

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- [Le Conservatoire numérique](#) communément appelé [le Cnum](#) constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - https://cnum.cnam.fr](#))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

5- L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

NOTICE DE LA REVUE	
Auteur(s) ou collectivité(s)	Laboratoire d'essais mécaniques physiques chimiques et de machines du Conservatoire national des Arts et Métiers
Auteur(s)	Laboratoire d'essais mécaniques physiques chimiques et de machines du Conservatoire national des Arts et Métiers
Titre	Publication : Laboratoire d'essais
Adresse	Paris : Conservatoire national des arts et métiers, 193.-195.
Nombre de volumes	125
Cote	CNAM-BIB P 1329-B et P 1329-C
Sujet(s)	Conservatoire national des arts et métiers (France) Génie industriel -- 20e siècle
Note	La collection comporte des lacunes : n°24; n°58; n°63; n°67; n°76-n°77
Notice complète	https://www.sudoc.abes.fr/cbs//DB=2.1/SET=17/TTL=3/REL?PPN=261820893&RELTYPE=NT
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?P1329-B_P1329-C
LISTE DES VOLUMES	
	N°25 (1936)
	N°26 (1937)
	N°27 (1937)
	N°28 (1937)
	N°29 (1938)
	N°30 (1939)
	N°31 (1936)
	N°32 (1938)
	N°33 (1938)
	N°34 (1938)
	N°35 (1938)
	N°36 (1938)
	N°37 (1938)
	N°38 (1938)
	N°39 (1938)
	N°40 (1939)
	N°41 (1939)
	N°42 (1939)
	N°43 (1939)
	N°44 (1939)
	N°45 (1938)
	N°46 (1940)
	N°47 (1940)
	N°48 (1940)
	N°49 (1940)
	N°50 (1940)
	N°51 (1941)
	N°52 (1941)
	N°53 (1941)
	N°54 (1941)
	N°55 (1942)
	N°56 (1942)
	N°57 (1942)
	N°59 (1942)

	N°60 (1941)
	N°61 (1942)
	N°62 (1943)
	N°64 (1943)
	N°65 (1943)
	N°66 (1943)
	N°68 (1943)
	N°69 (1943)
	N°70 (1943)
	N°71 (1943)
	N°72 (1944)
	N°73 (1943)
	N°74 (1944)
	N°75 (1944)
	N°78 (1944)
	N°79 (1944)
	N°80 (1944)
	N°81 (1944)
	N°82 (1944)
	N°83 (1944)
	N°84 (1944)
	N°85 (1944)
	N°86 (1945)
	N°87 (1945)
	N°88 (1945)
	N°89 (1945)
	N°90 (1945)
	N°91 (1945)
	N°92 (1945)
	N°93 (1945)
	N°94 (1945)
	N°95 (1946)
	N°96 (1946)
	N°97 (1946)
	N°98 (1944)
	N°99 (1945)
	N°100 (1945)
	N°101 (1946)
	N°102 (1946)
	N°103 (1946)
	N°104 (1946)
	N°105 (1946)
	N°106 (1946)
	N°107 (1947)
	N°108 (1947)
	N°109 (1947)
	N°110 et 111 (1947)
	N° 112 (1947)
	N° 113 (1947)
	N° 114 (1947)
	N° 115 (1947)
	N° 116 (1947)
	N° 117 (1947)
	N° 118 (1948)
	N° 119 (1948)
	N° 120 (1948)
	N° 121 (1948)
	N° 122 (1947)

	N° 123 (1948)
	N° 124 (1948)
	N° 125 (1948)
	N° 126 (1948)
	N° 127 (1948)
	N° 128 (1948)
	N° 129 (1948)
	N° 130 (1949)
	N° 131 (1949)
	N° 132 (1949)
	N° 133 (1948)
	N° 134 (1949)
	N° 135 (1948)
	N° 136 (1949)
	N° 137 (1950)
	N° 138 (1950)
VOLUME TÉLÉCHARGÉ	N° 139 (1950)
	N° 140 (1950)
	N° 141 (1950)
	N° 142 (1948)
	N° 143 (1950)
	N° 144 (1950)
	N° 145 (1951)
	N° 146 (1951)
	N° 147 (1951)
	N° 148 (1951)
	N° 149 (1951)
	N° 150 (1951)
	N° 151 (1951)
	N° 152 (1951)
	N° 153 (1952)
	N° 154 (1952)
	N° 155 (1952)

NOTICE DU VOLUME TÉLÉCHARGÉ	
Auteur(s) volume	Laboratoire d'essais mécaniques physiques chimiques et de machines du Conservatoire national des Arts et Métiers
Titre	Publication : Laboratoire d'essais
Volume	N° 139 (1950)
Adresse	Paris : Conservatoire national des arts et métiers, 1950
Collation	1 vol. (2 p.) ; 25 cm
Nombre de vues	8
Cote	CNAM-BIB P 1329-B (80)
Sujet(s)	Conservatoire national des arts et métiers (France) Génie industriel -- 20e siècle
Thématique(s)	Histoire du Cnam
Typologie	Revue
Langue	Anglais Français
Date de mise en ligne	10/04/2025
Date de génération du PDF	07/02/2026
Recherche plein texte	Disponible
Notice complète	https://www.sudoc.fr/039014541
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?P1329-B.80

...

