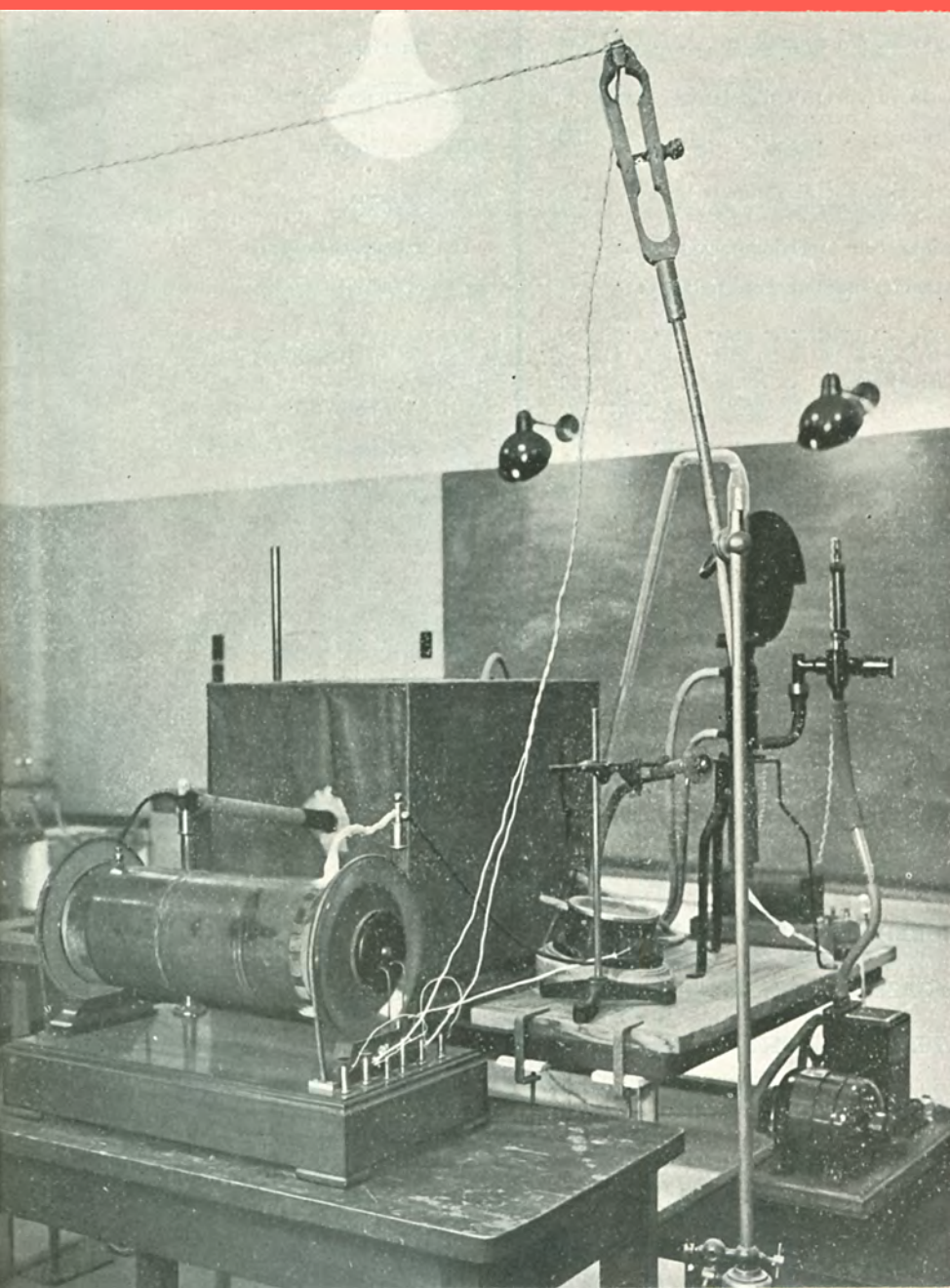


GAZETA DE FISICA

REVISTA DOS ESTUDANTES DE FÍSICA
E DOS FÍSICOS E TÉCNICO-FÍSICOS PORTUGUESES



VOL. II, FASC. 6
ABRIL, 1951

Fotografia de uma das primeiras instalações de raios X montada no Laboratório de Física da Faculdade de Ciências de Lisboa, para investigação científica.

GAZETA DE FÍSICA

Vol. II, Fasc. 6

Abril de 1951

SUMÁRIO

Professor Blás Cabrera	149
Blás Cabrera, por <i>C. Kurylenko</i>	150
Biografia de Blás Cabrera, por <i>M. Martínez Risco</i>	150
Groupe $(\text{SiO}_4)^{-4}$ des silicates et spectres d'émission des rayons X, por <i>C. Kurylenko</i>	153
Las imperfecciones en los Cristales, por <i>N. Cabrera</i>	155
Nuevo método para determinar con precision masas atómicas, aplicable a sustancias puras cristalizadas, por <i>T. Batuecas</i>	158
Exames do ensino médio (Física).	162
Exames universitários (Física)	164
Exames de ensino médio (Química)	165
Exames universitários (Química)	167
Informações várias	167

A matéria de cada artigo é tratada sob a inteira responsabilidade do autor.

SECÇÕES

1. TRIBUNA DA FÍSICA
2. QUESTÕES DE ENSINO
3. PONTOS DE EXAMES
4. DIVULGAÇÃO E VULGARIZAÇÃO
5. PROBLEMAS DE INVESTIGAÇÃO
6. ELECTRÓNICA
7. FÍSICA NUCLEAR
8. BIOFÍSICA
9. A FÍSICA NA INDÚSTRIA
10. SECÇÃO LIVRE
11. QUÍMICA
12. INFORMAÇÕES VÁRIAS

DIRECÇÃO

Jaime Xavier de Brito
Rómulo de Carvalho
Armando Gibert
Lídia Salgueiro

TESOUREIRO

José V. Gomes Ferreira

SECRETÁRIOS

Maria Augusta Pérez Fernández
Ramiro Libano Monteiro

PROPRIEDADE E EDIÇÃO: *Gazeta de Matemática, Lda.*

Correspondência dirigida a GAZETA DE FÍSICA — Lab. de Física — F. C. L. — R. da Escola Politécnica — LISBOA

NÚMERO AVULSO ESC. 12\$50 — Assinatura: 4 números (1 ano) Esc. 40\$00

Depositário • LIVRARIA ESCOLAR EDITORA — Rua da Escola Politécnica, 68-72 — Tel. 6 4040 LISBOA

Tipografia Matemática, Lda.— Rua Almirante Barroso 20 r/c — Lisboa-N.

GAZETA DE FÍSICA

Fundador: ARMANDO GIBERT

Direcção: J. Xavier de Brito — Rómulo de Carvalho — Armando Gibert — Lídia Salgueiro

Vol. II, Fasc. 6

Abril de 1951

PROFESSOR BLÁS CABRERA

A obra científica que o Prof. Blás Cabrera deixou é de molde a justificar a merecida homenagem que a «Gazeta de Física» lhe presta neste número. Deram-nos a honra da sua colaboração alguns físicos que foram seus distintos discípulos, o que penhoradamente agradecemos. Blás Cabrera estudou em Madrid e foi professor da respectiva Faculdade de Ciências. Por indicação de Ramon y Cajal, como bolseiro da Junta para Ampliação de Estudos, estudou com o professor Weiss, grande mestre do magnetismo. Regressando a Madrid e utilizando os conhecimentos adquiridos montou um laboratório dedicado aos estudos sobre o magnetismo que lhe deram fama mundial: as suas determinações sobre os momentos magnéticos foram adoptadas em todo o mundo sendo-lhe solicitadas determinações, como no caso das terras raras, pelo que o laboratório ficou possuindo a colecção mais completa de terras raras puras. A fama das suas medidas levou a Fundação Rockefeller a construir em Madrid um edifício, para o qual contribuiu com 400 000 dolares que depois tomou o nome de Instituto de Física e Química que Cabrera dirigiu. Foi durante alguns anos presidente da Academia de Ciências de Madrid e pode considerar-se como tendo sido o implantador em Espanha dos estudos de Física Experimental. Tais são, em breves linhas, os tópicos de um labor ao serviço da Ciência e para glória da sua terra-mãe; por eles se aquilata a justiça da homenagem que lhe prestamos.

A DIRECÇÃO

BLÁS CABRERA

Le 2 septembre 1945, j'apprenais que le professeur Blas Cabrera venait de mourir en exil, au Mexique... La science espagnole perd, en lui, un homme dont l'horizon scientifique était très vaste. En effet, la question de la constitution intime de l'atome, surtout dans le cas des «terres rares», n'offrait pas d'énigmes pour lui, puisqu'il avait su donner le mode de répartition des électrons autour de chaque noyau de ces «terres rares» pour lesquelles les savants éprouvent les plus grandes difficultés au point de vue chimique.

Le magnétisme n'avait pas, non plus, de secret pour lui. Il dirigeait à l'Institut de «Física y Química» à Madrid un important et très moderne laboratoire de magnétisme.

Les questions délicates des rayons X, soit du point de vue de la structure de la matière, soit de l'absorption de ces mêmes rayons par la matière, lui étaient familières.

Il s'intéressait non seulement aux branches scientifiques mentionnées ci-dessus, mais, en général, au progrès de la Science. Grâce à lui, l'Institut de «Física y Química» invitait les savants les plus avertis, qui y exposaient leur doctrine ou leurs travaux, de sorte que la «Junta de relaciones culturales» qu'il présidait n'était pas un vain mot. On aurait dit qu'il désirait enrichir l'âme des jeunes cher-

cheurs espagnols avant que la tempête ne les dispersât aux quatre coins du monde...

C'était un homme affable, modeste, très patient, surtout dans le domaine des recherches parfois confuses et longues.

Pendant l'exil, il se penchait sur les déshérités, les encourageait et sans cesse plaidait leur cause auprès des savants français. Il avait mis ses relations scientifiques au profit de ses compatriotes malheureux.

Par ses qualités morales, il paraissait pour beaucoup «démodé». Ce qui était remarquable chez lui, c'est qu'il professait les principes des plus grands savants russes: Mendelèiev, Metschnikov et d'autres; à savoir: *Un savant ne doit point éblouir les hommes, mais les éclairer comme le soleil et être à leur service.*

Aujourd'hui, l'univers retrouve la paix..., mais le professeur Blas Cabrera n'est plus là. Il repose en exil, dans une terre lointaine, après avoir rendu de grands services à son pays.

...Est-ce le signe du temps?...

Par ces quelques lignes, j'ai voulu rendre un suprême hommage à mon maître, puisque je n'ai pu lui dire le *dernier adieu*.

CONSTANTIN KURYLENKO

Docteur es-Sciences physiques,

Chargé de Recherches

au Laboratoire de Minéralogie de la Sorbonne

Biografía de Blás Cabrera

Sin la pretensión de hacer la biografía completa d'esta eminente figura científica española, dedicaremos este artículo a rendir el homenaje que merece una vida intensa y fecunda, integralmente consagrada al cultivo de la ciencia y a la reforma de los métodos de enseñanza y de la investigación experimental empleados en España.

Ocuparía varias páginas de esta revista la simple relación de los trabajos originales de Dr. Blas Cabrera, publicados en numerosas revistas de Física españolas y extranjeras. Cabría citar, entre estas últimas, las más importantes de Francia y algunas de las principales de Alemania, Inglaterra, Suiza, Holanda y América. Colaboró, además, en

congresos e reuniones científicas internacionales a que frecuentemente asistía como representante de España, y dió cursos y conferencias en Universidades e Instituciones de diversas capitales como, por ejemplo: Paris (en diferentes años), Buenos Aires (1920), Munich (1924), Méjico (1926).

