



INFLUENCIA DEL MEDIO
SOBRE LA MAGNITUD DE LAS FUERZAS
ELECTRODINÁMICAS
MAGNÉTICAS I ELECTROMAGNÉTICAS.

PRIMERA PARTE.

POR EL

DOCTOR WILHELM ZIEGLER

A pesar de que en los últimos años la teoría corpuscular de la electricidad ha ganado mucho terreno, i por esto parece ser abandonada la idea de Maxwell i Faraday, que redujo de una manera jeneral todos los fenómenos de la electricidad i del magnetismo a modificaciones de tension del éter, la teoría, sin embargo, persiste i sus ecuaciones fundamentales rijen como antes, solo que hai que interpretarlas desde el punto de vista de la teoría moderna electrónica. Por este motivo, no es superfluo continuar con la verificación

experimental de las leyes obtenidas por la teoria i asegurar así mas aun el fundamento de ella.

Una diferencia esencial entre las antiguas teorías sobre el Magnetismo i la Electricidad i la de Maxwell-Faraday consiste en la eliminacion radical de las acciones a distancia. Segun ella, no puede producirse un efecto en un punto del espacio, sino por trasmision continua de un punto a otro, de una partícula a otra.

La idea de que todos los efectos eran causados por acciones inmediatas hizo encontrar a Faraday las propiedades del entre-medio i sobre todo las polarizaciones dieléctricas i magnéticas que formaron la base de sus desarrollos i con las cuales Maxwell empezó sus estudios que le dieron resultados sorprendentes. El pudo demostrar que una perturbacion eléctrica periódica del equilibrio electromagnético debe propagarse de la misma manera que los rayos luminosos, lo que comprobó experimentalmente Hertz algunos años mas tarde.

Ademas se demostró que, por la influencia del entremedio, casi todas las leyes sobre acciones póndero-i electromagnéticas, ya sean de naturaleza electrostática, magnética, electromagnética o inductiva, deberian completarse por un factor que, con respecto a las propiedades eléctricas, se llama constante dieléctrica i, con respecto a las propiedades magnéticas, permeabilidad magnética.

Miéntras que ha sido comprobada experimentalmente hace mucho tiempo, la influencia eléctrica del medio i se ha notado que los resultados experimentales coinciden con las leyes teóricamente desarrolladas, faltan todavia tales investigaciones para la comprobación de la influencia magnética. La causa principal se encuentra en que las propiedades magnéticas de los líquidos i gases en los cuales deberian observarse los efectos de las fuerzas magnéticas, se distinguen tan poco que los efectos apenas se notan, mientras que con respecto a las propiedades eléctricas, hai diferencias bastante grandes i por esto una diferencia bien pronunciada en los

efectos de las fuerzas, por ejemplo, de dos esferas cargadas en dos medios distintos.

En lo que sigue se muestra como es posible confirmar también experimentalmente la influencia magnética del medio i examinar esta influencia:

I. sobre la fuerza electrodinámica entre dos circuitos eléctricos;

II. sobre la acción de dos polos magnéticos entre sí;

III. sobre la fuerza electromagnética de un circuito sobre un polo magnético.

Según la teoría de Maxwell resultan para estas fuerzas F o potencial ψ respectivamente las expresiones siguientes:

$$\text{I. } \psi_{\text{electrod.}} = M \frac{i i'}{v^2} \iint \frac{ds \cdot ds'}{s} \cos(\angle ds, ds')$$

$$\text{II. } F_{\text{magn.}} = \frac{1}{M} \frac{m m'}{r^2}$$

$$\text{III. } F_{\text{electromag.}} = \frac{i ds \sin(\angle r, ds)}{v r^2},$$

en que M significa la permeabilidad magnética.

Vemos pues, que la fuerza electrodinámica es proporcional, la fuerza magnética inversamente proporcional i la fuerza electromagnética independiente de la permeabilidad magnética.

