

Elemento	Z	A	Radiação	T (dias)	Número de transição	%***	Permitido ou proibido	$E_0$ (Mev)	$E_\beta$ (Kev)	$\bar{E}_\beta$ (Kev)	Percurso máximo em água (cm)
C	6	11	$\beta^+, 0$	0.01415	1		a	0.97 ± 0.01	380 ± 40	380 ± 40	0.41
N	7	13	$\beta^+, 0$	0.00703	1		a	1.24 ± 0.02	475 ± 45	475 ± 45	0.55
Na	11	22	$\beta^+, K, \gamma$	1170	1	~100	f	0.575 ± 0.03	225 ± 20	225 ± 20	<0.25
		24	$\beta^-, \gamma$	0.61	1		f	1.39 ± 0.005	540 ± 20	540 ± 20	0.64
P	15	32	$\beta^-, 0$	14.5	1		f	1.712 ± 0.008	695 ± 20	695 ± 20	0.82
Cl	17	38	$\beta^-, \gamma$	0.0259	3	53	a	4.94 ± 0.06	2230 ± 90	—	2.70
						11	a	2.79 ± 0.06	1190 ± 40	1390 ± 70	
						36	a	1.19 ± 0.08	400 ± 35	—	
K	19	40	$\beta^-, \gamma$	5 · 10 <sup>10</sup>	1		f	1.35 ± 0.05	490 ± 60	490 ± 60	0.61
Sc	21	44	$\beta^+, \gamma$	0.167	2*		a	1.47 ± 0.02	645 ± 35	—	0.68
V	23	48	$\beta^+, K, \gamma$	16	1	58	a	0.715 ± 0.015	300 ± 25	(300 ± 25) · (0.58)	0.25
Mn	25	52	$\beta^+, K, \gamma$	6.5	1	35	a	0.58 ± 0.03	240 ± 20	(240 ± 20) · (0.35)	<0.25
		56	$\beta^-, \gamma$	0.108	3	50	a	2.81 ± 0.05	1240 ± 50	—	1.48
						30	a	1.04 ± 0.03	410 ± 35	890 ± 40	
						20	a	0.65 ± 0.1	280 ± 25	—	
Fe	26	59	$\beta^-, \gamma$	47	2	50	f	0.46 ± 0.01	150 ± 15	120 ± 15	<0.25
						50	f	0.255 ± 0.01	85 ± 10	—	
Co	27	55	$\beta^+, K$	0.75	1		f	1.5 ± 0.05	515 ± 90	(515 ± 90) · (?)	0.70
		56	$\beta^+, \gamma$	85	1		f	1.5 ± 0.05	655 ± 35	655 ± 35	0.70
		58	$\beta^+, K, \gamma$	65	1	15	a	0.47 ± 0.015	195 ± 20	(195 ± 20) · (0.15)	<0.25
Cu	29	61	$\beta^+, K, 0$	0.142	1	78	a	1.23 ± 0.02	555 ± 40	(555 ± 40) · (0.78)	0.54
		64	$\beta^-, 0$	0.53	1		a	0.578 ± 0.003	175 ± 30	(205 ± 30) · (0.58)	<0.25
			$\beta^+, K, \gamma$		1	30	a	0.659 ± 0.003	265 ± 25	—	
Zn	30	63	$\beta^+, K, \gamma$	0.0271	3	85	a	2.36 ± 0.04	1080 ± 50	—	1.19
						9	a	1.40 ± 0.04	615 ± 30	(985 ± 40) · (0.98)	
						4	a	0.46 ± 0.03	180 ± 20	—	
Br	35	82	$\beta^-, \gamma$	1.5	1		f	0.465 ± 0.01	150 ± 15	150 ± 15	<0.25
Cd	48	107	$\beta^+, K, \gamma$	0.28	1	0.31	a	0.32 ± 0.01	140 ± 20	(140 ± 20) · (0.003) + 92	<0.25
In	49	114	$\beta^-, (\gamma)$	50	1		a	1.98 ± 0.03	765 ± 30	940 ± 30	0.98
Sb	51	124	$\beta^-, \gamma$	60	2	55	f	2.45 ± 0.07	980 ± 40	—	1.24
						45	f	0.74 ± 0.03	260 ± 25	660 ± 35	
I	53	130	$\beta^-, \gamma$	0.525	2	45	f	1.03 ± 0.02	360 ± 20	270 ± 20	0.43
						55	f	0.61 ± 0.03	195 ± 20	—	
		131	$\beta^-, \gamma$	8.0	1		f	0.595 ± 0.01	205 ± 20	205 ± 20	<0.25
La	57	140	$\beta^-, \gamma$	1.67	3	12	f	2.12 ± 0.08	835 ± 60	—	1.05
						60	f	1.40 ± 0.04	510 ± 40	495 ± 40	
						28	f	0.90 ± 0.03	320 ± 30	—	
Ir	77	194	$\beta^-, \gamma$	0.81	2*		f	2.18 ± 0.04	835 ± 50	—	1.09
RaE	83	210	$\beta^-, 0$	4.85	1		f	1.17 ± 0.005	330 ± 10	330 ± 10	1.51
UX <sub>2</sub>	91	234	$\beta^-, \gamma$	0.00079	2*		a	2.32 ± 0.005	865 ± 50	—	1.17
UZ	91	234	$\beta^-, \gamma$	0.28	2**	90	a	0.45 ± 0.03	150 ± 20	—	<0.25