Su labor de investigación se extendió a diversos temas en el campo de Física y de la Físico-química; pero puede afirmarse que sus estudios experimentales acerca del magnetismo de los átomos, especialidad en que se había iniciado al lado de su maestro el Prof. Weiss, de Zurich, fueron los que le dieron crédito y renombre, llevándole a ocupar puestos honrosísimos, como los siguientes:

Académico correspondiente de la «Académie des Sciences de Paris», nombrado en 1928 para ocupar la vacante producida por el fallecimiento del sabio Swante Arrhenius, autor de la teoría de la disociación electrolítica.

Miembro del. «Comité International des Poids et Mesures» designado como representante de España en la vacante de otro sabio español: Dr. Leonardo Torres Quevedo. Elegido dos años después secretario de dicho organismo, desempeñó ininterrumpidamente este puesto hasta el momento en que, presentó la dimisión de ambos cargos. Es digno de hacer resaltar que el Comité Internacional, rindiendo tributo a los méritos del Prof. Cabrera, se negó entonces a admitir en su seno a nadie que viniera a reemplazarle.

Fué miembro también del «Conseil Solvay de Physique», prestigiosa corporación formada de diez o doce personalidades de todas las naciones, y que tiene por finalidad principal el preparar y convocar una conferencia que se celebra de tiempo en tiempo y a la que asisten, previamente invitados, los físicos más eminentes del mundo.

Recorcaré, por último, que era vocal del Instituto de Cooperación Intelectual de la Sociedad de Naciones y miembro honorario de la «Société Française d'Electriciens».

*

*

*

Quisiéramos haber logrado reflejar en las líneas que anteceden lo que fué en el aspecto internacional la labor de nuestro sabio compatriota. Empresa aún más difícil es dar una idea de su actividad y sus esfuerzos por renovar el ambiente científico y universitario español.

En los primeros años del siglo actual teve la suerte de asistir, como mis condiscípulos de aquella época, a un momento interesantísimo de transformación de la Facultad de Ciencias de Madrid, en la que acababan de ingresar dos nuevos profesores. Era uno de ellos Don José Echegaray, el cual, a sus setenta y tantos años, pero lleno de brio, abandonaba definitivamente sus actividades literarias, reintegrándose a la labor matemática y científica que había constituido la ilusión de su juventud, desviada hacia el teatro y la política Don José explicaba por entonces en la cátedra de Física matemática, creada para él en el Doctorado, el primero de sus tres cursos sobre la teoría de la elasticidad, haciendo gala del espíritu crítico que le permitía su preclara inteligencia. El otro nuevo profesor, de 27 años, era Don Blas Cabrera, que llegaba a la Universidad imbuido en un afán de renovación que hacía que sus alumnos, un tanto alarmados, le considerásemos como un acentuado vanguardista. Su cátedra era la de Electricidad y Magnetismo; peso se asoció a Echegaray para colaborar en la cátedra de Física matemática, explicando un curso sobre la teoría electromagnética de la luz, mientras Dr. José continuaba la exposición y análisis de las teorías mecánicas. Bien puede decirse que estábamos en la línea divisoria entre dos épocas de la Física española.

Dr. Blas Cabrera perseguía un ideal: el renovar los métodos de trabajo experimental, orientándolas hacia el estudio sistemático de los fenómenos y problemas físicos de actualidad. Con admirable optimismo, inicia su campaña, en la que nunca cejó, en pero del mejoramiento de los laboratorios y de la

adquisición del costoso instrumental moderno que requieren los trabajos especializados de investigación. Había fracasado acaso en esta lucha sin el resultado apoyo de la Junta para Aplicación de Estudios, bajo cuyos auspicios pudo fundar el Laboratório de Investigaciones Físicas, que tanta infancia estaba llamado a ejercer en el desarrollo en nuestro país de esta rama especial de la cultura. Fué en este Laboratório donde se formaron, bajo la dirección de Cabrera, muchos de nuestros mejores técnicos. Citaré solamente algunos nombres: el profesor Arturo Duperier, desterrado en Londres, donde prosigue con éroito sus investigaciones experimentales acerca de los rayos cósmicos; el profesor Miguel Catalán, especializado en el estudio de las series espectrales, y el professor Julio Palacios, que trabaja en la aplicación de los rayos X a problemas de estrutura de la materia. El profesor Enrique Moles tuvo a su cargo la sección de Química-física de dicho Laboratorio de Investigaciones, en el que a un vez formó una pléyade de discípulos, y quien estas líneas escribe estuvo también al foente de otra de los secciones de trabajo.

Para tener una idea concreta y objetiva del éxito alcanzado por el esfuerzo conjunto de Cabrera y sus colaboradores, bastaría revisar la colección de los Anales de la Sociedad Española de Física y Química, desde 1908, por ejemplo, hasta 1936. No exageraríamos, ni mucho menos, al decir que en veinticinco años se compensó, en estas materias, más de uu signo de retraso; progresso excepcional al que coadyuvó la Junta para Amplicación de Estudios con la concesión de pensiones al extranjero.

No se hizo esperar la recompensa a tantos desvelos, pues la Institución Rockefeller, impresionada por la calidad y número de los trabajos publicados por españoles en revistas científicas de diversas naciones, concedió ampliamente los recursos económicos necesarios para construir de nueva planta, en Madrid, un magnifico laboratório que viniera a reemplazar al modesto y ya viejo Laboratorio de Investigaciones Físicas. Zal es el

origen del Instituto Nacional de Física y Química que Dr. Blas Cabrera dirigia y que honra a España por su organización y por la perfección de sus modernísima instalaciones de trabajo.

Pocos datos más, que completen el rápido bosquejo de la obra de nuestro compatriota. En el aspecto profesional y técnico. nus trabajos están citados, a partir de 1925, en la inmensa mayoría de los libros dedicados al estudio de magnetismo. Como profesor de verdadera vocación, siempre procuró que su labor pedagógica abascase un campo más amplio que el estrictamente universitario, y para ello daba cursos y conferencias en el Ateneo de Madrid, en la Residencia de Estudiantes y otros centros de cultura; escribía artículos de información y crítica, como los que aparecieron en la Revista de Occidente, y publicaba libros sobre cuestiones científicas de actualidad, titulados: «¿ Qué es la electricidad ?», «El átomo», »La teoria de la relatividad».

Justo es decir que España supo hacer justicia a sus méritos, elevándole a puestos tan destacados como el de rector de las Universidades de Madrid y Santander, y el de presidente de la Academia de Ciencias. Fué, además, académico de la Academia Española, presidente de la Sociedade Española de Física y Química, del Canal de Experiencias Hidrodinámicas del Pardo y secretario del Instituto de Ciencias Físico-naturales.

Gran español, Dr. Blas Cabrera ha muerto desterrado de la patria, a la que prestó tan inestimables servicios. La Universidad de Méjico le acogió, en 1941, con los máximos honores, y gracias a este amparo, a la ayuda de la Institución Rockefeller y al apoyo que le prestó la Escuela Normal Superior de Sèvres (Paris), Dr. Blas Cabrera pudo disponer siempre, durante dos años de la emigración, de un laboratório personal y del material científico indispensable para quedase truncada su vida de trabajo.

MANUEL MARTINES RISCO
Ex-catedrático do la Universidad de Madrid
Maitre de recherches du C. N. R. S. Paris

Groupe $(\text{SiO}_4)^{-4}$ des silicates et spectres d'émission des rayons X

1. Le milieu cristallin ⁽¹⁾, assemblage de particules matérielles, peut être construit en répétant indéfiniment une particule matérielle au moyen d'un groupe de translation $h\mathbf{a} + j\mathbf{b} + k\mathbf{c}$, (ou h, j, k sont des entiers). En admettant que la cohésion cristalline (résultat d'une attraction mutuelle entre les particules) décroît très vite quand la distance augmente, on est conduit à penser que cette cohésion doit être *maximum* à l'intérieur des plans de grande densité réticulaire, *minimum* dans les directions perpendiculaires à ces plans.

Il serait donc intéressant d'examiner ces *considérations géométriques* des cristallographes par une méthode physique (par exemple l'émission de R. X.) appliquée à une «particule» telle que le groupe $(\text{SiO}_4)^{-4}$ des silicates.

2. En effet, la *charpente* de ces groupes tétraédriques forme une sorte de squelette sur lequel le motif cristallin est construit.

D'ailleurs, les liaisons entre ces groupes tétraédriques (SiO_4) sont les plus résistantes et déterminent le type de leur structure indiqué dans le tableau 1 (fig. 1).

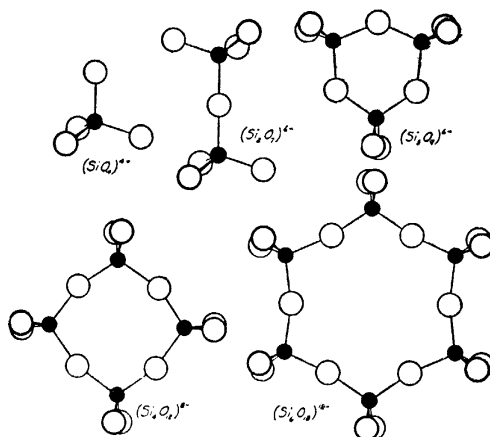


Fig. 1

Il faut donc rechercher ⁽²⁾ comment se manifeste l'influence du «mode d'enchaîne-

TABEAU 1
(Selon V. M. Goldschmidt)

Proportions Si : O	Nature de l'anion	Charges		Exemples	
		de l'anion	par atome de Si	Formules	Minéraux
1 : 4	(SiO ₄) tétraèdre	— 4	— 4	Mg ₂ SiO ₄	Forstérite
2 : 7	(SiO ₇) double-	— 6	— 3	Sc ₂ Si ₂ O ₇	Thortvéite
1 : 3	(Si ₃ O ₉) anneau	— 6	— 2	BaTiSi ₃ O ₉	Bénétoïte
1 : 3	(Si ₆ O ₁₈) anneau	— 12	— 2	Be ₃ Al ₂ Si ₆ O ₁₈	Béryl
1 : 3	(SiO ₃) _n chaîne rangée simple	— 2n	— 2	CaMg(SiO ₃) ₂	Diopside
4 : 11	(Si ₄ O ₁₁) _n rangée double	— 6n	— 1,5	CaMg ₄ (Si ₄ O ₁₁)Mg(OH) ₂	(Pyroxènes) Trémolite
2 : 5	(Si ₂ O ₅) _n feuillet	— 2n	— 1	Mg ₂ (Si ₂ O ₅)Mg(OH) ₂	Talc
2 : 5	(Si ₂ O ₅) _n	— 2n	— 1	KF · Ca ₄ (Si ₂ O ₅) · 8H ₂ O	Apophyllite
1 : 2	(SiO ₂) _n	O	O	SiO ₂	Quartz

⁽¹⁾ Ch. Mauguin. La structure des cristaux. pp. 80-90. (1924). Paris.

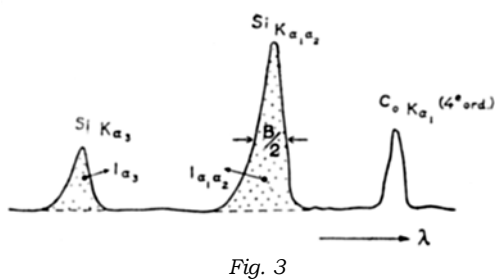
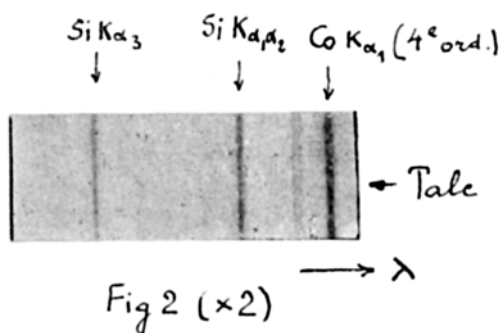
⁽²⁾ C. Kurylenko. Analyse de «la Vie» des silicates aux R. X. Géol. För. Förhand. **72**, 75 (1950).

ment» des groupes (SiO₄) Sur les niveaux énergétiques de l'atome du silicium engagé dans ces groupes.