En lo siguiente voy a mostrar primero experimentalmente como la fuerza electrodinámica depende del medio.

Antes de pasar a la investigación experimental vamos a explicarnos la dependencia arriba mencionada, introduciendo las líneas de inducción de Faraday.

Si colcamos un solenoide por el cual pasa una corriente en un medio homogéneo, que se imanta, el medio se polariza. En el interior del solenoide se produce un campo magnético, cuya densidad de líneas de inducción es $B = \mu H$ si designamos por μ la permeabilidad magnética i por H la intensidad del campo magnético. Tal campo casi homogéneo se forma también entre dos carretes I i II (fig. 1) por los cua-

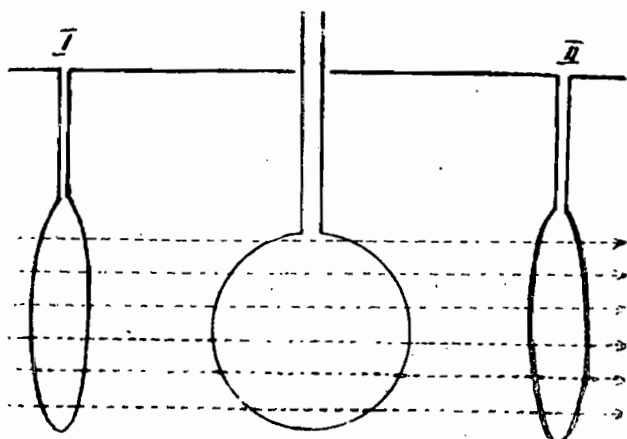


Figura N.º 1

les pasa una corriente eléctrica. Introduciendo entre ellos un carrete móvil que está colgado por un alambre delgado de cobre, de tal manera que su eje quede perpendicular al eje común de los carretes I i II, sufre una desviación cuando pasa por él una corriente.

Si q es la superficie de las vueltas i α el ángulo de desviación, pasan, suponiendo todavía homogéneo el campo magnético, por el interior del carrete móvil:

$$Z = q \mu H \sin \alpha \text{ líneas de induccion.}$$

El trabajo de las fuerzas electrodinámicas durante el movimiento del carrete en $\delta\alpha$ es proporcional a

$$\delta Z = q \mu H \cos \alpha \cdot \delta\alpha,$$

de modo que el momento de fuerza que actúa sobre el carrete es $B \cos \alpha$ multiplicado por una constante C . En contra de este momento obra el momento de torsion del alambre igual a $T \alpha$.

Compensamos desde el principio el campo magnético terrestre por el de un electroiman. Bajo la influencia de los dos momentos, el de torsion i el de la fuerza electrodinámica, el sistema movable debe detenerse en cierta posicion. Encontramos el ángulo que forma el eje del carrete movable en la posicion desviada con la posicion primitiva por la ecuacion

$$T \alpha = C \mu H \cos \alpha$$

i, si solo consideramos desviaciones mui pequeñas, podemos tomar $\cos \alpha = 1$, de modo que $\alpha = \mu C_1$, designando por C_1 la espresion $\frac{C H}{T}$.

Observando bajo las mismas condiciones, sobre todo tomando las mismas intensidades, las desviaciones en dos me-

dios distintos cuyas permeabilidades magnéticas sean μ_1 i μ_2 obtenemos:

$$\frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{\mu_1}{\mu_2},$$

i como las fuerzas electrodinámicas F_1 i F_2 son proporcionales a los ángulos de desviación, resulta

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\mu_2}{\mu_1},$$

es decir las fuerzas electrodinámicas son proporcionales a las permeabilidades magnéticas. Tomando por segundo medio, aire, cuya permeabilidad magnética $\mu_2 = 1$, resulta:

$$F_1 = \mu_1 F_2 \quad \text{o} \quad \alpha_1 = \mu_1 \alpha_2,$$

es decir que hemos demostrado experimentalmente la dependencia de la fuerza electrodinámica del medio, si dividimos la desviación observada en un medio de la permeabilidad por la observada en el aire i si encontramos este valor igual a μ_1 .

