

XV

LA PERMEABILIDAD MAGNÉTICA DEL NÍQUEL

PARA CAMPOS OSCILATORIOS MUY DÉBILES

POR EL DOCTOR RAMÓN G. LOYARTE

Presidente de la Universidad, Profesor de Física general, Física matemática
y Trabajos de investigación en física

RÉSUMÉ

La perméabilité magnétique du nickel dans les champs oscillatoires très faibles.

— Leigh Page crut expliquer théoriquement les résultats obtenus par Wwedensky et Theodortschik, selon lesquels la perméabilité magnétique du fer accuse, pour des champs oscillatoires très faibles, un maximum très prononcé pour la longueur d'onde de 100 mètres.

Le soussigné fit noter, par contre, que les résultats obtenus par les expérimentateurs nommés ne pouvaient être expliqués par les chocs des molécules entre elles, comme le prétendait Page. Une investigation dernièrement faite par Wait, démontre évidemment que les mesures de Wwedensky et Theodortschik ne correspondent pas à la réalité et que de tels maximums n'existent pas. La dépendance de μ avec la fréquence correspond à celle signalée théoriquement par le soussigné en tenant compte des chocs.

Cet antécédent et le fait que l'auteur emploie pour ses investigations la méthode Gans-Loyarte et compare ses résultats avec les nôtres, nous a conduit à examiner le travail de H. Israel, de l'année 1926, d'après lequel la perméabilité du nickel offrirait dans la région comprise entre $\lambda = 28$ cm et $\lambda = 60$ cm une structure compliquée, une véritable structure spectroscopique.

Le résultat de cet examen est que ces variations de la perméabilité, bien probablement, n'existent pas. Elles sont, sûrement, la conséquence de la dépendance de l'amortissement des oscillations avec la période. Cette dépendance est si brusque dans la dite région, que l'on peut parler d'une véritable instabilité de l'oscillateur; et les petites variations des conditions dans lesquelles celui-là oscille, causent une autre propre décroissance. La différence entre l'accouplement avec les fils de cuivre et ceux de nickel suffirait pour que, dans un cas, celui du nickel, la décroissance propre ait une valeur différente du décroissement propre quand il est accouplé avec Cu. Tel est le secret du fait observé par Israel.

LA PERMEABILIDAD MAGNÉTICA DEL NÍQUEL

PARA CAMPOS OSCILATORIOS MUY DÉBILES

En una memoria anterior ⁽¹⁾ demostramos teóricamente que por la introducción de los choques no era posible explicar, como lo pretendía Leigh Page, los resultados de las medidas de B. Wwedensky y K. Theodortschik, según las cuales la permeabilidad magnética del hierro tendría un máximo sumamente pronunciado para la longitud de onda de 100 metros ya que su valor saltaría de 50 a casi 100 para pocos metros de cambio en la longitud de onda. Según medidas, que no citamos en aquella oportunidad, de Kartschagin ⁽²⁾, existiría otro máximo notable alrededor de los ocho metros de largo de onda.

Posteriormente apareció un trabajo de H. Israel ⁽³⁾ según el cual el níquel ofrecería una suerte de zona espectroscópica entre los 60 y 30 centímetros de largo de onda, vale decir que en tal región la permeabilidad magnética varía bruscamente con la frecuencia, ofreciendo gran número de máximos y de mínimos muy pronunciados.

Fundados en nuestro sentido físico y en los resultados de nuestras propias investigaciones experimentales, abrigamos la sospecha de que en las mediciones de Israel, lo mismo que en las antes citadas de Wwedensky y Theodortschik, hubiese alguna causa de error. En lo que a estas últimas se refiere, además del trabajo teórico que mencionamos más arriba, recurrimos a la prueba experimental encargando el trabajo a un colaborador. Esta prueba ha sido hecha innecesaria por la investigación experimental que acaba de publicar G. R. Wait ⁽³⁾, en la cual queda plena-

⁽¹⁾ RAMÓN G. LOYARTE, *La imantación para campos oscilatorios muy débiles*, en *Contribuciones*, etc. **4**, página 23, 1926.

