

IBERICA

EL PROGRESO DE LAS CIENCIAS Y DE SUS APLICACIONES

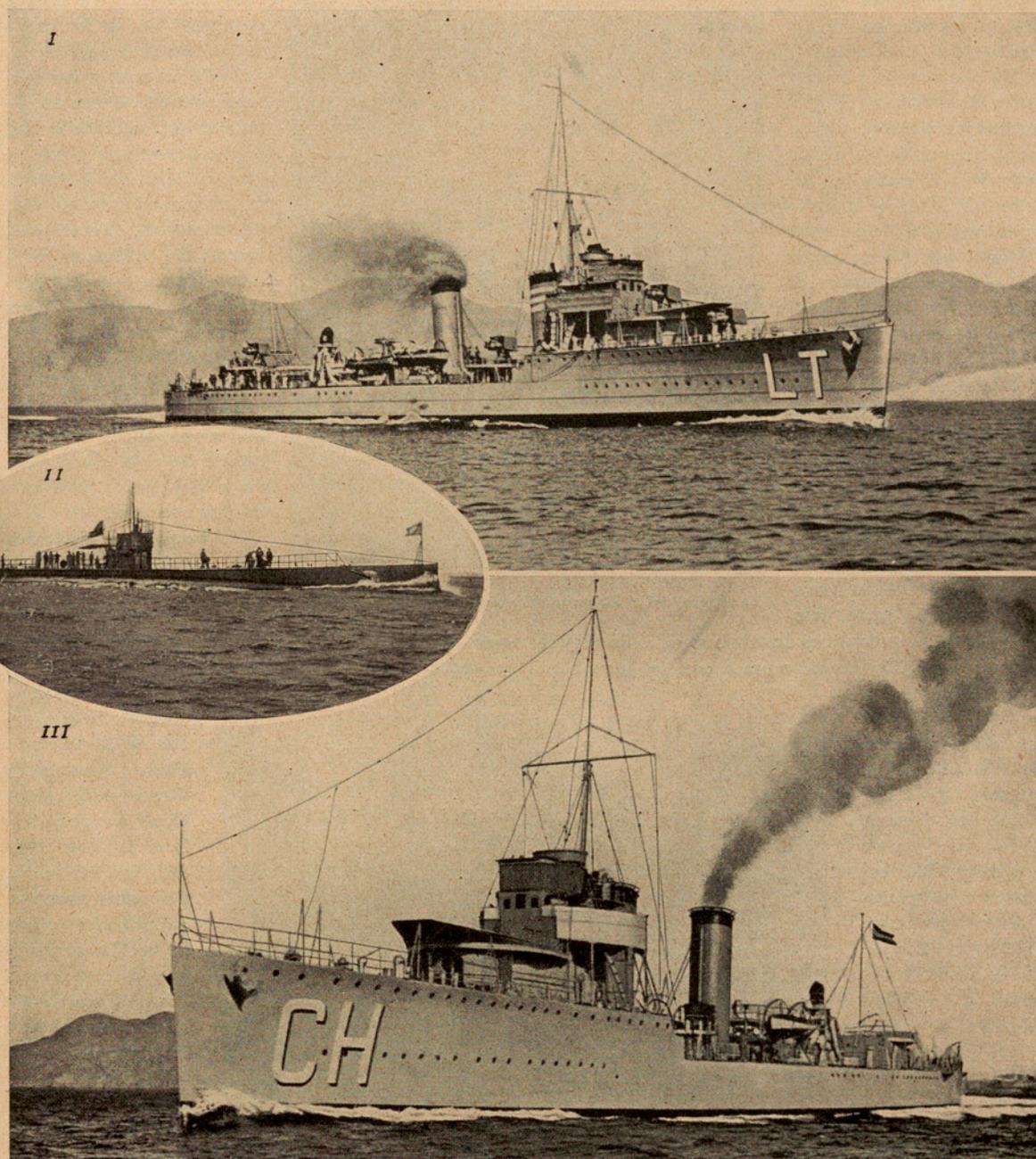
REVISTA SEMANAL

DIRECCIÓN Y ADMINISTRACIÓN: PALAU, 3 - APARTADO 143 - BARCELONA

AÑO XVIII. TOMO 2.º

4 JULIO 1931

VOL. XXXVI. N.º 885



BUQUES CONSTRUIDOS POR LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CONSTRUCCIÓN NAVAL

I. El destructor «Lepanto», entregado a la Marina el 7 de agosto de 1930. II. El sumergible «C-6», entregado a la Marina el 27 de septiembre de 1930. III. El destructor «Churruca», en prueba de máquinas (Véase la nota de la página 18)

Crónica hispanoamericana España

Actividad de la Sociedad Española de Construcción Naval en 1930.—En la Memoria del ejercicio de 1930, presentada a la Junta de accionistas por el Consejo de esta entidad, se resume la marcha industrial y económica de la misma durante el año 1930.