B.—EL MEDIO.

Como ya hemos dicho en la introduccion, la dificultad principal ha consistido en encontrar un medio que poseyera una permeabilidad bastante diferente de la del aire.

No cumpliendo ningun gas o liquido con este requisito, ha sido necesario preparar tal medio artificialmente. Primero se tomó una mezcla de glicerina i jabon en la que se suspendió polvo mui fino de fierro reducido por hidrógeno. Por un enérgico movimiento era posible obtener una distribucion homogénea del fierro i la viscosidad de la mezcla era tambien bastante grande para fijar las partículas de hierro en su posicion, de modo que resultaba así por bastante tiempo un estado constante. Pero al querer observar en este medio las desviaciones de un carrete movible o de un iman, se vió que era demasiado viscoso para poder obtener desviaciones constantes.

Por este motivo, se tomó glicerina pura i se suspendió en ella directamente el fierro. Para formarse una idea del tiempo en que queda constante esta suspension, se pesaron de 5 en 5 minutos cantidades iguales del fondo i de arriba. Por estas determinaciones resultó que el estado no cambiaba durante un cuarto de hora i que era posible restablecer el estado anterior agitando nuevamente el liquido. Para los experimentos definitivos se hicieron 2 suspensiones de diferentes concentraciones. Se puede formar una idea del grado de concentracion por los datos siguientes: Un picnómetro de 250 ccm pesó vacio 75,24 gr con la primera solucion, 395.00 gr con la segunda, 399,77 gr i con glicerina pura, 392,87 gr, de modo que se encontraba en 1 ccm de la primera suspension 0,00884 gr de fierro i en la segunda 0,02784 gr i las densidades eran respectivamente 1,279 i 1,298, mientras que la de la glicerina a 18° era 1,232.

Como en este caso no se trataba de un medio homogéneo,

era necesario discutir primero la cuestion si se podia o nó aplicar en esta suspension los mismos métodos usados para examinar las propiedades magnéticas de un medio homogéneo.

Tales investigaciones ya existen de varios fisicos. Börnstein examinó las propiedades de mezclas de fierro, níquel i cobalto con arcilla; Coulomb tomó una mezcla de limaduras de fierro con cera; A. Toepler i von Ettingshausen, mezclas de polvo de fierro con grasas; pero el tratamiento mas detallado de esta cuestion se debe a Auerbach que examinó mezclas de polvo mui fino de madera i polvos de fierro reducido. Resultó que el aumento del magnetismo temporal de los polvos de fierro suponiendo las mismas condiciones no aumenta proporcionalmente a la densidad, sino mas lijero en densidades pequeñas, ménos lijero en densidades medias i en densidades superiores otra vez mas lijero.

Ademas se preguntó Auerbach si en el fierro pulverizado existia la misma influencia de la fuerza imantadora sobre el magnetismo temporal, que en el fierro consistente i resultó que en los cuerpos pulverizados la imantacion es proporcional a las fuerzas imantadoras mui pequeñas, crece mas lijero para fuerzas medias i mas lentamente para fuerzas mayores.

Así llega la imantacion a un máximo i disminuye enseguida. Como segun estos trabajos de Auerbach era de esperar tambien para nuestras suspensiones una dependencia de la permeabilidad magnética de la fuerza imantadora, se determinó la curva de imantacion para las dos suspensiones aplicando el método balístico.

Se arrolló sobre un tubo de vidrio de 76,5 cm de largo i de 3.02 cm de diámetro un alambre, de modo que sobre 1 cm de largo se encontraban 6,489 vueltas. En el medio de esta espiral se colocó un carrete secundario de 1000 vueltas cuya resistencia era de 221 Ω i cuyos estremos estaban unidos con un galvanómetro de Deprez-d'Arsonval i este circuito contenia ademas una resistencia eléctrica variable. Se aumentaba la corriente primaria i se la media por un ampe-

rómetro de precisión, variándola poco a poco desde 2 hasta 9 Amp. Primero se determinaba una serie de valores correspondientes para la corriente primaria i las desviaciones cuando el tubo contenía aire o glicerina, resultando valores idénticos i enseguida de la misma manera los valores de las dos suspensiones.