⁽²⁾ H. ISRAEL *Magnetospektroskopische Untersuchungen an Nickel drahten mit kurzen Hertzchen Wellen*, en *ZS f. Physik*, **39**, página 841, 1926.

⁽³⁾ G. R. WAIT, *Physical Review*, **29**, página 566, 1927.

mente demostrado que el máximo señalado por aquellos autores no existe; «que es debido a la resonancia de una parte del circuito sobre otra». Este resultado que confirma nuestra manera de ver nos conduce, ahora, al examen del trabajo de H. Israel, que mencionamos más arriba. Este autor ha usado el método perfeccionado de Gans-Loyarte, como él lo dice explícitamente, y agrega, al finalizar, que nuestros valores de « μ »

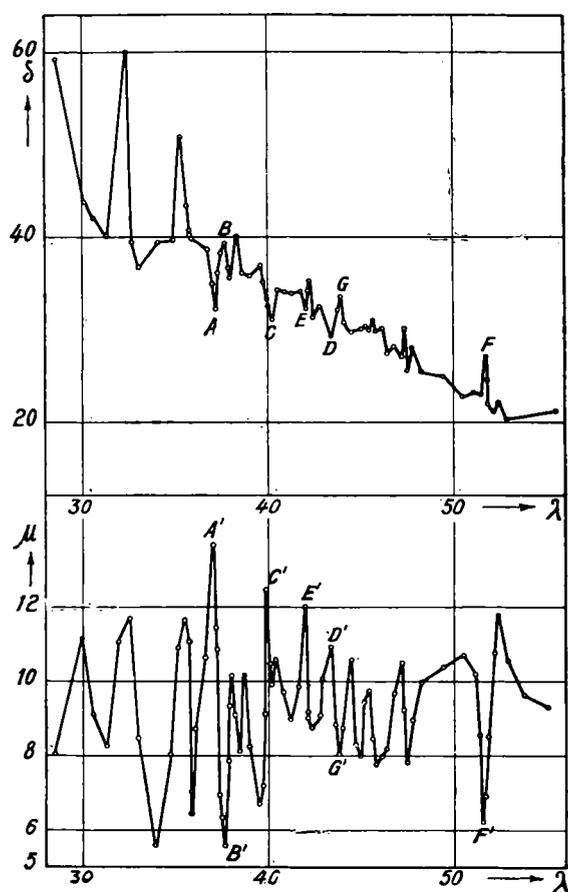


Figura 1

corresponden a puntos distantes entre sí, lo que explica que no hayamos descubierto los máximos y mínimos que él observa y que nuestras medidas son una comprobación cualitativa de las propias.

Nosotros creemos, en cambio, por las razones que exponemos en seguida, que los máximos y mínimos que Israel observa no existen; que deben atribuirse, sin ninguna duda, a la dependencia del amortiguamiento de las ondas del oscilador en función de la frecuencia, dependencia que en la zona o región mencionada es tan variable que el oscilador

puede considerarse como inestable. La menor alteración en las condiciones del oscilador, como por ejemplo un pequeño cambio en el acoplamiento, determinaría en esa región una variación brusca en el amortiguamiento de las ondas que emite. Tenemos la convicción de que es esto lo que ocurre en las medidas de Israel; que el amortiguamiento de las ondas que emite el oscilador cuando está acoplado con los hilos de cobre no es el mismo que cuando lo está con los hilos de níquel. La observación de las figuras 1 y 2 donde hemos dibujado arriba el decrecimiento logarítmico de las oscilaciones en función de la longitud de onda y abajo