3. Effectivement, l'étude des spectres d'émission (ou d'absorption) des R. X. permet de définir l'état énergétique des niveaux du silicium, renfermé dans les groupes mentionnés ci-dessus, grâce aux raies K_{a1a2}. (doublet) et K_{a3} du silicium.

En outre, on remarque que chaque raie d'émission est caractérisée par trois éléments:

- 1) la longueur d'onde) exprimée en U. X.
- 2) l'intensité I caractérisée par une aire de surface;
- 3) la demi-largeur B/2 de la raie émise (fig. 2 et 3).



Signalons que si un électron extérieur vient prendre la place d'un électron d'un niveau plus profond, il y a émission d'une raie (par exemple K_{a1a2} ou K_{a3}, etc...). Désignons par *p* la probabilité de passage d'un électron d'un niveau extérieur au niveau inférieur.

Pour obtenir l'intensité *I* de la raie, il faut multiplier cette probabilité *p* par le nombre *N(E)* d'électrons extérieurs, ayant l'énergie nécessaire (*E*) pour que le quantum d'une

certaine fréquence soit émis. Avec une assez bonne approximation on admet que:

$$I \sim N(E) \cdot p(E).$$

En outre, la largeur ⁽¹⁾ (ou la demi-largeur *B/2*) d'une raie d'émission des rayons X peut être définie par:

$$B \sim \sum_{i>k} p_{ik}$$

où $\sum p_{ik}$ est la somme de probabilité de passage de l'électron des niveaux extérieurs *i*=(*L*₁, *L*_π, ...) au niveau *k*(=*K*). Le tableau 2 indique ces éléments caractéristiques pour les groupes signalés plus haut.

4. En examinant le tableau 2, on constate que le passage du groupement (SiO₄) au groupe (Si₂O₇) et aux anneaux (Si₃O₉) et (Si₆O₁₈) s'effectue avec une diminution d'énergie variant de -0,37 eV. à -0,64 eV. Par contre la formation des chaînes (rangées simples et rangées doubles) accuse un accroissement de l'énergie de l'ordre de 13 eV.; le feuillet (talc) indique aussi la valeur positive

TABLEAU 2

Minéral	En électronvolts. *)		Demi-largeur en eV		Rapports I _{a1a2} :I _{a3}
	K _{a1a2}	K _{a3}	K _{a1a2}	K _{a3}	
Zircon	1744,14	1755,53	1,70	1,00	3,30:1
Hémimorphite	1743,39	1755,65	1,14	0,95	1,70:1
Bénétoïte	1743,49	1755,54	1,00	0,75	1,50:1
Béryl	1743,66	1756,05	1,40	1,20	3,30:1
Diopside	1744,15	1756,98	1,10	0,90	4,00:1
Trémolite	1744,77	1756,95	1,35	0,95	2,60:1
Talc	1744,97	1757,61	1,70	0,90	3,50:1
Quartz	1743,90	1755,37	1,12	1,00	1,85:1

$$*) V(eV) = \frac{12395}{\lambda \text{ \AA}}$$

de l'ordre de 13,6 eV. Le quartz (SiO₂)_n se place à part: il accuse une légère décroissance de l'ordre de -0,1 eV.

Quant à l'intensité des raies d'émission, on remarque que les plus fortes intensités appar-

(1) V. Weisskopf Z. f. Physik 85, 451-81 (1933).

tiennent aux tétraèdres isolés (zircon), aux anneaux (Si_6O_{18}) et aux chaînes (rangées doubles et rangées simples). Par contre les tétraèdres doubles (Si_2O_7), les anneaux (Si_3O_9) et (SiO_2), n'offrent que des valeurs deux fois moindres.

Cette étude préliminaire indique que l'état

énergétique des électrons K du silicium ainsi que la probabilité de leur passage dans des groupes $(\text{SiO}_4)^{-4}$ dépendent du *mode d'enchaînement* de ces groupes et des *forces électrostatiques* qui y régissent.

CONSTANTIN KURYLENKO

2 Mai 1950.

Laboratoire de Minéralogie da la Sorbonne.

Las imperfecciones en los Cristales

Al saber que la *Gazeta de Física* se proponía dedicar uno de sus números a la memoria de mi padre, me he apresurado a aportar mi contribución, sobre todo con el propósito de expresar mi más sincero agradecimiento al grupo de físicos portugueses, creadores de esta revista tan interesante, por su iniciativa que permite realizar un homenaje que no se le ha hecho en su propio país.

Los acontecimientos no me permitieron de colaborar con mi padre en el campo de su actividad fundamental: el Magnetismo; deo pues a otros, que lo conocieron mejor el hacer un resumen de su actividad científica. Podría decir mucho sobre su carácter, su bondad y su entusiasmo por las grandes ideas; pero prefiero no tocar tampoco este tema que me sería difícil tratar con suficiente objetividad. Mi propósito es resumir en este artículo algunos resultados recientes de la teoría del sólido cristalino, que han permitido comprender una serie de fenómenos inexplicados, debidos al papel fundamental desempeñado por las imperfecciones existentes en todo cristal. Los resultados que voy a resumir son, en gran parte, debidos al Departamento de Física de la Universidad de Bristol, Inglaterra, dirigido por el Profesor N. F. Mott, a cuya acogida durante dos años debo el haber aportado mi contribución a estos trabajos.

La teoría del estado sólido se basó inicialmente en el modelo de un cristal *perfecto*, en el cual los átomos o moléculas forman una

red geoméricamente perfecta que se extiende a todo el volumen del sólido. Basándose en las propiedades de cada átomo y en las leyes de interacción entre ellos, se han podido explicar multitud de fenómenos que no dependen más que de la estructura del cristal en el alrededor inmediato de cada átomo. Incluso algunas veces, el estudio de las propiedades del sólido, por ejemplo sus propiedades magnéticas, permitieron esclarecer la estructura de los átomos o moléculas que lo componen.

Sin embargo, una proporción importante de las propiedades del estado sólido no han podido explicarse sobre la base de un cristal perfecto; como ya he dicho, mi propósito en este corto artículo es resumir brevemente los casos más importantes.

El primer ejemplo es el fenómeno de la *fusión*. La fusión es todavía uno de los problemas más difíciles de la Física. Sabido es que la estructura de un líquido se puede interpretar como un cristal completamente dislocado, en el sentido que alrededor de cada átomo la regularidad del edificio cristalino disminuye rápidamente a medida que nos alejamos de él. Por otro lado, se cree hoy que el sólido cristalino no puede guardar una perfección absoluta hasta la temperatura de fusión, por el contrario el cristal debe perder gradualmente su regularidad mucho antes de que ocurra la fusión verdadera, mediante la aparición en su seno de *imperfecciones*. El desarrollo de esta teoría de la fusión necesita previamente un conocimiento más profundo

de la naturaleza de estas imperfecciones, conocimiento al cual se llega mediante el estudio de otras propiedades.

El primer tipo de imperfección, previsto teóricamente por Frenkel y Schottky, es la presencia en la red cristalina de «posiciones vacantes», no ocupadas por los átomos correspondientes. La concentración de estas posiciones vacantes es del mismo orden de magnitud que la concentración de las moléculas del vapor en equilibrio con el sólido; a la temperatura de fusión la proporción de «posiciones vacantes» es, a lo más, del orden de 1 %. El papel desempeñado por estas imperfecciones en las propiedades de los sólidos iónicos es fundamental; un estudio muy completo de estos problemas se encuentra en el libro de N. F. Mott y R. W. Gurney: *Electronic Processes in Ionic Crystals*, Oxford, 2nd, edition. En lo que respecta a los metales, y aún cuando las pruebas de la existencia de las posiciones vacantes no son tan numerosas como en el caso de los cristales iónicos, parecen también desempeñar un papel muy importante en muchos fenómenos; en particular permiten dar una explicación muy satisfactoria de la auto-difusión en los metales, gracias a su movilidad tanto mayor cuanto más elevada es la temperatura.

Otro tipo de imperfección cristalina, introducido más recientemente, por G. I. Taylor, E. Orowan y J. M. Burgers, son las *dislocaciones*. Una dislocación representa una discontinuidad lineal en el seno del cristal; existen dos tipos fundamentales de dislocaciones, dislocaciones de arista y dislocaciones en hélice. El primer tipo desempeña un papel fundamental en las propiedades mecánicas de los sólidos, el segundo en la explicación del crecimiento de los cristales. Pero antes de describir con más detalle estos nuevos tipos de imperfecciones cristalinas, indiquemos como un cristal perfecto no podría tener ni las propiedades mecánicas ni las leyes de crecimiento que se observan en los cristales reales.

Supongamos un cristal perfecto al cual se aplica un esfuerzo tagencial, paralelo a uno de sus planos reticulares. Bajo la acción de

este esfuerzo los planos reticulares atómicos tenderán a resbalar uno sobre otro. Mientras el desplazamiento obtenido entre dos planos superpuestos sea inferior a la mitad de la distancia entreatómica a , los dos planos tenderán a ocupar las posiciones iniciales cuando se suprime la fuerza exterior; en estas condiciones el sólido se comporta como un cuerpo elástico. Por el contrario, si el esfuerzo aplicado es tal que el desplazamiento es superior a $a/2$, entonces los dos planos tenderán a ocupar una nueva posición de equilibrio, desplazada con respecto a la posición inicial de la distancia a . Es decir cuando el esfuerzo es superior a un cierto valor límite, un cristal perfecto deja de ser elástico, se transforma en un cuerpo plástico. Se puede pues explicar así la existencia del límite de elasticidad de un cuerpo sólido; sin embargo, si se comparan el valor teórico de este límite elástico con los valores experimentales, se observa que el valor teórico es por lo menos cien veces mayor que el valor experimental; es decir, un cristal perfecto sería mucho más duro que los cristales existentes.

Otro aspecto de la Física del sólido, que ha sido objeto de mucha discusión recientemente, es la teoría del crecimiento de los cristales. Consideremos en primer lugar como se comportaría un cristal perfecto. Después de un crecimiento preliminar, el cristal quedaría limitado por superficies con una densidad molecular máxima, que son las superficies que crecen con una velocidad mínima. Las nuevas moléculas que se depositan sobre la superficie — perfectamente plana — del cristal, serán adsorbidas sobre ella con una energía muy pequeña y tenderán por tanto a escapar otra vez de la superficie. Para que una nueva capa molecular comience a formarse, es necesario que un núcleo inicial crítico de dimensiones bien definidas halla sido creado sobre la superficie del cristal. Todo núcleo de dimensiones inferiores a las críticas tenderá a desaparecer. La teoría de la nucleación, desarrollada esencialmente por Volmer, permite de calcular las dimensiones del núcleo crítico, en función del grado de sobresatura-

ción existente encima de la superficie del cristal y también la probabilidad por unidad de tiempo, para que se forme un núcleo crítico.