(\*) Só se considerou o espectro de maior energia.

(\*\*) Só se considerou o espectro de menor energia.

(\*\*\*) % de partículas nos espectros componentes no caso de emissores de electrões e no do  $Z_n^{63}$  ou % de posições relativamente aos processos por captura-K.

Nota: Z é o número atómico, A é o número isotópico, T é o período, a e f significam, respectivamente,

mente, permitida (allowed) e proibida (forbidden) e referem-se à natureza da emissão,  $E_0$  é a energia cinética máxima do espectro,  $E_\beta$  a energia cinética média de cada espectro componente e  $\bar{E}_\beta$  é a energia cinética média do espectro composto.

L. D. MARINELLI, R. F. BRINCKERHOFF, G. J. HINE  
 DEPARTMENT OF PHYSICS, MEMORIAL HOSPITAL, NEW YORK  
 (Extraído de Reviews of Modern Physics, 19, 25, 1947)

## 9. A FÍSICA NA INDÚSTRIA

### QUELQUES APLICATIONS DES ULTRASONS

Depuis que Langevin et autres savants, à l'époque de la Grande Guerre, ont découvert qu'une lame de quartz ou un bâton de matériel ferro-magnétique, convenablement taillé, se prête à osciller à sa propre fréquence au moyen d'un circuit à valves électroniques, beaucoup d'applications ont été suggérées pour les ultrasons ainsi produits.

Quelques uns de ces projets se sont trouvés trop optimistes ou incertains en raison d'un contrôle imparfait. D'autres, réalisables

au laboratoire ne le sont pas à l'échelle industrielle.

On peut grouper les applications possibles des ultrasons de la façon suivante:

a) celles dans lesquelles on mesure les constantes de propagation des ondes ultrasonores dans les fluides ou solides pour étudier les propriétés élastiques des molécules dont ils se composent.

b) celles dans lesquelles les échos des ondes ultrasonores provoqués par les surfaces de

séparation et les obstacles à l'intérieur du fluide révèlent les positions et la nature de ces surfaces ou obstacles.

c) celles dans lesquelles on se sert de l'énergie intense qui accompagne les vibrations ultrasonores pour rompre ou faire coaguler des grains solides ou liquides.

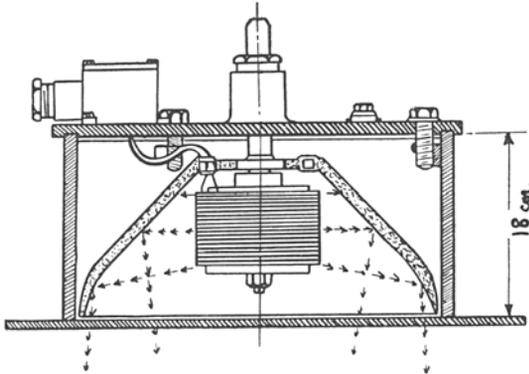


Fig. 1

Si l'on veut irradier une étendue considérable avec ces ondes il faut augmenter la surface de la source. Pour remédier aux inconvénients de la petite surface des cristaux oscillants, Langevin a fait une espèce de sandwich, formé d'un grand nombre de pièces de quartz, montées côte-à-côte, entre deux lames d'acier, de sorte que le tout devrait vibrer en bloc quand il était excité par le circuit d'alimentation. Sous l'action de ces cristaux vibrant ainsi en sympathie, la lame du dessous est mise en mouvement à la manière d'un concertina. Ainsi une grande surface rayonnante s'ajoute à la source.