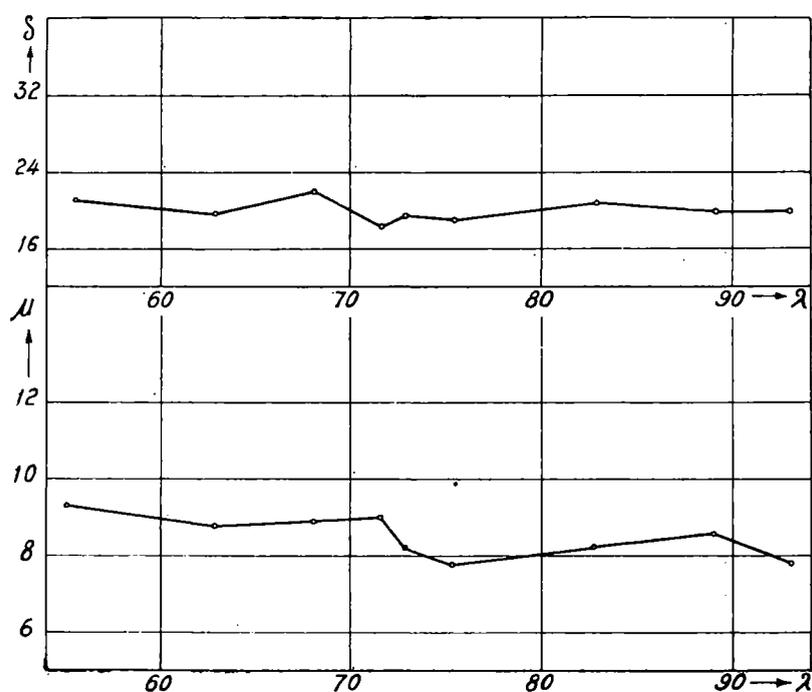


Figura 2

la permeabilidad en función de la misma magnitud corrobora ese pensamiento.

Un primer examen hace notorio que en la región donde el decrecimiento de las ondas del oscilador u osciladores varía poco con la frecuencia, lo mismo acaece con la permeabilidad, y que en los lugares donde el decrecimiento varía bruscamente con la frecuencia lo propio pasa con la permeabilidad. Una observación más atenta hace evidente que, entre otros, los máximos de la permeabilidad, que hemos señalado con las letras A', C', E' y D', no son sino trasunto de los mínimos A, C, D y E del amortiguamiento del oscilador y que los mínimos de la permeabilidad indicados con B', G' y F' son producidos por los máximos B, G y F del

amortiguamiento ; todo lo cual convence de que esas variaciones de la permeabilidad con la frecuencia no existen.

Israel no hace referencia alguna a la distancia entre el oscilador y los hilos. Por nuestra propia experiencia, suponemos que en el caso de las observaciones en níquel esa distancia era menor que en cobre. Quizá a esta circunstancia se deben los fenómenos que él observa.

Israel no ha tomado tampoco la precaución de cerciorarse de la constancia del amortiguamiento del oscilador. Nosotros realizamos nuestras medidas, para estar al abrigo de una posible variación, que a veces se producía, observando primeramente en cobre, luego en níquel y por fin, nuevamente, en cobre. Se consideraban, luego, solamente aquellas medidas en las cuales los dos amortiguamientos del cobre, correspondiente al principio y fin de cada observación, eran iguales. Fueron muchas las observaciones que desechamos a causa de la inconstancia del amortiguamiento del oscilador.

Creemos que de las medidas de Israel pueden obtenerse valores de « μ » aproximados a la realidad operando del modo siguiente. Tomando como valor del decrecimiento logarítmico de las oscilaciones, dentro de un pequeño intervalo, al valor medio de los decrecimientos observados, tanto en cobre como en níquel y atribuyendo estos valores al punto medio del intervalo considerado. Está claro que este procedimiento es tan sólo aproximado, pero tenemos la convicción que los valores que así se obtienen son más representativos de la realidad.

En la tabla I se encuentran los resultados de tales cálculos.

TABLA I

Abarca las observaciones de Israel	Intervalo en largos de onda	Longitud de onda del punto medio	Valor medio de $\delta_x + \delta_{Ni}$	Valor medio de $\delta_x + \delta_{Cu}$	Valor medio de $\delta_{Ni} - \delta_{Cu}$	δ_{Cu}	δ_{Ni}	μ
n°								
89-98	35,25-28,47	31,86	0,0577	0,0451	0,0126	0,00204	0,0146	9,04
79-88	37,42-35,54	36,48	0,0530	0,0382	0,0148	218	170	10,7
69-78	39,59-37,60	38,59	0,0500	0,0372	0,0128	223	150	8,1
59-68	42,00-39,70	40,85	0,0482	0,0333	0,0149	230	172	9,7
49-58	44,50-42,10	43,30	0,0466	0,0319	0,0147	237	171	9,1
39-48	47,20-44,70	45,95	0,0444	0,0296	0,0148	244	172	8,8
29-38	51,65-47,31	49,48	0,0407	0,0254	0,0153	253	178	8,8
28-19	72,77-51,76	62,26	0,0383	0,0208	0,0175	284	203	8,7
18-9	126,67-75,31	100,99	0,0422	0,0220	0,0202	361	240	7,8
8-1	179,00-130,50	154,70	0,0435	0,0197	0,0238	446	283	7,0