El resultado es que esta probabilidad es prácticamente despreciable si la sobresaturación es pequeña y aumenta muy rápidamente cuando la sobresaturación es superior a un valor crítico. Este valor crítico es del orden de 100%, es decir en el caso de un crecimiento a partir de la fase vapor, la presión del vapor debería ser el doble de la presión saturante para que un cristal perfecto pueda crecer. Por otro lado un sinnúmero de experiencias de crecimiento de cristales a partir del vapor o de una solución, prueban que los cristales más perfectos que se pueden realizar crecen sin dificultad bajo sobresaturaciones del orden de 1%, es decir 100 veces menores que el valor teórico. En realidad la situación es mucho peor que lo que indica este factor 100, pues bajo una sobresaturación de 1% la probabilidad por segundo para la iniciación de una nueva capa molecular sería, según la teoría, del orden de (10 elevado a -1000 10^{-1000})

Una vez resumidas las dificultades que encuentra una teoría basada en el modelo de un cristal perfecto, volvamos a la descripción de las dislocaciones y al estudio de las propiedades que su presencia confiere al estado sólido. En la figura 1 representamos la distri-

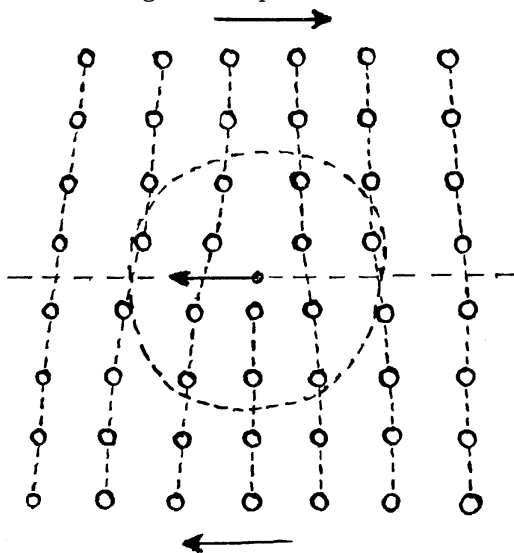


Fig. 1

bución de los átomos alrededor de una dislocación en arista; la dislocación es normal al plano de la figura. Los desplazamientos de los átomos con respecto a una red ideal se pueden calcular por medio de la teoría clásica de la Elasticidad, la deformación de la red cristalina se extiende solo a una distancia del orden de unas cuantas distancias entreatómicas. Consideremos ahora el papel desempeñado por estas dislocaciones de arista cuando sometemos el cristal a un esfuerzo tangencial, indicado sobre la fig. 1. Es evidente que la dislocación tenderá a moverse en el sentido representado en la fig., hasta que encuentre la superficie del cristal donde la dislocación desaparece dejando un cristal deformado plásticamente, los dos planos atómicos superior y inferior al plano de movimiento de la dislocación se han desplazado uno con respecto al otro, de una distancia entreatómica. El cálculo teórico permite prever que el esfuerzo necesario para que la dislocación empiece a moverse es muy pequeño. En definitiva, un cristal conteniendo una sola dislocación sería un cuerpo plástico. Naturalmente la existencia de una sola dislocación es tan improbable como la ausencia total; en realidad existe siempre un gran número de dislocaciones que ejercen entre sí interacciones que, en la ausencia de esfuerzo exterior, se equilibran. En estas condiciones, para que las dislocaciones puedan moverse es necesario un cierto esfuerzo exterior, que coincide con los valores del límite elástico experimental cuando se admite una concentración de dislocaciones del orden de 10^8 por cm^2 . Por otro lado, si las dislocaciones desaparecen cuando encuentran la superficie del cristal es necesario que se formen nuevas, de modo que la deformación pueda continuar bajo un esfuerzo constante. La solución de este problema quizás esté en el hecho de que las dislocaciones, con tal de que hayan adquirido una velocidad suficiente, no desaparecen en la superficie del cristal sino son reflejadas, esta idea ha sido desarrollada por F. C. Frank. Todos los problemas que se presentan en el estudio de las propiedades mecánicas de los

sólidos están lejos de haber sido resueltas, pero no cabe duda que su solución necesitará la utilización de la noción de dislocación.

El otro tipo fundamental de dislocación es la dislocación en hélice. En la figura 2 hemos representado el efecto producido por una dis-

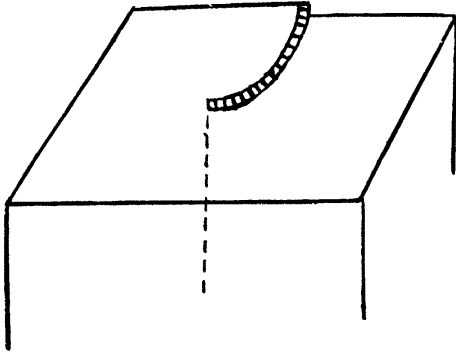


Fig. 2

locación en la superficie del cristal. La dislocación se extiende normalmente a esta superficie; todos los átomos del cristal forman parte del mismo plano reticular que se enrolla alrededor de la dislocación en forma de hélice. El resultado es que una superficie en la cual termina una de estas dislocaciones contiene un escalón monoatómico, representado en la fig. 2. Si en estas condiciones producimos una sobresaturación encima del cristal, los átomos o moléculas se depositan facil-

mente en el escalón sin necesitar la formación de un núcleo crítico independiente; además, es evidente que durante el crecimiento el escalón no desaparece, sino que continúa indefinidamente; sobre la superficie del cristal el escalón forma una espiral que durante el crecimiento, gira como un todo alrededor de la dislocación. En definitiva vemos que la presencia de dislocaciones en hélice permite el crecimiento sin dificultad de los cristales, que es lo que actualmente se observa. Es más, el aspecto que adoptan los escalones sobre la superficie de un cristal que ha crecido, ha sido observado recientemente por Griffin, mediante un microscopio óptico; la concordancia con las previsiones de la teoría es remarcable. Por otro lado, estas observaciones han permitido demostrar por la primera vez la existencia de las dislocaciones. El desarrollo de esta parte de la teoría es debido a F. C. Frank, W. K. Burton y al autor. Naturalmente muchos problemas del crecimiento de los cristales quedan todavía sin resolver, pero también es evidente que la consideración de las imperfecciones internas de los cristales formarán la base de todo desarrollo futuro.

N. CABRERA
Docteur ès Sciences
Bureau International des poids et mesures
Sèvres - France

Nuevo método para determinar con precisión masas atómicas, aplicable a sustancias puras cristalizadas

El descubrimiento por M. von Laue ⁽¹⁾, en 1912, que los rayos X dan lugar a fenómenos interferenciales con los sólidos cristalinos ha revelado ser de una transcendencia y fecundidad admirables. Y es que constituyendo la prueba crucial de las ideas sobre estructura

⁽¹⁾ En las célebres experiencias, ideadas y dirigidas por Von Laue, colaboraron asimismo, Friedrich y Knipinng, justo es recordarlo.

cristalina, imaginadas mucho antes — con visión profunda y certera — por Haüy (1781), Bravais (1850) y continuadores, nada de extraño tiene que el gran descubrimiento diese origen a innumerables investigaciones y que éstas, magistralmente iniciadas en Inglaterra por W. H. Bragg y W. L. Bragg (1913), hayan conducido a resultados de capital importancia. Mas no será este maravilloso capítulo de la Física contemporánea la finalidad del presente

Artículo, sino otra cuestión muy afin, según veremos: la determinación rigurosa de masas atómicas, mediante datos röntgenométricos y de densidad, referentes a sólidos cristalinos.

En sus ya clásicas investigaciones, W. H. Bragg y W. L. Bragg dieron a conocer un método original para averiguar estructuras cristalinas y, asimismo, poder medir la longitud de onda, λ , de los rayos X, tomando por base la «constante reticular» de una sustancia tipo, el cloruro sódico. Pero la determinación de λ , en valor absoluto, sólo fue lograda, bastantes años después (1927-1929), empleando redes ópticas difractoras, en forma tal que la radiación incidiera casi rasante a la superficie de las mismas. Iniciado por A. H. Compton y perfeccionado por E. Bäcklin J. Thibaud y J. A. Bearden, el método logró pronto tanta precisión, que hizo posible determinar *constantes reticulares* con exactitud muy superior a todo lo antes conocido. Así nació la *röntgenometría de alta precisión* y, con ella, la posibilidad de aplicaciones cuantitativas muy valiosas, una de las cuales es justamente la que deseamos exponer.

La estructura reticular de los cristales — confirmada en forma indudable desde 1912 — sugiere que la masa molecular, M , de un sólido cristalino está ligada, en forma sencilla: 1) al volumen de la *celdilla elemental*; 2) al número de moléculas, n , que esta celdilla contiene; 3) a la densidad, ρ , del sólido, y 4) al número de Avogadro, N_A . Así, para una sustancia cristalizada en el sistema regular, la forma que expresa la dependencia entre las diferentes magnitudes es:

$$n \cdot \frac{M}{\rho} = N_A \cdot d^3 \quad (1),$$

donde, aparte los símbolos ya indicado, d representa el *espaciado*, o *arista del cabo elemental*. Para las sustancias que cristalicen en otros sistemas, teniendo en cuenta las características geométricas de la celdilla elemental, cabe establecer fórmulas análogas a la anterior. Ahora bien, conocido el número de moléculas (o *pares iónicos*) n , y fijada, con gran precisión, la constante o constantes

reticulares de una sustancia cristalina por medidas röntgenométricas, la determinación rigurosa de la densidad, ρ , a una cierta temperatura, hace posible calcular la masa molecular, M , de la sustancia estudiada. Haremos notar, sin embargo, que como M depende también de N_A y esta constante universal no se conocía con mucha exactitud hasta época reciente, el cálculo riguroso de masas moleculares (o atómicas) mediante la fórmula (1) — o cualquiera análoga — no parecía hacedero. Con todo, la inseguridad que tiene su origen en la inexactitud de N_A , podía eliminarse en la forma sugerida por C. A. Hutchison y H. L. Johnston (2), investigadores norteamericanos que han sido los primeros en calcular masas atómicas por el método que, el autor de este Artículo, ha denominado *picnoröntgenométrico* (3). Este se basa en comparar el sólido cristalino objeto de estudio (sea elemental o compuesto) con la calcita, sustancia cuya densidad y constantes reticulares son conocidas con gran exactitud.

Veamos con un ejemplo en qué consiste el cálculo. Utilizando el «método de inmerso-flotación», Hutchison y Johnston hallaron para densidad del FLi muy puro, a la temperatura de 27,67° C., el valor: $\rho^{27,67} = (2,63835 \pm 0,0001) \text{ g/ml.}$, a partir de cuyo valor y mediante el coeficiente de dilatación, $\alpha = 1,00 \times 10^{-4}$, los autores dedujeron para densidad, a 20° C., del FLi: $\rho^{20} = (2,64030 \pm 0,0001) \text{ g/ml.}$ De otra parte, las medidas röntgenográficas llevadas a cabo por Straumanis, Ievins y Carlsons, dieron para constante reticular, a 25° C., del FLi: $d = (4,01808 \pm 0,00004) \text{ \AA}$ y puesto que el coeficiente lineal, por grado, vale: $0,34 \times 10^{-4}$, se deduce para el *espaciado verdadero*, a 20° C.: $d_{\text{FLi}}^{20} = (4,017391 \pm 0,0004) \text{ \AA}$.

En cuanto a la calcita, Hutchison y Johnston adoptaron para densidad, constante geométrica estructural, $\varphi(\beta)$, y espaciado

(2) C. A. Hutchison y H. L. Johnston, *J. Am. Ch. Soc.*, 63, 1580, 1941.

(3) T. Batuecas, *Nature*, 159, 705, 1917.

verdadero, los hallados, a 20° C., por Bearden y por este último y Shaw, a saber: $\varphi_{\text{CO}_3\text{Ca}}^{20} = (2,7030 \pm 0,00003) \text{ g/cm}^3$, $\varphi(\beta) = 109594$ y $d_{\text{CO}_3\text{Ca}}^{20} = 3,02951 \text{ \AA}$.