En même temps les savants de l'Amirauté Britannique se sont occupés d'un système différent, utilisant des lames de nickel très minces, accouplé à une bobine alimentée par courant alternatif, de façon que les lames se mettent toutes en mouvement magnétostrictif.

Si les dimensions des lames sont convenablement choisies, et un tel système est immergé dans l'eau au foyer d'une trompe en métal, celle-ci irradie effectivement de son ouverture qui peut avoir un diamètre de 50 cm. À une fréquence d'environ 30.000 c/s le rayonnement de l'ouverture se fait donc sous forme d'un faisceau (fig. 1).

Il est bien connu que les deux types, quartz piézo-electrique et nickel magnétostrictif ont été très en vogue pour la détection des sous-marins pendant les guerres passées.

Quoique le radar se soit développé plus tard avec une technique dérivée en partie de celles-ci, le radar ne se prête pas au service sous le mer, parce que les ondes électromagnétiques sont fortement amorties dans l'eau et ne peuvent pas y pénétrer quand elles viennent de l'air.

Une idée semblable à celle de la détection des obstacles sous-marins est l'application des ultrasons à révéler l'existence de discontinuités dans une structure en métal ou en béton sous forme de brèches cachées ou de laminares imparfaits. Dans le système Hughes un train d'ondes est lancé au moyen d'un quartz «soulé» émetteur et la forme de l'onde en revenant est reçue par un autre quartz et tracée sur l'écran d'un oscillographe à rayons cathodiques.

Le quartz émetteur envoie à 45° un faisceau sur la surface supérieure d'une structure.

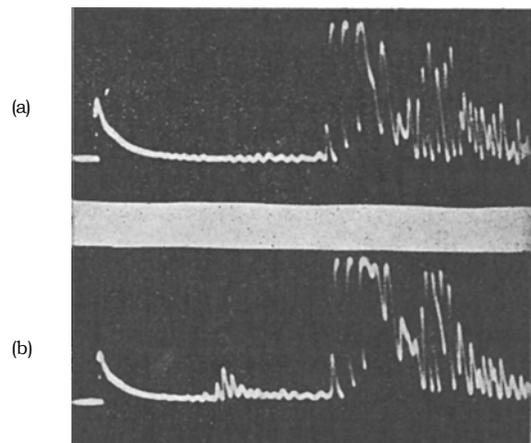


Fig. 2

Ainsi le récepteur reçoit les échos revenant de la surface inférieure et des brèches quelconques ou globules de gaz occlus dans la structure. Tandis que les grosses fissures se révèlent plus certainement aux rayons X, les ultrasons conviennent pour découvrir les tâches minuscules, car ils ne demandent

qu'une brèche très légère dans la continuité pour provoquer un écho défini.

Le lancement du court train des ondes est marqué le premier sur l'écran par la tâche électronique qui balaye celui-ci; plus tard arrivent les échos revenant au récepteur qui donnent aussi des marques sur l'écran. Des traces typiques (fig. 2) montrent (a) un lingot sans brèches, (b) un lingot avec des petits trous, révélés par des échos arrivant avant celui qui provient de la surface inférieure. Dans des plaques laminées en acier soudées ensemble on remarque aussi des échos provenant d'une mauvaise liaison entre les plaques, mais ceux-ci manquent en cas d'une bonne liaison. À une plus grande échelle, cette méthode des impulsions sert à étalonner l'épaisseur de pierres plates en béton (construction des trottoirs, archéologie, etc.) et en bois



Fig. 3 (a)

dur, et aussi pour révéler les noeuds dans le bois. Un émetteur et récepteur d'impulsions ultrasonores portatif sert aussi aux aveugles pour découvrir des obstacles dans leur che-

min et on propose le même système pour la circulation des véhicules dans le brouillard.