Por medio de estas desviaciones se puede calcular fácilmente la permeabilidad magnética, como lo muestran las consideraciones siguientes.

Designando por H la intensidad del campo magnético en la parte central del tubo, el número total de las líneas de inducción que pasa por la sección q, si reemplazamos el aire por un medio magnético con la permeabilidad magnética μ , es:

$$\int dN = \mu q H.$$

Estas líneas de inducción producen en la espiral secundaria de z vueltas una fuerza electro motriz

$$V_{\text{ind.}} = 10^{-8} z \frac{dN}{dt}$$

$$\int V_{\text{ind.}} dt = 10^{-8} z \int dN.$$

Como segun la lei de Ohm $V_{\text{ind.}} = r \cdot i$ i ademas

$$\int dN = \mu q H, \text{ tenemos:}$$

$$r \int i \cdot dt = 10^{-8} z q H \mu,$$

en que r significa la resistencia del circuito secundario.

$\int i dt$ representa toda la masa eléctrica Q_{μ} que pasa por el galvanómetro, luego tenemos:

$$r Q_{\mu} = 10^{-8} z q H \mu,$$

i como en un instrumento de Deprez d'Arsonval

$$Q_{\mu} = C \cdot \alpha_{\mu},$$

es decir igual a la constante balística multiplicada por el ángulo de desviacion que experimenta por la masa eléctrica que pasa, existe para los dos medios, aire i suspension, la proporcion:

$$\frac{Q_{\mu}}{Q_{\text{aire}}} = \frac{C_{\alpha \mu}}{C_{\alpha \text{aire}}},$$

de la que resulta tomando en cuenta la primera ecuacion de la páj. 6 la proporcion

$$\frac{Q_{\mu}}{Q_{\text{aire}}} = \frac{\mu}{1}, \text{ de modo que}$$

$$\mu = \frac{a_{\mu}}{a_{\text{aire}}}.$$

Vemos que para la determinacion de μ no necesitamos mas que las dos desviaciones observadas para la misma intensidad. De esta manera se encontraron los valores para μ contenidos en las tablas siguientes; ademas se calcularon los valores para H, para dar una ojeada sobre la relacion que hai entre estas dos cantidades.

SUSPENSION I.

Intensidad i Amp.	Intensidad del campo magnético	Desviacion en		μ_x
		aire	suspension	
2,41	19,65	254	258	1,0158
3,43	27,96	362	369	1,0191
4,32	35,22	460	470	1,0218
5,40	44,02	569	584	1,0263
6,45	52,57	685	704	1,0277
7,40	60,31	784	805	1,0268
8,40	68,46	891	914	1,0258

SUSPENSION II.

Intensidad i amp.	Intensidad del campo magnético	Desviacion en		μ_{II}
		aire	suspension	
2,50	20,37	262	268	1,0229
3,20	26,03	338	348	1,0296
4,20	34,20	446	463	1,0381
5,40	44,01	576	596	1,0347
6,30	51,35	674	696	1,0326
7,40	60,31	796	820	1,0301

Vemos que tambien en estas suspensiones, la permeabilidad magnética es una funcion de la fuerza imantadora i que

crece primero con H hasta un máximo para disminuir en seguida lentamente. Además se obtiene en la suspensión II, de mayor densidad, el máximo a una intensidad menor del campo magnético.

C.—ESPERIMENTOS PREPARATORIOS.