Como el FLi y la calcita cristalizan en el sistema cúbico y romboédrico respectivamente y las fórmulas para una y otra sustancia, análogas a la (1), son:

$$M_{\text{FLi}} = \frac{N_A \cdot \varphi_{\text{FLi}} \cdot d_{\text{FLi}}^3}{4} \text{ y}$$

$$M_{\text{CO}_3\text{Ca}} = \frac{N_A \cdot \varphi_{\text{CO}_3\text{Ca}} \cdot \varphi(\beta) \cdot d_{\text{CO}_3\text{Ca}}^3}{4},$$

por división de ambas luego de restar la masa atómica del litio, se deduce:

$$(2) \quad M_{\text{F}} = M_{\text{CO}_3\text{Ca}} \cdot \frac{\varphi_{\text{FLi}}}{\varphi_{\text{CO}_3\text{Ca}} \cdot \varphi(\beta)} \cdot \left(\frac{d_{\text{FLi}}}{d_{\text{CO}_3\text{Ca}}} \right)^3 - M_{\text{Li}},$$

expresión que consiente deducir la masa atómica del fluor, una vez sustituidas las diversas magnitudes por sus valores. Tomando como base del cálculo, $M_{\text{CO}_3\text{Ca}} = 100,085$ y $M_{\text{Li}} = 6,939_0$, Hutchison y Johnston obtuvieron para el fluor la masa atómica (redondeada a la 3.^a decimal): $F = 18,994 \pm 0,001$. Es natural que tal resultado, en buenísimo acuerdo con los mejores deducidos en época reciente para la masa atómica del fluor, suscitase vivo interés hacia el nuevo método y más investigaciones. Así, D. A. Hutchison (4), tomando por base las densidades halladas por él y H. L. Johnston para el ClNa y ClK, y las del FLi, diamante y calcita obtenidas por otros investigadores, dedujo para las masas atómicas del calcio y fluor los valores:

$$\text{Ca} = (40,0849 \pm 0,0030) \text{ y} \\ \text{F} = (18,9937 \pm 0,0013).$$

Como puede verse, aún sin ser numerosos los resultados obtenidos hasta 1945, con el nuevo método, eran de tal calidad que justificaban las esperanzas más halagüeñas. Con todo, el autor del presente Artículo puso de

relieve (5), en 1946, que una crítica exigente podía señalar algunos defectos y limitaciones, sobre todo en la elección de sustancia referencial y las extrapolaciones necesarias para reducir, de unas temperaturas a otras, las densidades y constantes reticulares de los sólidos cristalinos estudiados. Era, pues, indudable que el método picno-röntgenométrico ganaría en precisión y generalidad, si se lograba eliminar los defectos y limitaciones en cuestión.

Por lo que a la elección de sustancia referencial hace, el autor había señalado ya (3), que acaso la calcita no fuera la sustancia más apropiada, entre otras razones por la imprecisión ($\pm 0,006$) inherente a su masa molecular, y que, en este aspecto, sería quizá preferible el ClNa, pues la imprecisión en su masa molecular no debe exceder $\pm 0,002$. Ahora bien, sea una u otra calcita o ClNa-la sustancia elegida como referencia, el método establecido por C. A. Hutchison y H. L. Johnston no parece irreprochable, pues exige comparar, a la misma temperatura, las densidades y constantes reticulares correspondientes a los sólidos cristalinos objeto de estudio y a la sustancia referencial; sin embargo, como ello obliga a utilizar coeficientes térmicos diversos y a efectuar extrapolaciones, puede ser origen de alguna inexactitud-mayor o menor- en los resultados.

Con objeto de reducir al mínimo tal incertidumbre y los errores, el autor ha propuesto, en época muy reciente (6), una modificación que simplifica y hace más riguroso el método picno-röntgenométrico. La modificación consiste en calcular la masa molecular (o atómica), M , de la sustancia estudiada mediante la fórmula (1), u otra análoga, tomando para N_A el valor deducido por R. T. Birge (7): $N_A = (6,0231 \pm 0,0004) \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, a partir de las medidas muy exactas, a 20° C., de J. A. Bearden sobre varios ejemplares de cal-

(5) T. Batuecas. *Cuadernos de Ciencia Española*, (Buenos Aires) N.º pág. 45-51, 1946.

(6) T. Batuecas, *Nature*, **165**, 61, 1950.

(7) R. T. Birge, *Am. J. Phys.*, **13**, 70, 1945.

cita, habida cuenta de las impurezas existentes en cantidad pequeñísima. Asimismo, en la nueva modalidad de cálculo, tanto las densidades, como las constantes reticulares deben expresarse en el sistema absoluto.

Un ejemplo concreto-relativo al CIK y la masa atómica del potasio ayudará a comprender el modo de efectuar el cálculo. La densidad del CIK muy puro ha sido determinada, en época reciente, por D. A. Hutchison, de una parte, y por T. Batuecas y J. I. Fernández Alonso de otra, con resultados muy concordantes; el valor medio, a 18° C., de ambas series de medidas, da para tal magnitud: $\rho_{\text{CIK}}^{18} = 1,9897_0 \text{ gr./cm.}^3$ Teniendo en cuenta que la constante reticular verdadera, también a 18° C., vale: $d_{\text{CIK}}^{18} = 6,27816 \text{ \AA}$, o bien (8): $d_{\text{CIK}}^{18} = 6,29090 \times 10^{-8} \text{ cm.}$ y que la fórmula aplicable en este caso — ya que el CIK cristaliza en el sistema cúbico — es: $4M^{\text{CIK}} = M_A \rho_{\text{CIK}} \cdot d_{\text{CIK}}^3$ luego de sustituir valores y abstraer $\text{Cl} = 35,457$ resulta para masa atómica del potasio:

$$M_K = 6,0231 \times 10^{23} \times 1,9887_0 \times (6,29090)^3 \times 10^{-24} - 35,457 = 39,096.$$

En igual forma y a partir de los mejores datos ahora conocidos para el diamante, CNa, FLi, SiO₂, As₄O₆ y SPb (galena), el autor ha deducido (6) las siguientes masas atómicas, todas ellas — salvo las del silicio y plomo — en magnífico acuerdo con las aceptadas internacionalmente, a saber:

$$\begin{array}{lll} \text{C} = 12,011 & \text{F} = 18,996 & \text{As} = 74,920 \\ \text{Na} = 22,999 & \text{Si} = 28,081 & \text{Pb} = 207,16. \end{array}$$

Un conjunto tal de resultados constituye — a no dudarlo — una prueba valiosísima del método picno — röntgenométrico, en la nueva

modalidad sugerida por el autor, más aun si se tiene en cuenta que, a falta de los datos necesarios, dichos resultados han sido obtenidos sin aplicar estrictamente el método. Nótese, en efecto, que ello hubiera exigido utilizar las densidades y constantes reticulares correspondientes a una *misma temperatura*, y no a temperaturas distintas. Por otra parte, el método alcanzará su rigor extremo, cuando, en lugar de la calcita, pueda adoptarse como sustancia referencial el diamante, en cuya red cristalina no parece imaginable existan impurezas.

Resumiendo: el método picno-röntgenométrico, en su nueva modalidad, constituye desde ahora — y cabe esperar que más aún en el futuro — un medio excelente para determinar masas atómicas. Comparado, p. ej., con los métodos físico-químicos de las densidades y presiones límites gaseosas, tiene la gran ventaja de excluir toda extrapolación. Preciso es convenir, sin embargo, que las *imperfecciones* de las mallas cristalinas, más frecuentes de lo que fuera deseable, limitan la aplicabilidad del método picno-röntgenométrico. Esta cuestión ha sido planteada por M. E. Straumanis en reciente trabajo(9), donde indica el modo de averiguar si la malla de un sólido cristalino es *perfecta*, contiene *lugares vacantes (huecos)* o *átomos intersticiales*. Como la brevedad de este Artículo nos impide entrar en detalles, sólo haremos notar que, el límite fijado por Straumanis a la precisión de los resultados parece algo arbitrario. Con todo, el criterio sugerido por este investigador es muy interesante y permite decidir si las mallas cristalinas son perfectas o defectuosas, otro resultado de gran valor a que puede conducir la aplicación del método picno-röntgenométrico.

T. BATUECAS

CATEDRÁTICO DE QUÍMICA-FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD.
SANTIAGO DE COMPOSTELA

(8) Téngase en cuenta que, el paso de la «escala Siegbahn» a la absoluta se hace, multiplicando por el factor 1,00203.

EXAMES DO ENSINO MÉDIO (FÍSICA)

Exames de Aptidão para frequência da Escola Superior de Medicina Veterinária, Farmácia e Medicina — 1950.

Ponto n.º 1

109 — Uma corrente eléctrica passa, durante um certo tempo, numa série de voltímetros contendo cloreto férrico, cloreto ferroso, azotato de zinco e azotato de prata. Sendo 5 gramas a quantidade decomposta no primeiro electrólito, que quantidades foram decompostas nos outros voltímetros?

R: *Aplicando as leis de Faraday da electrólise a duas quaisquer das decomposições, temos*

$m = z \cdot i t$ e portanto $\frac{m}{m'} = \frac{z}{z'}$ e como a razão dos equivalentes electroquímicos é a razão dos respectivos equivalentes gramas

$$\frac{z}{z'} = \frac{\frac{A}{n}}{\frac{A'}{n'}}$$

Assim temos:

$$\text{Cl}^2\text{Fe} \rightarrow \frac{m}{m'} = \frac{\text{Cl}^3\text{Fe}/3}{\text{Cl}^2\text{Fe}/2} \text{ ou } \frac{5}{m'} = \frac{54}{64}$$

$m' = 62$ g de cloreto ferroso

$$(\text{NO}^3)^2\text{Zn} \rightarrow \frac{m}{m'} = \frac{\text{Cl}^3\text{Fe}/3}{(\text{NO}^3)^2\text{Zn}/2} = \frac{54}{95}$$

$m' = 9$ g de azot. zinco

$$\text{No}^3\text{Ag} \rightarrow \frac{m}{m'} = \frac{\text{Cl}^3\text{Fe}/3}{\text{NO}^3\text{Ag}} = \frac{54}{170}$$

$m' = 16$ g de azot. prata

110 — Quais as propriedades das ondas hertzianas? Como se pode fazer a sua detecção.

111 — Descreva um condensador eléctrico e defina poder indutor específico do dieléctrico.

112 — Que sabe sobre radiações infravermelhas e ultravioletas?

113 — Diga as vantagens e aplicações mais vulgares dum transformador e o que entende por rendimento do mesmo.

Ponto n.º 3

114 — Numa central hidroeléctrica é utilizada uma queda de água que tem de altura 124 metros e lança por minuto 32 metros cúbicos de água.

Qual a potência em cavalos vapores e em watts que pode desenvolver essa central? R:

$$P = \frac{w}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{32 \times 10^3 \times 9,8 \times 124}{60} = 648 \times 10^3 \text{ watt}$$

$$= \frac{32 \times 10^3 \times 124}{60} \text{ Kgm/s} = 882 \text{ c. v.}$$

115 — Diga o que sabe sobre degradação de energia. Qual é a menos nobre?

116 — Represente gráficamente o movimento vibratório e escreva a equação da elongação de qualquer partícula no instante t , explicando o significado das letras.

117 — O que são correntes de Foucault?

Descreva a bobina de Ruhmkorff e diga como funciona.

118 — Enuncie o princípio de Carnot e o de Mayer. Escreva a expressão a que devia satisfazer uma máquina térmica perfeita e diga porque esta não existe.

Exames de aptidão para frequência da licenciatura em ciências Geológicas e ciências Biológicas — 1950.

