocado aquellos cuerpos que poseen dispersiones con valores aproximados, y también hemos puesto en cada uno, y al pie de ellos, los datos indispensables para hacer los cálculos que siguen.

Pero, antes, a fin de simplificar dichos cálculos, transformaremos $m C^2 - m V^2$ en $\nu h (1 - 1/n^2)$ valiéndonos para ello de las igualdades $m = \nu h / C^2$, $n = C / V$. De esta manera, se podrá escribir:

$$\epsilon = m C^2 - m V^2 = \nu h \left(1 - \frac{1}{n^2} \right)$$

de donde se deduce

$$\frac{\epsilon_{G'}}{\epsilon_C} = \frac{m_{G'} C^2 - m_{G'} V_{G'}^2}{m_C C^2 - m_C V_C^2} = \frac{\nu_{G'}}{\nu_C} \frac{1 - \frac{1}{n_{G'}^2}}{1 - \frac{1}{n_C^2}}$$

Relación que aplicada a los cuerpos que figuran en el cuadro 1, dará:

<i>Substancia</i>	$\frac{\epsilon_{G'}}{\epsilon_C}$
Glicerina	1,53
Cloroformo	1,53
Alcohol n — propílico	1,53
Agua	1,53
Alcohol etílico	1,53

Si, del mismo modo, aplicamos dicha relación a los cuerpos del cuadro 2, obtendremos los siguientes resultados:

<i>Substancia</i>	$\frac{\epsilon_{G'}}{\epsilon_C}$
Disulfuro de carbono	1,57
Bromonaftaleno	1,56
Anilina	1,56

La relación ϵ_G'/ϵ_C es, pues, *invariable*, en los cuerpos que presentan dispersiones cuyos valores difieren poco.

Ahora bien, si queremos llevar más lejos la verificación de esta ley, podemos reemplazar la masa m_G' por m_H , y escoger, para aplicarla, algunos de los cuerpos ya citados.

Por ejemplo:

Substancia	Temp. °C	Indices de refracción		Dispersión $n_H - n_C$	$\frac{\epsilon_H}{\epsilon_C}$
		n_H^* ($\lambda_H = 0,3968\mu$)	n_C ($\lambda_C = 0,6563\mu$)		
Agua	20	1,3435	1,3312	0,0123	1,69
Cloroformo	20	1,4630	1,4443	0,0187	1,69
Disulfuro de carbono	20	1,6994	1,6182	0,0812	1,74
Bromonaftaleno	20	1,7289	1,6495	0,0794	1,74

* Los valores de los índices de refracción que figuran en esta columna corresponden a la raya H del calcio.

$$C = 2,998 \cdot 10^{10} \text{ cm/seg}$$

$$\nu_H = C/\lambda_H = 7,554 \cdot 10^{14}/\text{seg}$$

$$\nu_C = C/\lambda_C = 4,568 \cdot 10^{14}/\text{seg}$$

$$\frac{\epsilon_H}{\epsilon_C} = \frac{\nu_H}{\nu_C} \cdot \frac{1 - 1/n_H^2}{1 - 1/n_C^2}$$

ENERGIA CINETICA DEL FOTON

Hemos visto, al hacer la exposición de esta teoría, que de una de las ecuaciones fundamentales de su desarrollo, o sea, de la ecuación (III), se deduce (lo que constituye un hallazgo de importancia) que la energía cinética del fotón, *cuando éste se mueve en el interior de un cuerpo*, no está representada por la fórmula de la mecánica clásica $mV^2/2$ ni tampoco por la fórmula de la mecánica relativista de Einstein: *

$$\frac{m C^2}{\sqrt{1 - V^2/C^2}} \dots \dots \dots (V)$$

* Esta fórmula relativista tampoco representa la energía cinética del fotón, *cuando éste se mueve en el vacío*; efectivamente, para $V=C$ la expresión (V) se hace infinita.

sino por una mucho más sencilla, esto es, por mV^2 , o sea

$$\nu h \frac{V^2}{C^2}$$

BIBLIOGRAFIA

Los valores de los índices de refracción y de las densidades pueden hallarse en multitud de libros sobre física, química, fisiología y en numerosas tablas. A continuación doy los nombres de la obras por mí consultadas:

DUFET, H.: Optique. Recueil de données numériques. Guathier-Villars, París.

HARI, P.: Química fisiológica. Editorial Labor, Madrid, 1935.

HODGMAN, Ch. D.: Handbook of chemistry and physics, ed. 35, 1953-1954. Published by Chemical Rubber Publishing Co., Cleveland, Ohio, U.S.A.

LANGE, N. A.: Handbook of chemistry. Handbook Publishers, Inc. Sandusky, Ohio, U.S.A., 1946.

LEHNARTZ, E.: Fisiología química. Manuel Marín, Editor, Barcelona, 1946.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL: International critical tables of numerical data, physics, chemistry and technology, 1933. McGraw - Hill Book Co. Inc. New York and London.

PHYSIKALISCHE BERICHTE unter Mitwirkung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für technische Physik unter der Redaktion von L. Dede - 19. Jahrgang-1. April 1938. Heft 7. Seite 740.

SMITHSONIAN PHYSICAL TABLES. Publication 3171, Smithsonian Institution, Washington, 1934.

SOCIETE FRANCAISE DE PHYSIQUE. Recueil de constantes physiques. Gauthier - Villars, París, 1913.

ULLMANN, F.: Enciclopedia de química industrial. Gustavo Gili, Editor, Barcelona, 1931.

VEGAS, L. F.: Study referring to the relation between the specific inductive capacity and the refractive index of light and of density. Lit. Tip. Casa de Especialidades, Caracas, Venezuela, 1936. - Reproducido en la Revista del Colegio de Ingenieros de Venezuela, 14 (123): 133-144, 1937.

VEGAS, L. F.: La armonía entre las sustancias vitales. Bol. Soc. Venezolana Cien. Nat., 9 (59): 163-166, 1944 - Reproducido en el Journal of the Washington Academy of Sciences, 37 (9): 296-298, 1947.

VEGAS, L. F.: La finalidad biológica de las sustancias y sus agrupaciones ópticas. Bol. Soc. Venezolana Cien. Nat., 11 (70): 5-11, 1947.

VEGAS, L. F.: Las masículas y la impacción de los quanta de luz. Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales - Año XXI - Tomo XX - Nº 55 - 1961 (Palacio de las Academias, Apartado de Correos 1421, Caracas, Venezuela, S. A.)

Caracas, 24 de noviembre de 1971.