En los primeros experimentos se suspendió bifilarmente un carrete i por los dos hilos entraba i salía la corriente. Sobre éste actuaba un segundo carrete fijo, pero resultó que fué necesario reemplazar la suspensión bifilar por una unifilar, porque en la primera, el momento estático depende mucho del peso del carrete i resultan ya diferencias de desviaciones por el empuje que experimenta el carrete móvil dentro de líquidos de distintas densidades.

Como el momento estático es una función de la densidad del líquido en que se encuentra el carrete móvil i además proporcional al ángulo de desviación, se puede fundar en tal aparato un método nuevo para determinar la densidad de los líquidos, completamente diferente de los métodos generalmente usados i que no deja nada que desear con respecto a la sencillez en comparación a los ya conocidos. Podemos reducir toda la determinación a la observación de 3 desviaciones, como lo muestra el desarrollo siguiente:

Según F. Kohlrausch la fuerza directiva de una suspensión bifilar (fig. 2) es

$$D = mg \frac{e_1 e_2}{4 l} + \frac{2 \pi}{5} s^4 \frac{E g}{l}$$

en que e' i e_2 significan las distancias de los alambres de suspension de arriba i abajo; l , el largo medio; m , la masa del carrete movable; E , el módulo de elasticidad; s , el radio de la seccion de los alambres i g , la aceleracion de gravedad.

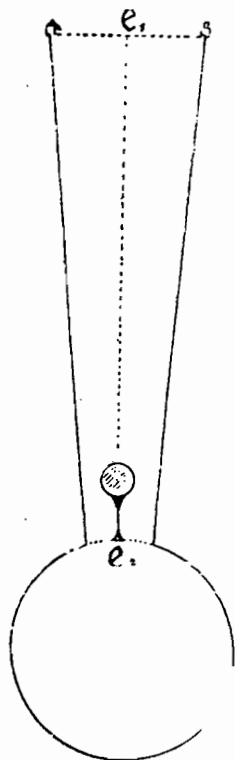


Figura N.º 2

Ademas la ecuacion de movimiento de un carrete suspendido bifilarmente, cuyo eje es perpendicular al meridiano magnético i sobre el que actua un carrete fijo, cuyo eje es paralelo al meridiano magnético es:

$$\Sigma mr^2 \frac{d^2\varphi}{dt^2} = S. r \cos \varphi - D \sin \varphi$$

en que el primer miembro, al lado derecho, representa es momento estático proveniente del solenoide fijo i del magnetismo terrestre. En cierta posicion el sistema quedará en reposo; en ella es

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} = 0 \text{ i por esto } \operatorname{tg} \varphi = \frac{Sr}{D}$$

o, tomando en cuenta sólo ángulos pequeños, resulta:

$$\varphi = \frac{Sr}{D} \text{ o } D = \frac{Sr}{\varphi}.$$

Sustituyendo el valor para D, que resulta cuando el carrrete se encuentra en aire, obtenemos:

$$D_{\text{aire}} = (m - v\lambda) g \frac{e_1 e_2}{4l} + \frac{2\pi}{5} s^4 \frac{Eg}{l} = \frac{S. r}{\varphi_{\text{aire}}}$$

En agua i en el liquido cuya densidad queremos determinar, es:

$$D_{\text{agua}} = (m - v. \sigma) g \frac{e_1 e_2}{4l} + \frac{2\pi}{5} s^4 \frac{E. g}{l} = \frac{S. r}{\varphi_{\text{agua}}}$$

$$D_{\text{liquido}} = (m - v \cdot x) g \cdot \frac{e_1 e_2}{4l} + \frac{2\pi}{5} s^4 \frac{E \cdot g}{l} = \frac{S \cdot r}{\varphi_{\text{liquido}}}$$

$$D_{\text{aire}} - D_{\text{liquido}} = v \cdot (x - \lambda) \cdot \frac{e_1 e_2}{4l} \cdot g = S \cdot r \cdot \left[\frac{1}{\varphi_{\text{aire}}} - \frac{1}{\varphi_{\text{liquido}}} \right]$$