119 — Enuncie as leis que se referem às correntes de indução.

Que são correntes de Foucault? Descreva uma experiência que as ponha em evidência e cite uma aplicação prática destas correntes. Há casos em que as correntes de Foucault são prejudiciais; como se evitam nestes casos? Justifique.

120 — Como é constituído o dínamo de corrente contínua? Descreva os diferentes tipos de excitação nos dínamos e faça um esquema em cada caso.

121 — Uma corrente eléctrica de intensidade constante atravessa durante 16 minutos e 5 segundos um voltímetro que contém uma solução de sulfato de cobre, tendo-se formado no cátodo um depósito de cobre com 318 mg. Se uma corrente de igual intensidade fosse lançada numa bobina de resistência 100 Ohms, durante 3 minutos, qual seria a quantidade de calor desenvolvida na citada bobina. Sabe-se que 96500 coulombs libertam um equivalente grama de qualquer elemento. R:

$\text{Cu} = 63,3$

$$m = z \cdot i t = \frac{A}{n \times 96500} i \times t =$$

$$= \frac{63,3}{2 \times 96500} \times i \times 965 = 0,318 \text{ g}$$

donde $i = 1,00$ Ampères

$$q = Ri^2t = 100 \times 1^2 \times 180 \text{ Joules} =$$

$$= 180 \times 10^2 \text{ J} = 431 \times 10 \text{ cal.}$$

122 — Enuncie o princípio de Carnot e escreva a expressão do rendimento máximo de uma máquina térmica. Que entende por rendimento industrial de uma máquina térmica?

123 — Indique as condições em que se pode beneficiar uma máquina térmica por variações das temperaturas da fonte quente e da fonte fria. Justifique.

124 — Diga concretamente o que entende por degradação de enegia.

Exames de aptidão para frequência das licenciaturas em ciências Matemáticas, ciências Físico-químicas e ciências Geofísicas, preparatórios para as escolas militares e curso de Eng. Geógrafos — 1950.

125 — *Corrente alterna* — O que é uma corrente alterna? Exprima a intensidade da corrente num dado instante, no período e nas outras variáveis de que depende. O que se entende por intensidade eficaz? Como se avalia a intensidade das correntes alternas? O que é o factor de potencia? o que é a impedância? Obtenha a expressão que relaciona a intensidade eficaz com a impedância.

126 — *Energia mecânica* — Obtenha a expressão que dá a energia cinética de um ponto material. Apresente um exemplo numérico. Generalize a expressão de energia cinética de um ponto material, de modo a obter a energia cinética de um corpo em rotação. Noção de momento de inércia.

127 — Sabe-se o seguinte do aproveitamento de uma queda de água:

Velocidade da água: 5 m/s

Débito: 60 m³ por minuto

Rendimento do motor: 65 %

Altura a que é elevada a água de um poço pelo motor: 6 m.

Pretende-se saber o volume de água tirada em meia hora. R:

$$\eta = \frac{Pu}{Pm}$$

Calculemos então as energias postas em jogo durante meia hora

$$\eta = \frac{Wu}{Wm} = \frac{\frac{mv^2}{2}}{m'gh} = \frac{60 \times 10^3 \times 5^2 \times 30}{2 \times m' \times 9,8 \times 6} = 0,65$$

$$m' = 5,9 \times 10^5 \text{ litros} = 590 \text{ m}^3 \text{ em meia hora.}$$

Exames de aptidão para frequência dos preparatórios para a Faculdade de Engenharia. Ano 1950.

128 — a) No transporte da corrente eléctrica a grande distância, qual é o tipo de corrente que dá maiores vantagens económicas: a contínua ou a alterna? Justifique a resposta.

b) A resistência eléctrica dum fio condutor é função do seu comprimento e da sua secção. Escreva a expressão matemática dessa função e diga o significado físico da constante que nela figura.

c) Pretende-se transportar, a 75 km de distância, a corrente fornecida por um alternador cuja tensão eficaz entre os bornes é de 10 V. Escolhe-se, para esse efeito, fio de cobre de 12 mm² de secção (resistência específica: $1,6 \times 10^{-6}$ ohms-cm) ao longo do qual a corrente tem a intensidade de 10 Ampères. Calcule a tensão da corrente à entrada do circuito da utilização. R:

A perda de energia é igual à q. d. c. libertada na linha de transporte por efeito Joule.

$$VI - RI^2 = V'I$$

$$V - RI = V'$$

$$10^4 - 10^2 \cdot 10 = 99 \times 10^2 \text{ V}$$

Cálculo de R:

$$R = \rho \frac{l}{S} = 1,6 \times 10^{-6} \frac{75 \times 10^5}{0,12} = 10^2 \text{ O.}$$

129 — Que entende por equivalente em água dum calorímetro?

130 — Se um corpo for resfriado de t_1 a t_2 °C e nesse intervalo de temperaturas, mudar de estado físico, como avalia a quantidade de calor libertada pelo arrefecimento? Exponha o respectivo cálculo.

131 — Introduce-se um frasco de vidro num calorímetro. Calcule o calor específico do alcool a partir dos seguintes dados experimentais: massa do frasco: 25 g; massa do alcool: 200 g; massa da água do calorímetro: 485 g; equivalente em água do calorímetro: 15 g; temperatura inicial do frasco e do alcool: 20° C; temperatura inicial do calorímetro: 10° C; temperatura final do sistema: 12° C; calor específico do vidro: 0,180 cal/g-grau C. R:

Exprimindo que a quantidade de calor cedida pelas substâncias inicialmente mais quentes é igual à absorvida pelas substâncias inicialmente mais frias, (como quer o principio da cons. da energia)

$$\Sigma mc\Delta t = \Sigma m'c'\Delta t'$$

$$(25 \times 0,18 + 200 \times c)(20 - 12) = (485 + 15)(12 - 10)$$

$$36 + 1.600 \times c = 1000$$

$$C = 0,602 \text{ cal/g-grau C.}$$

Resoluções de Libano Monteiro

EXAMES UNIVERSITÁRIOS (FÍSICA)

F. C. L. — Curso Geral de Física — Exame final — 1950.

259 — a) Motores monofásicos de campo girante;
 b) Alto falante electrodinâmico;
 c) Emprego do tríodo como amplificador.

260 — a) Aberrações dos sistemas ópticos;
 b) Estabeleça a Lei de Lambert, defina brilho de uma origem num ponto;
 c) Dispersão das radiações luminosas; equação de Gladston-Dale

261 — a) Efeito Compton;
 b) Microscópio, seu limite de resolução;
 c) Perda de massa.

262 — Calcule a potência da ocular acromática do tipo 3:2:x, constituída por duas lentes distanciadas de 2,0 cm. R: A condição de acromatismo para duas lentes delgadas distanciadas de d e de distâncias focais f₁ e f₂ é dada por $d = \frac{f_1 + f_2}{2}$. Como a ocular é do tipo 3:2:x e d = 2,0 cm tem-se que f₁ = 3,0 cm e f₂ = 2x - f₁ = 1,0 cm. Logo a partir de $\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{d}{f_1 f_2}$, substituindo valores obtem-se para potência do sistema $\frac{1}{f} = F = 67$ dioptrias.

F. C. L. — Termodinâmica — Exame final — 1950.

263 — Definir o que se entende por tubeiras e por difusores e partindo das equações:

$$\frac{dp}{\rho} + \frac{1}{2} dc^2 = 0, \quad \rho a = m = \text{const}$$

deduziu a equação de Saint Venaint-Wantzel

$$c = \sqrt{\frac{2k}{k-1} \frac{p_0}{\rho_0} \left[1 - \left(\frac{p}{p_0} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]}$$

264 — Mostrar que utilizando convenientemente um processo cíclico entre duas temperatura absolutas T₁ e T₀ sendo T₁ > T₀ pode comunicar-se ao recinto de temperatura T₁ uma quantidade de calor Q₁ maior que a energia mecânica consumida E e que se as transformações são reversíveis será:

$$Q_1 = \frac{T_1}{T_1 - T_0} E.$$

265 — Explicar o significado da Lei de distribuição de Maxwell:

$$dN = \frac{4N}{\sqrt{\pi}} \left(\frac{m}{2kT} \right)^{3/2} \exp \left(- \frac{mc^2}{2kT} \right) c^2 dc$$

dados

$$c\sqrt{a} = c \frac{\sqrt{m}}{2kT} = x; \quad y = \frac{\sqrt{\pi}}{4\pi} \frac{dN}{dx}; \quad y = e^{-x^2} x^2$$

e demonstrar que a velocidade mais provável é

$$C_p = \sqrt{\frac{2kT}{m}}.$$

266 — Uma corrente de vapor de água sobreaquecido passa por um tubo vertical de 30 m de comprimento no sentido descendente onde absorve calor. À entrada é p₀ = 30 kp/cm², θ₀ = 300° C e c₀ = 30 m/s. À saída é p = 12 atm. θ = 350° C e c = 60 m/s. Calcular o calor absorvido por kg de vapor. R: A quantidade de calor absorvido quando uma corrente fluida permanente passa do estado 1 ao estado 2 é dado por:

$$Q = H_2 - H_1 + L_e + E_2 - E_1$$

isto é, parte deste calor é convertido em trabalho exterior e outra parte é consumida em aumentar a entalpia e a energia mecânica (cinética + potencial) do próprio fluido.

Como L_e = 0 tem-se:

$$Q = H_2 - H_1 + \frac{1}{2} m(c_2^2 - c_1^2) + mg(z_2 - z_1)$$

ou

$$Q/m = h_2 - h_1 + \frac{1}{2} (c_2^2 - c_1^2) + g(z_2 - z_1). \quad (a)$$

No estado 1 tem-se:

$$p_0 = 30 \text{ kp/cm}^2, \theta_0 = 300^\circ \text{ C e } c = 30 \text{ m/s}$$

e no estado 2:

$$p = 12 \times 1,033 = 12,4 \text{ kp/cm}^2, \theta = 350^\circ \text{ C e } c = 60 \text{ m/s.}$$

Tem-se

$$\left. \begin{matrix} p_0 = 30 \text{ Kp/cm}^2 \\ \theta_0 = 300^\circ \text{ C} \end{matrix} \right\} h_0 = 715 \text{ cal/g} = 715 \text{ k cal/kg}$$

e

$$\left. \begin{matrix} p = 12,4 \text{ Kp/cm}^2 \\ \theta = 350^\circ \text{ C} \end{matrix} \right\} h = 753 \text{ cal/g} = 753 \text{ k cal/kg.}$$

Substituindo valores em (a) e efectuando operações vem:

$$Q/m = 753 - 715 + 0,24 \times 10^{-3} [1/2 (3600 + 900) + 9,8 (0 - 30)] = 38 + 0,24 \times 10^{-3} (1350 - 294) = 38,2 \text{ k cal/kg.}$$

267 — Um tema à escolha.

Resoluções de Glaphyra Vieira

F. C. L. — Curso de Electricidade.

268 — É dado um circuito com resistência R e self-indução L , onde se pode Introduzir uma tensão alternada de frequência angular ω . Determinar o instante x em que se deve introduzir a tensão, para que nenhuma corrente de regime transitório se estabeleça no circuito. R: *Num circuito constituido por uma resistência R e self-indução L onde se aplica uma tensão alternada de frequência angular ω , tem-se, (campo quase-estacionário), a equação diferencial.*

$$L \frac{di}{dt} + Ri = E = E_0 \sin \omega t$$

que integrada nos dá a expressão geral da corrente no circuito em função do tempo e das características do mesmo. O integral geral desta equação e:

$$(1) \quad i = Ce^{-\frac{t}{\theta}} + I_0 \sin(\omega t - \phi)$$

onde $\theta = L/R$ (constante de tempo do circuito),

$$I_0 = \frac{E_0}{|Z|}, \quad Z = R + L\omega j, \quad \tan \phi = L\omega/R \quad e \quad C$$

é uma constante de integração.