La magnitud que indicamos con « μ » está dada por la expresión (1).

$$« \mu » = \mu \sqrt{1 + \frac{4\sigma_m}{\mu^2 n^2} + \frac{2\sigma_m}{\mu n}}$$

donde μ es la permeabilidad magnética verdadera, n la frecuencia y σ_m la « conductibilidad magnética » definida por la ecuación

$$-c \operatorname{rot} E = \mu \frac{\partial H}{\partial t} + 4\pi\sigma_m H,$$

donde E es la intensidad del campo eléctrico y H la intensidad del campo magnético.

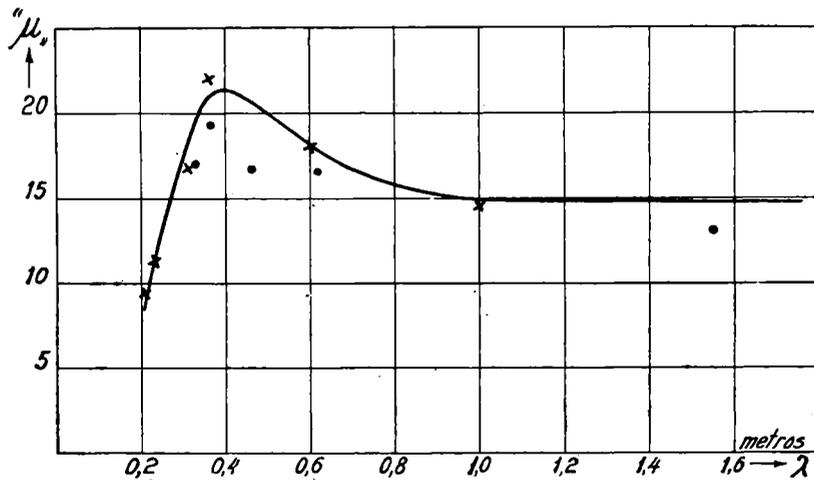


Figura 3

En el segundo de nuestros trabajos, más arriba mencionado, se encuentran tablas y gráficos de la marcha « μ » y μ en función de la frecuencia y de una constante ε' que da una medida del amortiguamiento de las oscilaciones de los imanes elementales.

En la tabla II, que va a continuación, figuran nuestros valores de « μ » y los que hemos calculado más arriba con las observaciones de Israel, reduciéndolos previamente, es decir después de buscar la escala que las acerca más a los nuestros, ya que las condiciones del material no han sido, en ambas mediciones, las mismas. El factor de reducción que resulta de la comparación de los valores de « μ » para $\lambda = 1$ m es 1,87 y el que se obtiene de las medidas para $\lambda = 0,31, 1,86$. Tomamos 1,86. La tabla de valores resulta así la siguiente :

(1) Véase R. G. Loyarte, *loc. cit.*

TABLA II

Medidas de Loyarte		Medidas de Israel recalculadas y reducidas	
λ_m	" μ "	λ_m	" μ "
∞	11,8	—	—
80,0	15,3	—	—
55,5	13,6	—	—
47,3	14,7	—	—
40,1	15,8	—	—
1,0	14,6	1,547	13,0
0,605	18,0	1,01	14,5
0,360	22,0	0,623	16,2
0,315	16,8	0,459	16,4
0,228	11,4	0,365	19,3
0,212	9,5	0,3186	16,8

En la figura 3 están representados gráficamente esos valores. Las cruces son los nuestros, los puntos los que hemos calculado y reducido sobre la base de las medidas de Israel. Éstas resultan así en buena concordancia con las nuestras.

RAMÓN G. LOYARTE.

(Entregado a la secretaría de la Facultad el 20 de junio de 1927; impreso en enero de 1928.)