$$D_{\text{aire}} - D_{\text{agua}} = v \cdot (\sigma - \lambda) \cdot \frac{e_1 e_2}{4l} \cdot g = S \cdot r \cdot \left[\frac{1}{\varphi_{\text{aire}}} - \frac{1}{\varphi_{\text{agua}}} \right]$$

$$\frac{x - \lambda}{\sigma - \lambda} = \frac{\frac{1}{\varphi_{\text{aire}}} - \frac{1}{\varphi_{\text{liquido}}}}{\frac{1}{\varphi_{\text{aire}}} - \frac{1}{\varphi_{\text{liquido}}}}$$

$$\chi = \frac{\frac{\varphi_{\text{liquido}}}{\varphi_{\text{agua}}} - \frac{\varphi_{\text{aire}}}{\varphi_{\text{aire}}}}{\frac{\varphi_{\text{liquido}}}{\varphi_{\text{agua}}} - \frac{\varphi_{\text{aire}}}{\varphi_{\text{liquido}}}} \cdot (\sigma - \lambda) + \lambda$$

Vemos que tenemos que observar tres desviaciones i conocer ademas la densidad del agua i del aire, como en el método de las pesadas i pudiendo hacer mucho mas lijero la determinacion de las tres desviaciones que las tres pesadas i arreglando el aparato directamente de tal manera que la escala i el anteojó queden fijos al mismo aparato, resulta el método mas sencillo que todos los otros conocidos, i mas aun si se reemplazan los carretes por dos imanes, dejando actuar uno sobre el otro.

La suspensión bifilar se abandonó por la dependencia del momento estático de la densidad de los líquidos i se la reemplazó por un solo alambre i, como era de temer que se dilatara el alambre por el calentamiento que sufre al paso de la corriente, i que cambiara por esto el momento estático, se dió a la parte movable la forma que se vé en la figura 3.

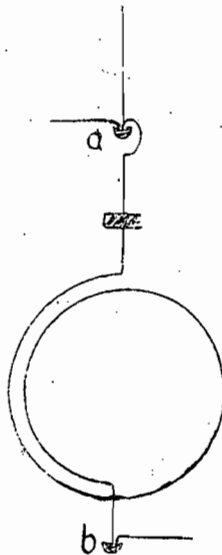


Figura N.º 3

La corriente entraba por a, pasaba por el carrete i salía por b; pero tambien se abandonó esta forma porque el alambre entre a i el carrete tenía que ser bastante grueso para evitar una deformacion hácia abajo, i por esto aumentaban tanto los efectos de capilaridad en la parte de la superficie por donde sale del líquido que era imposible obtener una desviacion constante.

Se disminuyó ahora la intensidad de la corriente, aumentando el número de vueltas del carrete, i se usó entónces el alambre para conducir la corriente i fijar en él un espejo (fig. 4).

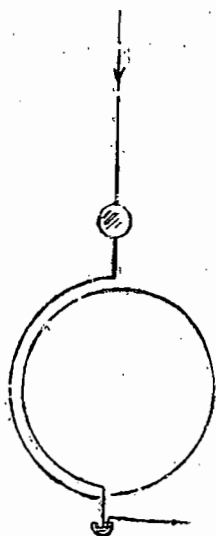


Figura N.º 4

D.—MÉTODO DEFINITIVO I RESULTADOS.