En ella se indica que ha sido entregado el destructor «Lepanto», el sumergible «C-6» (véase la portada), 8 cañones de costa, 68 obuses ligeros de campaña, una grúa flotante, un tren de dragado, el buque de motor de 17000 ton. «Cabo San Antonio» y un buque hidrográfico del que se hace en la Memoria especial mención por haber sido encargado por el Gobierno de la República Oriental del Uruguay, que, al hacerse cargo del buque, exteriorizó su viva complacencia por el adelanto de la industria naval española.

El «Cabo San Antonio».—Las características de este buque, el de mayor registro de la Marina mercante española, muy bien estudiado y dispuesto, son: Eslorra entre perpendiculares, 147'06 metros; manga, 19'26 m.; puntal, 11'28 m.; peso muerto, 9500 toneladas; desplazamiento en carga, 16725 ton.; arque total, 11945 toneladas, y velocidad en carga, 14 nudos.

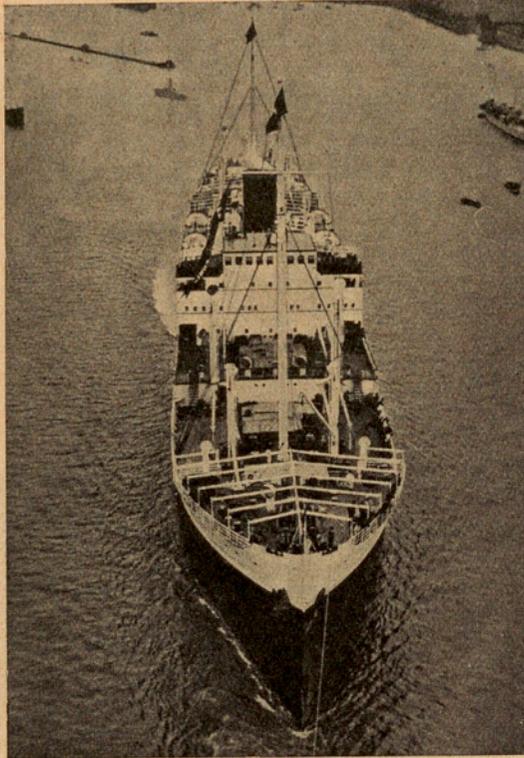
El pasaje y la tripulación se distribuyen de la siguiente manera: Pasajeros en camarotes de segunda, 46; en camarotes de tercera, 196; tripulación, 77; total, 319. Los alojamientos para los pasajeros de segunda clase están dispuestos en la cubierta de paseo, en camarotes de dos perso-

nas, con todo el equipo que es necesario para pasaje de esta clase. La tercera clase va instalada en la cubierta superior, en la que hay dispuestos camarotes para dos, cuatro y seis personas, todos con luz y ventilación directa, y con todo el mobiliario y servicio de lavado, con agua fría y caliente, necesario para pasaje de esta clase. En esta misma cubierta va un amplio salón-fumador para el pasaje de tercera y las instalaciones sanitarias de baños, etc. necesarias. Independiente y a popa de esta cubierta, va instalada la enfermería, con su sala de consultas, operaciones, cuarto de cadáveres y camarote para locos. El comedor de tercera clase va dispuesto en el extremo de proa de la caseta de la cubierta de paseo y en comunicación con la cubierta superior, donde el pasaje de esta clase tiene su alojamiento, por una amplia escalera.

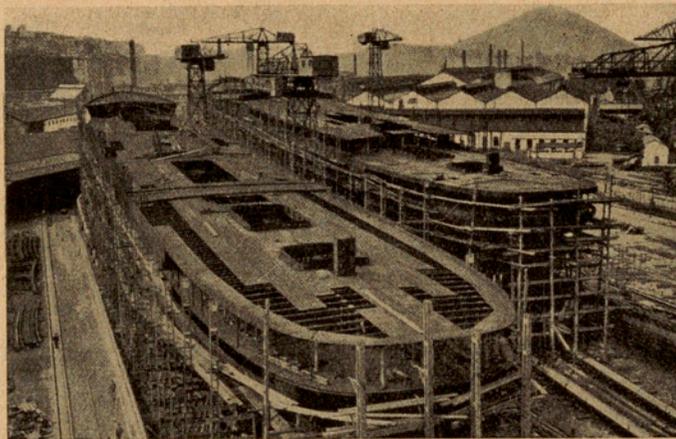
El buque, que es de dos ejes, está construido conforme a las reglas del *Lloyd's Register of Shipping* para buques del tipo *completo superestructura*, y ostenta la más alta clasificación.