A 1.^a parcela de (1) representa o regime livre ou transitório que tende exponencialmente para zero com t e a 2.^a parcela representa uma corrente sinusoidal da mesma pulsação da tensão atrasada de ϕ em relação à tensão (regime forçado, neste caso corrente alternada).

Posto isto pretende-se determinar o instante x tal que na equação (1) se tenha para $t = x$, $i = 0$ e $C = 0$; nestas condições será então, $\sin(\omega x - \phi) = 0$ donde $\omega x - \phi = k\pi$ portanto

$$(2) \quad x = \frac{\phi}{\omega} + \frac{k\pi}{\omega}$$

Quer dizer, para que não haja corrente transitória deve introduzir-se a tensão nos instantes x dados por (2) e como $E = E_0 \sin \omega t$, o valor da tensão nesses instantes é $E_0 \sin \phi$.

269 — Dois circuitos vizinhos tem resistências R_1 e R_2 e coeficientes de indução L_1 , L_2 e L_{12} . Introduz-se bruscamente num deles uma f. e. m. constante E . Calcular a q. d. e. que atravessa o outro circuito. R: *O sistema de equações diferenciais que resolve o problema é o seguinte*

$$(1) \quad \begin{cases} R_1 i_1 + L_1 \frac{di_1}{dt} + L_{12} \frac{di_2}{dt} = E \\ R_2 i_2 + L_2 \frac{di_2}{dt} + L_{21} \frac{di_1}{dt} = 0. \end{cases}$$

Desprezando a influência de 2.^a ordem, que é representada pela 3.^a parcela do 1.^o membro da equação (1), porque a sucessão (infinita) das influências recíprocas dos dois circuitos tende muito rapidamente para zero

$$i_1 = E/R_1 (1 - e^{-\frac{t}{\theta_1}}); \quad \text{sendo } \theta_1 = \frac{L_1}{R_1}.$$

Em seguida determina-se $\frac{di_1}{dt}$ que substituído em (2) permite por integração determinar i_2 e depois

$$q = \int_0^\infty i_2 dt.$$

Aplicando, porém, na equação (2) o artifício seguinte

$$R_2 i_2 dt + L_2 di_2 + L_{21} di_1 = 0$$

$$R_2 \int_0^\infty i_2 dt + L_2 \int_0^\infty di_2 - L_{21} \int_0^\infty di_1 = 0$$

$$R_2 q + L_2 [i_2]_{t=0}^{t=\infty} - L_{21} [i_1]_{t=0}^{t=\infty} = 0$$

a corrente i_2 é nula no instante inicial, e também no instante (teoricamente infinito) em que i_1 atinge o seu valor estacionário E/R_1 por não haver nessa altura variação de fluxo através de (2).

Ora tem-se

$$i_1(0) = 0 \quad i_1(\infty) = E/R_1$$

e portanto

$$q = \frac{L_{21} E}{R_1 R_2}.$$

270 — Transcrição relativista das equações de Maxwell.

Resoluções de Libano Monteiro

EXAMES DO ENSINO MÉDIO (QUÍMICA)

Exames de aptidão para a frequência da Escola Superior de Medicina Veterinária, Escola Superior de Farmácia e Faculdade de Medicina — Julho de 1950 — Ponto n.º 1.

75 — Sabe-se que 50 centímetros cúbicos duma solução clorídrica foram neutralizados por 60 centímetros cúbicos duma solução de soda cáustica à concentração de 45 g/l. Calcule o número de gramas de ácido clorídrico contidos num litro daquela solução clorídrica. (H = 1; O = 16; Na = 23; Cl = 35,5). R: 49,3 g de ácido clorídrico, por litro ele solução.

76 — 1.º) Qual a unidade a que está referido o chamado sistema de pesos atômicos? Justifique o critério que presidiu à escolha dessa unidade.

2.º) Enuncie a Lei de Richter e indique uma expressão geral que traduza a composição ponderal dos compostos oxigenados do enxôfre, tendo em vista as composições da água e do gás sulfídrico expressas pelas fórmulas OH_2 e SH_2 . (O = 16; S = 32).

3.º) Que são isómeros? Que tipos de isomeria conhece? Diga em que consiste cada um desses tipos apresentando exemplos.

4.º) Que entende por *número atômico* dum elemento? É desse número atômico ou será, antes, do peso atômico que dependem as propriedades dos elementos? Justifique a resposta.

Outubro de 1950 — Ponto n.º 3

77 — Um composto orgânico de carbono, oxigênio e hidrogênio contém 42,105 % de C e 6,433 % de H. Um soluto de 30 g desse composto em 200 g de água ferve, à pressão atmosférica normal, a 100,24 graus centígrados. Determine a fórmula molecular e a massa molecular daquele composto. (Constante ebulioscópica da água = 520). R: *Partindo das composições centesimais dadas, e fazendo o cálculo para a fórmula empírica, verifica-se que, com 1 átomo de oxigênio, devem estar combinados 2 átomos de hidrogênio e 1,091 átomos de carbono, o que leva ao estabelecimento da fórmula: $C_{12}H_{22}O_{11}$, que é a fórmula molecular, visto corresponder à massa molecular 342, que é o valor mais próximo da massa molecular aproximada dada pela lei da ebulioscopia:*

$$M = K \cdot p / P \cdot \Delta t = 520 \times 30 / 200 \times 0,24 = 325 \text{ g.}$$

78 — 1.º) Enuncie a *Hipótese de Avogadro*. Mostre como, a partir dela, se pode chegar a um método de determinação dos pesos moleculares de certas substâncias.

2.º) Indique os grupos funcionais dos alcoóis primários, dos aldeídos, dos ácidos orgânicos, das amidas e dos nitrilos. Os chamados ácidos cianídrico e fênico pertencerão à função ácido orgânico? Se não, diga a que função química pertence cada um daqueles compostos.

3.º) Que entende por radioactividade? Indique as propriedades características dos elementos radioactivos. Cite as diferentes famílias desses elementos.

4.º) Para a determinação dos pesos moleculares há métodos nos quais se verificam anomalias. Indique-os e diga em que consistem tais anomalias.

Exames de aptidão para frequência das licenciaturas em Ciências Matemáticas, Ciências Físico-Químicas e Ciências Geofísicas, preparatórios para as Escolas Militares e curso de Engenheiros Geógrafos — Outubro de 1950.

79 — 1.º) Verifique a lei de Dalton nos compostos cuja composição centesimal é:

$$A \begin{cases} N\% = 25,925 \\ O\% = 74,075 \end{cases} \quad B \begin{cases} N\% = 36,842 \\ O\% = 63,158 \end{cases}$$

e determine as suas fórmulas empíricas.

$$(N = 14; O = 16):$$

R: *A quantidade de oxigênio que, em cada um dos compostos, está combinada com a quantidade constante 14 g de azoto é, para o composto A, $p_1 = 40,0$ g e para*

o composto B, $p_2 = 24,0$ g. A razão $p_1/p_2 = 40,0/24,0 = 5/3$ verifica a lei de Dalton. As fórmulas empíricas dos compostos A e B são, respectivamente, N_2O_5 e N_2O_3

2.º) Um composto orgânico contém 48,64 % de carbono, 43,19 % de oxigênio e o resto é hidrogênio. A solução que contém 7,408 g deste composto em 100 g de água ferve a 100,52 °C. à pressão normal. Qual é a fórmula molecular do composto? ($C=12$; $H=1$; constante ebulioscópica da água = 520). R: *Achando o peso molecular $M = K \cdot p / P \cdot \Delta t = 520 \times 7,408 / 100 \times 0,52 = 74,08$ e atendendo à composição centesimal dada, calcula-se a composição molecular: 36 g de carbono, 32 g de oxigênio e 6 g de hidrogênio. A fórmula molecular é, portanto: $C_3H_6O_2$.*

3.º) Uma amostra de carbonato de cálcio puro pesando 1 g consumiu 40,1 cm³ de uma solução de ácido clorídrico, para completa decomposição. Qual é o factor de normalidade da solução clorídrica?

$$(Ca=40; Cl=35,5)$$

R: *Atendendo a que $CO_3Ca < > 2 ClH$, calcula-se a concentração da solução de ácido clorídrico: $c = 18,2$ g/l, o que corresponde a um factor de normalidade $f = 0,5$.*

80 — 1.º) Escreva as equações químicas que traduzem a decomposição do carbonato de cálcio pelo calor e a acção da cal viva sobre o cloreto de amônio.

2.º) Escreva as equações químicas que traduzem a acção do ácido azótico sobre o benzeno e a oxidação moderada dos alcoóis primários.

3.º) Escreva as fórmulas dos seguintes compostos: óxido de sódio, cloreto fêrrico, fosfato tricálcico, acetona ordinária e éter etílico.

Exames de aptidão para frequência dos preparatórios para a Faculdade de Engenharia — Outubro de 1950

81 — a) Leis da criscopia e da ebulioscopia. Seus enunciados e expressões matemáticas.

b) Aplicações destas leis na Química. Qual delas lhe parece de aplicação mais fácil? Justifique a resposta.

c) A água contém sempre ar em solução; sabe-se que 1 litro de água, a 0 °C., contém 30 cm³ de ar; pretende determinar-se o erro que se comete, admitindo que a água, não desarejada, congela a 0 °C. R: *O erro é da ordem de 0,002 °C.*

82 — a) O que é uma reacção de hidrólise? Que interesse têm estas reacções?

b) Como se explica pela teoria da dissociação electrolítica, este tipo de reacções? Dê exemplos.

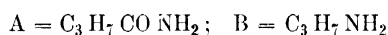
c) Uma solução aquosa de carbonato de sódio revela reacção alcalina com a fenolftaleína que se acentua pelo aquecimento. Como justifica este fenómeno?