El aparato que se usó para los experimentos definitivos tenía la construcción siguiente: (fig. 5). Sobre una tabla firme que llevaba 3 tornillos para poder colocarla horizontalmente se levantaban 4 tubos de latón de 35 cm de largo, que llevaban una placa de ebonita. En el medio de ella se encontraba una abertura circular, sobre la cual se colocaba un tubo de vidrio de 45 cm de largo, tapado arriba por una cabeza de torsión. La parte sobrante tenía la forma de un electrodinamómetro. Mediante un alambre de Cu de 50 cm de largo i 0,25 mm de grueso, se suspendió un carrete de 100 vueltas i cuyos diámetros interior i exterior eran respectivamente de 3,0 i 5,5 cm. El otro extremo del carrete terminaba en una punta de platino sumerjida en mercurio. Este carrete móvil se encontraba entre dos carretes fijos cuya distancia podía variarse gracias a una construcción especial i

cada uno de los cuales llevaba 300 vueltas. Los diámetros interior i exterior eran de 5,5 i 8,0 cm respectivamente. Todos los carretes se aislaban bien por goma laca i parafina.

En el circuito principal se encontraban los dos carretes fijos, un amperómetro de precision i un conmutador cuyo segundo par de tornillos estaba en comunicacion con el alam-

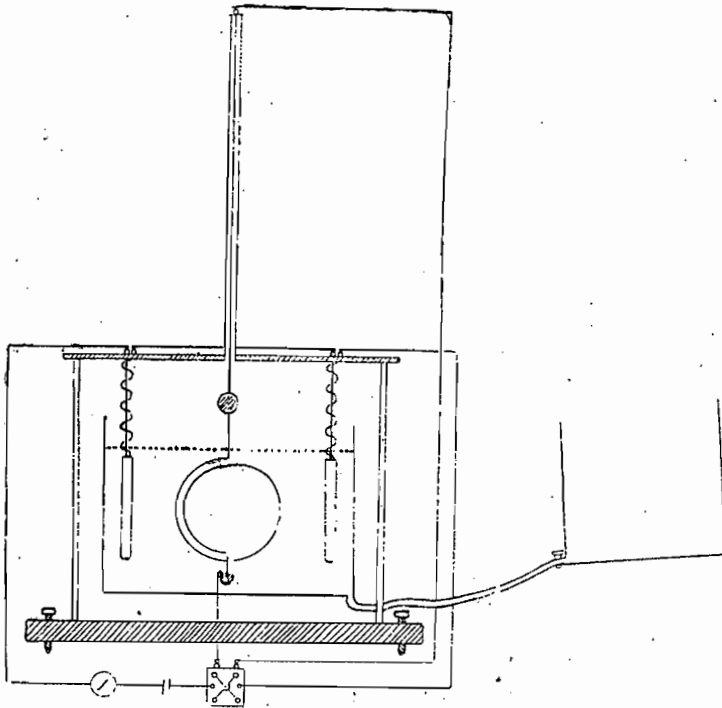


Figura N.º 5

bre de suspension i con la cubeta de mercurio de modo que era posible observar las desviaciones hacia los dos lados.

Para observar las desviaciones, se sumerjieron los tres carretes en un vaso de zinc de 20 cm de largo, 15 cm de ancho i 12 cm de altura, que llevaba en el fondo dos tubos, por el cual se podía comunicarlos alternativamente me-

diante mangueras con tres vasos, de los cuales uno contenía glicerina pura i los otros dos las dos suspensiones.

Siempre se observaron primero las desviaciones en glicerina pura hácia los dos lados conmutando la corriente del carrete movable.

Enseguida se reemplazó la glicerina por una suspensión i se observaron las desviaciones. Antes de hacer pasar la suspensión al vaso de latón se movía mucho para obtener una distribución homogénea del fierro en la glicerina i como los experimentos no exigían nunca más de 10 minutos, se obtenía así la constancia de la densidad. Después de estas experimentaciones se limpiaba todo el aparato i se repetía la serie de observaciones.