8^e Rue 107 (76)

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
LABORATOIRE D'ESSAIS



P 1329

ACTION D'UN CHAMP MAGNÉTIQUE PÉRIODIQUE
SUR UNE COUCHE MÉTALLIQUE MINCE SPHÉRIQUE
par M. A. Colombani

PUBLICATION N° 139

(Extrait des Comptes Rendus de l'Académie des Sciences,
T. 230 P. 1149-1150 - Séance du 20 Mars 1950)



ÉLECTRICITÉ. — *Action d'un champ magnétique périodique sur une couche métallique mince sphérique.* Note de M. ANTOINE COLOMBANI, présentée par M. Gustave Ribaud.

Le calcul de la chaleur dégagée par courants de Foucault dans une pellicule métallique sphérique peut être déduit directement des équations classiques de Maxwell. Mais ce calcul, très long et délicat, fait intervenir des combinaisons de fonctions de Bessel et de Legendre.

En raisonnant à partir des potentiels électromagnétiques, et en supposant l'épaisseur de pénétration $\varepsilon = (2\pi\omega\gamma)^{-1/2}$ plus grande que l'épaisseur de la couche, j'ai pu obtenir des résultats intéressants : en particulier celui qui indique une épaisseur optimale $e = (3/2)(\varepsilon^2/a)$ (a rayon de la sphère) pour laquelle la chaleur produite passe par un maximum.

Ce résultat généralise ceux obtenus par J. J. Thomson dans le cas du tube, et par G. Ribaud dans le cas du disque plan perpendiculaire au champ alternatif inducteur.

Je ne donnerai ici qu'un résumé très succinct de ce calcul en régime quasi stationnaire.

En coordonnées sphériques (r, θ, φ) les composantes des champs magnétique et électrique H et h , compte tenu des conditions de symétrie ($h_r = 0$, $h_\theta = 0$, $H_\varphi = 0$) obéissent aux relations suivantes :

$$(1) \quad \frac{\partial}{\partial \theta} (r \sin \theta h_\varphi) = -r^2 \sin \theta \frac{\partial H_r}{\partial t},$$

$$(2) \quad \frac{\partial}{\partial r} (r \sin \theta h_\varphi) = r \sin \theta \frac{\partial H_\theta}{\partial t},$$

$$(3) \quad 4\pi\gamma r h_\varphi = \frac{\partial}{\partial r} (r H_\theta) - \frac{\partial H_r}{\partial \theta} \quad (\gamma \text{ conductibilité}),$$

$$(4) \quad \operatorname{div} H = 0.$$

En négligeant les termes de second ordre, l'intégration de (3) sur l'épaisseur très petite e conduit à

$$4\pi a e h_\varphi = |r H_\theta|_2^1,$$

les chiffres 1 et 2 correspondant respectivement aux surfaces externe et interne de la couche. En tenant compte de (4) on déduit alors

$$\frac{\partial}{\partial t} (r H_r)_1 = \frac{\partial}{\partial t} (r H_r)_2 = \frac{k}{2ae} \left| \frac{\partial}{\partial r} (r^2 H_r) \right|_2^1 \quad \text{avec } k = (2\pi\gamma)^{-1};$$

H_r se rapporte au champ à la limite de la couche, mais à l'intérieur de celle-ci. Par continuité, en fonction des potentiels extérieurs ψ_1 et ψ_2 on peut écrire

$$(5) \quad \frac{\partial}{\partial t} \left(r \frac{\partial \psi_1}{\partial r} \right) = \frac{\partial}{\partial t} \left(r \frac{\partial \psi_2}{\partial r} \right) = \frac{k}{2ae} \left| \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial \psi}{\partial r} \right) \right|_1$$

Si l'on prend comme potentiel inducteur $\psi_0 = -rH \cos \theta e^{j\omega t}$ et comme potentiels extérieur et intérieur à la sphère

$$\psi_1 = \psi_0 + \alpha^3 A_1 \frac{\cos \theta}{r^2} e^{j\omega t} \quad \text{et} \quad \psi_2 = \psi_0 + A_2 r \cos \theta e^{j\omega t},$$

les quantités A_1 et A_2 sont déterminées par (5) pour $r = a$. On trouve

$$A_1 = -\frac{A_2}{2} = -\frac{H_0(1+j\alpha)}{2(1+\alpha^2)} \quad \text{avec} \quad \alpha = \frac{3}{4\pi\omega\gamma ae}.$$

Tous les champs externes ou internes s'en déduisent facilement. En particulier, pour $r = a$, le champ électrique dans la pellicule

$$h_\varphi = H_0 \frac{\omega a}{2} \sin \theta [\sin \omega t - \cos \chi \sin(\omega t + \chi)] \quad \text{avec} \quad \alpha = \tan \chi.$$

D'où la quantité de chaleur

$$W = \frac{1}{T} \int_0^T \int_{r=a-e}^a \int_{\theta=0}^\pi \int_{\varphi=0}^{2\pi} \gamma h_\varphi^2 r^2 \sin \theta \, d\theta \, dr \, d\varphi = \frac{3}{2} H_0^2 \omega a^4 \varepsilon^2 \frac{e}{9\varepsilon^4 + 4a^2 e^2}$$

qui passe par un maximum pour $e = (3/2)(\varepsilon^2/a)$ et vaut alors $W_M = (H_0^2/8)\omega a^3$. Cette valeur, indépendante de γ et proportionnelle à a^3 , est identique à celle obtenue par G. Ribaud dans le cas du disque plan.

Pour la même valeur de ε une sphère pleine ($\varepsilon \ll a$) donnerait un dégagement de chaleur $W_s = (3/8)a^2 \omega \varepsilon H_0^2$. D'où un gain $\eta = (W_M/W_s) = (a/3\varepsilon)$ qui peut être très élevé et susceptible d'applications importantes.

(Extrait des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*,
t. 230, p. 1149-1150, séance du 20 mars 1950.)