Soluções de Marieta da Silveira

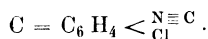
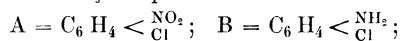
PROBLEMAS DE EXAMES UNIVERSITÁRIOS (QUÍMICA)

F. C. L. — Curso Geral de Química — Exames finais de 1949-50.

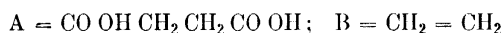
113 — 0,290 g duma substância deram, na análise, 0,587 g de CO₂ e 0,270 g de OH₂. 0,348 g da mesma substância foram tratados pelo processo de Kjeldahl e o amoníaco libertado neutralizou 40,0 cm³ de SO₄H₂ decinormal. Pela acção do hipobromito de sódio, em meio alcalino, sobre A, obteve-se uma substância B, de composição: 61,0 % de carbono, 15,3 % de hidrogénio e 23,7 % de azoto, e de peso molecular 59. Indique as fórmulas racionais das substâncias A e B e interprete por meio de equações químicas, a transformação da substância A na substância B. R:



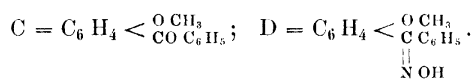
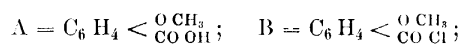
114 — 0,315 g duma substância A, cuja densidade de vapor em relação ao ar é 5,45, deram, na análise, 0,528 g de CO₂ e 0,072 g de OH₂. 0,346 g da mesma substância, tratados pelo processo de Dumas, libertaram 24,6 cm³ de azoto (p. t. n.). 0,1575 g de A, decompostos pelo NO₃H concentrado, deram uma solução contendo cloretídeos que, por adição dum excesso de nitrato de prata, originaram um precipitado com o peso de 0,1435 g. Pela acção do hidrogénio nascente sobre A, obteve-se uma substância B, de composição centesimal: 56,47 % de carbono, 4,71 % de hidrogénio, 10,98 % de azoto e 28,24 % de cloro. Pela acção do clorofórmio e da potassa alcoólica sobre B, obteve-se uma substância C, de fórmula bruta C₇H₄NCl. Indicar as fórmulas racionais das substâncias A, B e C e as equações interpretativas das transformações químicas efectuadas. R:



115 — 0,236 g dum ácido orgânico A deram, na análise, 0,352 g de CO₂ e 0,108 g de OH₂. 0,332 g do seu sal de prata deixaram por calcinação um resíduo de 0,216 g de prata. Por electrólise do sal de sódio de A obteve-se um gás B, de densidade 0,97 (em relação ao ar) e de composição centesimal: 85,7 % de carbono e 14,3 % de hidrogénio. Indicar as fórmulas racionais de A e B e as equações interpretativas das transformações químicas efectuadas. R:



116 — Um ácido orgânico A da série benzénica dá, pela acção do pentacloreto de fósforo, uma substância B. 0,311 g da substância B deram, na análise, 0,704 g de CO₂ e 0,126 g de OH₂. No doseamento do cloro, 0,256 g de B produziram 0,215 g de ClAg. Uma molécula-grama de B reagindo com ácido iodídrico, segundo o método de Zeisel, produziu finalmente uma molécula-grama de IAg. Pela acção do benzeno em presença de Cl₃Al anidro (processo de Friedel e Crafts) a substância B deu uma substância C, cuja composição centesimal é: 79,24 % de carbono, 5,66 % de hidrogénio e 15,10 % de oxigénio. Pela acção da hidroxilamina sobre a substância C, obtem-se uma substância D, de fórmula bruta C₁₄H₁₃O₂N. Indicar as fórmulas racionais das substâncias A, B, C e D. R:



Soluções de Marieta da Silveira

INFORMAÇÕES VÁRIAS

NOTICIÁRIO

A velocidade da luz

O postulado de Einstein relativo à velocidade da luz no vácuo como constante universal, mostrou a importância da sua determinação.

Os valores obtidos por Fizeau (1849) e por Foucault (1850), há pouco mais de um século, mantiveram-se durante algumas dezenas de anos como os melhores.

O argumento de Maxwell de que as perturbações electromagnéticas se propagam no espaço livre com a velocidade da luz, contribuiu para a necessidade de obter um valor mais rigoroso.

Em 1941 R. T. Birge examinando os resultados de Michelson juntamente com os dos seus colaboradores e continuadores apresentou o valor 299776 ± 4 km/s. Nestas medições utilizou-se o método das interferências, de Michelson.

O Dr. L. Essen do Laboratório Nacional de Física, britânico, para melhorar a precisão dos resultados obtidos com o radar, estudou estatisticamente as séries de medições que permitiram a Birge a apresentação do resultado indicado. Verificou as discordâncias das diferentes séries entre si e com as de W. C. Anderson, pelo que se propoz fazer a determinação da velocidade da luz usando rádio-ondas curtas e métodos de medida da maior precisão.

Usou um método de ressonância empregando ondas de 10 cm. de comprimento cuja frequência determinou com a precisão que o padrão de frequência do Laboratório lhe permitia. As ondas propagavam-se ao longo de um guia cilíndrico de ondas, constituído por um cilindro de aço revestido de prata, de oito polegadas de comprimento; depois de reflectidas as ondas, tinham um máximo de energia quando o comprimento do tubo fosse um número inteiro de meios comprimentos de onda. A uma das extremidades do tubo ajustava-se um êmbolo que permitia variar o seu comprimento, por pequenos deslocamentos, apreciados por interferometria óptica, com a precisão de um para um milhão. Todo o conjunto estava contido num recipiente metálico onde se fazia o vácuo durante as determinações.

Os últimos resultados do Dr. Essen conduziram ao valor de $299792,5 + 0,3$ km/s para a velocidade de propagação das ondas hertzianas no vácuo.

Para convencer aqueles que possam ter dúvidas quanto ao facto desta constante universal ter sido determinada pelo emprego de ondas hertzianas, appareceu um trabalho recente de Bergstranda, na Suécia, que obteve por métodos ópticos o valor de $299792,7 \pm 0,25$ km/s em grande concordância com o valor obtido pelo Dr. Essen.

Estes resultados com a precisão apresentada já produziram os seus frutos na utilização do radar num alcance de 400 milhas cora um erro apenas de 5 metros.

Não deverão tardar as consequências desta precisão na física nuclear pelo facto de na equação de Einstein se relacionar a massa e a energia por intermédio do quadrado da velocidade de propagação da luz no vácuo.

(Discovery)

x. B.

Laboratório elementar para estudantes pré-médicos

No Smith College, Marthampton, Massachusetts, realiza-se um curso prático para os alunos de Física elementar, que se tencionam dedicar à medicina.

Estes alunos realizam experiências de mecânica, calor, acústica, óptica e electricidade.

Citaremos apenas alguns dos trabalhos realizados: estudo da variação da resistência do corpo humano; possibilidade do emprego da ponte de Wheatstone como detector; f. e. m. produzida por acção muscular e sua aplicação na electrocardiografia; estudo do

tríodo, experiências de radioactividade com um «demonstrador radioactivo» e placas nucleares impregnadas de radiotório; estudo das aplicações médicas da radioactividade, etc.

Procura-se assim dar aos alunos uma ideia da íntima correlação entre a Física e a Medicina.

L. S.

Comissão internacional de óptica

A comissão internacional de óptica é um organismo da União Internacional de Física Pura e Aplicada.

O mais recente congresso da referida comissão realizou-se em Julho de 1950 e foi proposto que se fizesse a unificação das notações e convenções de sinais em óptica. Nomeou-se uma comissão para tal fim constituída por: J. Cojan, presidente (França), S. Ballard (E. U.), P. Jimenez (Espanha), H. König (Suíça), L. C. Martin (Gran-Bretanha), G. Toraldo (Itália) e A. Van Heel (Holanda).

Indicamos a seguir as principais convenções e símbolos propostos:

a) *convenções*:

1 — O eixo de um sistema óptico deve ser o eixo *OX*, excepto em casos especiais em que se tomará o eixo *OZ*.

2 — Se não houver razão particular para fazer outro escolha, o sentido da luz incidente é o da esquerda para a direita.

3 — Os raios de curvatura das superfícies devem-se contar a partir dos respectivos polos; isto é, uma superfície convexa voltada para a luz incidente, tem um raio de curvatura positivo, e reciprocamente.

4 — A distância focal objecto deve-se contar a partir do plano principal objecto, e a distância focal imagem a partir do plano principal imagem.

5 — As ordenadas contam-se positivamente para cima do eixo *OX* e negativamente para baixo.

b) *Símbolos* :

6 — Não se devem usar letras góticas.

7 — Quando se designam pela mesma letra elementos do espaço objecto e do espaço imagem, devem-se distinguir pelo símbolo (^o).

8 — A reflexão pode-se considerar como um caso particular da refração pondo $n' = -n$.

9 — Os pontos devem-se indicar por maiúsculas em itálico.

10 — Comprimentos devem-se designar por letras minúsculas em itálico.

11 — Os ângulos designar-se-ão por letras gregas minúsculas.

Parece-nos interessante acrescentar que todas estas notações têm sido empregadas, desde há muitos anos, na Secção de Física da Faculdade de Ciências de Lisboa.

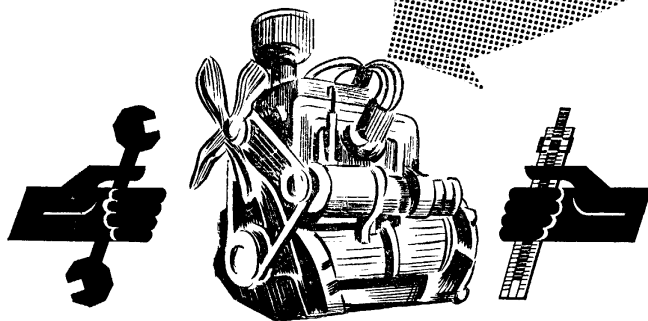
L. S.

SHELL

X-100

MOTOR OIL

O OLEO QUE COMPLETA O MOTOR



**DETERGENTE
E S T Á V E L
P R O T E C T O R**

01-12

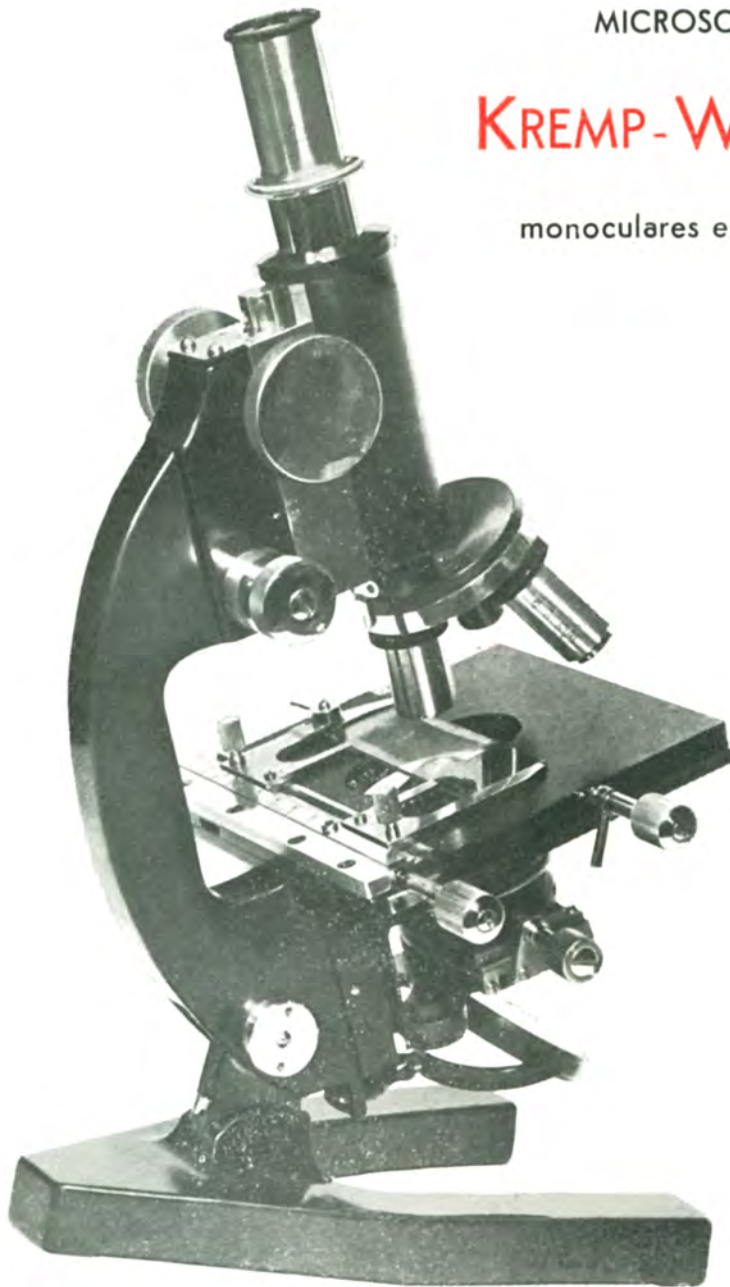
SHELL COMPANY OF PORTUGAL, LTD.



MICROSCÓPIOS

KREMP-WETZLAR

monoculares e binoculares



DISTRIBUIDOR

INSTITUTO PASTEUR DE LISBOA