Para examinar las variaciones eventuales que podía causar la entrada i salida de los líquidos en las distintas desviaciones se llenaba i vaciaba alternativamente el vaso i se observaban cada vez las desviaciones; solo resultaron alteraciones insignificantes del punto cero de la escala i además se demostró la independencia perfecta del momento estático del empuje. Como las leyes desarrolladas más arriba solo rigen para un medio de extensión infinita, era necesario examinar, si el medio limitado usado en la experiencia producía el mismo efecto que un medio infinito, i como el tratamiento matemático de este problema causaría muchas dificultades, se prefirió resolverlo experimentalmente tomando un vaso de dobles dimensiones. No resultó ninguna diferencia de desviaciones. Para eliminar la influencia del campo magnético terrestre se colocaron a una distancia de 1 m del aparato un electroimán grande i regularizando la corriente se produjo un campo magnético igual i contrario al campo magnético terrestre.

Las experiencias en las dos suspensiones dieron los resultados siguientes:

SUSPENSION I.

Posicion de equilibrio	Desviaciones hácia el lado		Desviacion total	
	izquierdo	derecho		
501,5	113	862	749	} en giicerina I = 749 mm
501,0	113	862	749	
501,0	113	862	749	
501,0	113	862	749	
498,0	104	869	765	} en suspension = 765 mm
498,0	104	869	765	
498,0	104	869	765	
499,0	105	870	765	

$$\mu_1 = \frac{765}{749} = 1,0213.$$

SUSPENSION II.

Posicion de equilibrio	Desviaciones hácia el lado		Desviacion total	
	izquierdo	derecho		
499	112	860	748	} en glicerina = 748 mm
499	112	860	748	
500	113	861	748	
500	113	861	748	
500	113	861	748	
498	98	874	776	} en suspension = 776,1 mm
498	98	874	776	
499	99	875	776	
499	98,5	875	776,5	
499	99	875	776	

$$\mu_{it} = \frac{776,1}{74,8} = 1,0375.$$

Estas esperiencias se repitieron varias veces i, como valores medios, resultaron: $\mu_i=1,0212$ i $\mu_n=1,0374$ i reduciendo las variaciones a ángulos, $\mu_i=1,0207$ i $\mu_n=1,0365$.

Ahora para demostrar todavía que los valores así obtenidos corresponden a los de la página 12, fué necesario determinar la intensidad del campo magnético entre los dos carretes fijos del aparato. Para este fin se colocó un carrete de 1000 vueltas cuya resistencia era de 221Ω , entre los dos carretes i se unieron sus extremos con un galvanómetro Deprez d'Arsonval. En seguida se dejó pasar una corriente de 0,5 Amp., la misma corriente que se habia usado en los experimentos para los carretes fijos i se midió la desviacion del galvanómetro causada por ella. Resultando como valor medio una desviacion de 174 mm.

Segun la ecuacion desarrollada en la página 10.

$$r C \alpha_{\mu} = 10^{-8} z.H. q$$

obtenemos la intensidad del campo magnético

$$H = \frac{r C \alpha_{\mu} 10^8}{z q}$$

La constante balística C se determinó por medio de un «etalon» de induccion de Hartmann i Braun, cuya intensidad del campo era $H_n = 5,2725$. i i cuya seccion $q = 10,038$ qcm, para la cual resultó:

$$C' = \frac{z H_n q}{10^8 r \alpha_{\mu}} = \frac{1000 \cdot 5,2725 \cdot 2 \cdot 10,038}{10^8 \cdot 771,56} = 2,450 \cdot 10^{-8}$$

De varias determinaciones resultó como término medio

$$C = 2,454 \cdot 10^{-8}$$

de modo que la intensidad del campo entre los carretes era:

$$H = \frac{771 \cdot 2,454 \cdot 10^{-8} \cdot 174 \cdot 10^8}{1000 \cdot 10,038} = 32,8 \text{ [c. g. s.]}$$

Si buscamos en las tablas de la página 12 los valores para μ i μ_{11} que corresponden a esta intensidad del campo, obtendremos por interpolacion $\mu_1 = 1,209$ i $\mu_{11} = 1,0366$, valores que casi son idénticos con los encontrados aplicando la lei electrodinámica, de modo que con estos experimentos queda comprobada la proporcionalidad de las fuerzas electrodinámicas con la permeabilidad del entremedio.