Je passe maintenant aux méthodes dans lesquelles on se sert de l'intensité de l'énergie pour pulvériser la matière homogène en par-

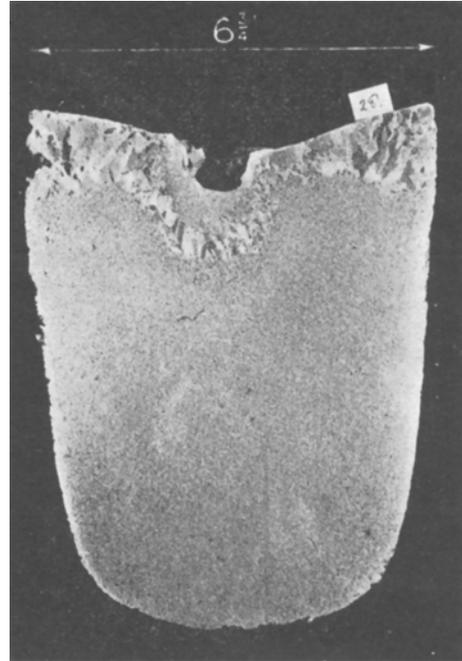


Fig. 3 (b)

ticules moindres ou pour recombinaison celles-ci en une masse; et aussi pour séparer deux constituants. Car la grande énergie est utile soit pour détruire soit pour construire.

Dans les solides, l'application la plus intéressante est l'affinage des grains qui se forment dans l'aluminium ou dans le magnésium cristallisant quand ces métaux passent de l'état fondu à l'état solide. Je montre deux sections des crues de l'aluminium, (a) avec les crystalites irréguliers caractéristiques du fondu naturel, (b) avec les crystalites plus minces et réguliers provoqués (fig. 3) par rayonnement ultrasonore du moule pendant le refroidissement.

Les globules de gaz occlus parfois lors de la fonte peuvent être chassés par le rayonnement. Ces deux raffinements dans le fondu, cristallisation régulière et absence de gaz occlus rendent le lingot plus dur et fort.

Le traitement peut être appliqué au moyen de l'action simultanée de deux potentiels sur la self du fourneau à induction, si c'est le procès employé pour la fusion.

L'action de pulvérisation sur les solides se manifeste dans l'emploi des ultrasons pour déplacer ou prévenir une couche oxydique pendant la fusion ou pendant la soudure — et, de même, dans des industries très différentes de celle-ci — pour nettoyer les linges pendant le lavage dans les lavanderies et pour nettoyer la bouillie, en forme de suspension

lieu à de grands forces qui favorisent les effets signalés.

Beaucoup de problèmes touchant les moteurs Diesel et les émulsions concernent la rupture de jets liquides. Quand un jet s'échappe d'un robinet dans l'atmosphère, il se dissout en gouttelettes. Cette disruption résulte de l'action de l'inertie et de la tension superficielle engendrant des oscillations symétriques par rapport à l'axe du jet, qui enfin donnent leur forme aux gouttelettes. Parfois le jet devient sinusoïdal et la résis-

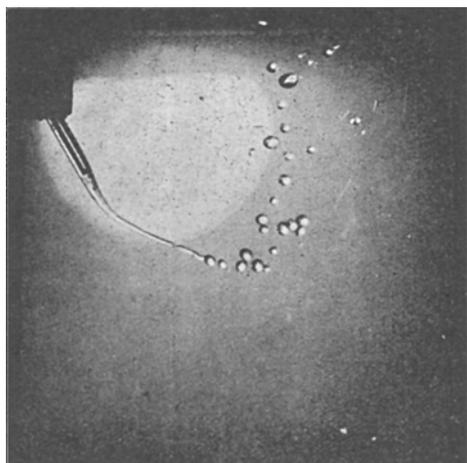


Fig. 4 (a)

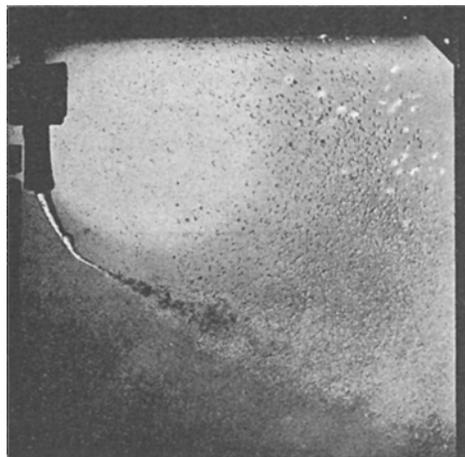


Fig. 4 (b)

dans l'eau, avant qu'on la roule en papier, dans l'industrie du papier.

On a bien trouvé que les grandes accélérations, montant à 60.000 fois celle de la gravitation, dans les liquides donnent le moyen de catalyser un nombre de réactions qui demandent de grandes vitesses ou pressions, telles qu'on produit d'habitude dans l'ultracentrifugation, par exemple. La formation d'émulsions ou la dispersion d'un sédiment dans un liquide est ainsi provoquée. Quelques fois, ces effets ont leur origine dans la turbulence engendrée dans le liquide, mais un autre phénomène survient, c'est-à-dire, la cavitation, quand les pressions sont si basses qu'un vide se produit, ou, au moins, une cavité saturée par la vapeur du liquide. La disparition de ces cavités, après quelques secondes, donne

tance de l'air aux crêtes de cette perturbation force le jet à éclater en pièces. On peut étudier aussi, au point de vue des émulsions, la fragmentation d'un liquide entrant dans un autre, par exemple, l'huile dans l'eau. Le figure montre, par exemple, un jet d'huile débouchant à petite vitesse dans un vase d'eau. En utilisant les ultrasons, on provoque une dispersion plus affinée — gouttelettes minces — et régulière (Fig. 4).

On peut citer des actions des ultrasons du même genre en biologie, où l'action de la grande accélération se manifeste par la rupture de la structure cellulaire des organismes. Dans une culture liquide la principale partie de l'action peut être attribuée à la formation de cavités dans lesquelles les parois des cellules s'efforcent de s'étendre. Les chimistes bri-

sent les molécules en chaînes, de la même façon et rapportent des effets catalytiques sur quelques reations.

Dans cette note je n'ai cité que quelques applications des ultrasons qui sont bien assurées. Je crois que nous allons en en-

tendre parler de beaucoup d'autres à l'avenir.

E. G. RICHARDSON  
 PROF. CATED. DE FÍSICA  
 KING'S COLLEGE  
 UNIVERSITY OF DURHAM  
 NEW CASTLE UPON TYNE  
 ENGLAND

## 10. SECÇÃO LIVRE

### OS PROBLEMAS DA SISMOLOGIA

#### 1. Finalidade dos estudos Sismológicos

A Sismologia pode ser definida como sendo a ciência que se ocupa dos movimentos naturais do solo e das causas que os originam.

Os movimentos do solo podem classificar-se em duas categorias, a primeira reservada aos chamados *sismos*, e a segunda aos *microsismos*.

Os sismos são movimentos que irradiam dum foco situado no interior da Terra. Este foco ocupa umas dimensões suficientemente pequenas para que os movimentos registados à superfície da Terra pareçam provir dum simples ponto; e situa-se a uma profundidade pequena comparada com o raio terrestre.

A projecção ortogonal do foco sobre a superfície da terra é um ponto chamado epicentro. A posição do foco no espaço fica determinada por meio de três coordenadas; é costume escolher como tais, a latitude e a longitude do epicentro e a profundidade do foco.

Os microsismos são movimentos não ligados a focos pontuais. A sua amplitude é ordinariamente pequena, embora durante o ciclone de Fevereiro de 1941 tivesse atingido em Lisboa cerca de 10 mm. Ao contrário dos sismos, os microsismos são destituídos de alterações bruscas do regime de movimento, isto é, não apresentam *fases*. As suas causas são muito diversas; o vento, por exemplo, exercendo sobre as edificações forças proporcionais ao quadrado da velocidade, faz mover o solo em Lisboa com amplitudes que crescem

rapidamente com a velocidade e que já se notam nos registos quando o vento atinge 18 m/seg. Actualmente estão merecendo muita atenção os microsismos produzidos pelos núcleos de baixa pressão.

#### 2. O estudo dos sismos.

Quando se produz um sismo, os movimentos de que se anima um ponto qualquer da superfície da Terra são devidos aos fenómenos produzidos no foco e à estrutura do Globo.

Em tempos, os sismos foram classificados como 1) Tremores devidos ao abatimento de cavidades; 2) Tremores devidos à acção de vulcões; e 3) Sismos tectónicos. Actualmente ninguém se costuma referir á primeira categoria. Os sismos tectónicos constituem a imensa maioria e englobam os maiores de todos.

A concepção actualmente predominante, quanto aos fenómenos produzidos no foco, consiste em admitir que a deformação da matéria vai aumentando progressivamente na região focal até que, por fim, se atinge a rotura, restabelecendo-se o equilíbrio elástico por escorregamento de massas ao longo duma superfície de fractura.

Já hoje existe evidência de que, com a única excepção de abalos vulcânicos relativamente superficiais, as coisas se passam assim no caso de todos os abalos, incluindo os de foco profundo.

O movimento não fica, porém, circunscrito