Las máquinas constan de dos juegos de motores Diesel, acoplados directamente a dos ejes propulsores. Los motores son del tipo M. A. N., de cuatro tiempos, simple efecto, con inyección sólida y directamente reversibles. Cada motor tiene las siguientes características: Número de cilindros, 9; diámetro de los cilindros, 720 mm.; carrera,

1400 mm.; es capaz de desarrollar en servicio constante 3600 c. v. a unas 115 r. p. m. La maquinaria auxiliar está constituida por un grupo electrógeno de 150 kilowatts, con motor Diesel, acoplados am-



La motonave «Cabo San Antonio» al emprender su primer viaje



El «Cabo San Agustín» y el «Cabo Santo Tomé» en los astilleros de Sestao

bos a un compresor de aire para arranque. Dos grupos electrógenos de 115 kilowatts con motores Diesel. Las dinamos son de corriente continua y de 220 volts.

Este buque es, sin duda, el mejor habilitado para el servicio de la emigración, no solamente en España, sino en el Mundo entero, lo que constituye una verdadera gloria para la Marina española.

A continuación, da a conocer la Memoria que, entre la obra en curso de ejecución, figuran los cruceros «Canarias» y «Baleares» en el Ferrol; los destructores «Churruca», «Alcalá Galiano», «Almirante Antequera», «Almirante Valdés» y «Almirante Miranda» en Cartagena; los buques de motor de 17000 toneladas «Cabo San Agustín» y «Cabo Santo Tomé» para la Sociedad naviera Ybarray Compañía, en Sestao (Bilbao); un petrolero de 8000 ton. para la «C. A. M. P. S. A.», en Cádiz; un lote de locomotoras de vapor y diversos coches de ferrocarril, en Nervión (Bilbao), y en los talleres de la Carraca y San Carlos (San Fernando-Cádiz) y en los de Reinosa (Santander) trabajos de artillería y obras de auxilio y piezas de fundición y forja que precisan los otros establecimientos de la Sociedad y la industria en general, haciendo resaltar el especial impulso que, en los talleres de Nervión, se está dando a la construcción de camiones y autobuses, nueva actividad a la que se está dedicando la Sociedad.

El «Cabo San Agustín».—Recientemente se ha botado al agua este buque, cuyas características principales, casi iguales a las del «Cabo San Antonio», son: Eslora entre perpendiculares, 147'06 m.; manga, 19'20 m.; calado, 7'72 m.; puntal, 11'28 m.;

su tonelaje bruto es de 12600 toneladas y su desplazamiento de 16810 toneladas.

Llevará dos motores Diesel, tipo M. A. N., de dos tiempos y doble efecto, con inyección sin aire, de siete cilindros de 600 mm. de diámetro por 900 milímetros de carrera, cada motor, que desarrollarán una potencia total de 9200 caballos efectivos, girando a 133 revoluciones por minuto. Estas máquinas imprimirán al buque una velocidad superior a 17 millas. Para

el alumbrado eléctrico y el accionamiento de las maquinillas de cubierta y de las auxiliares, habrá cuatro grupos electrógenos con motores Diesel, tipo M. A. N.; maquinillas eléctricas, molinete eléctrico para levar anclas, y servomotor eléctrico hidráulico para el timón.

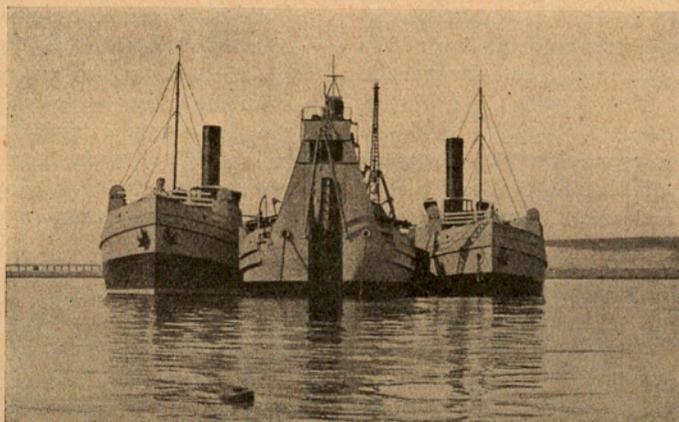
Esta construcción se verifica bajo la inspección del *Lloyd's Register of Shipping*, con objeto de obtener la clasificación máxima, 100 A. I.

Estará servido por una tripulación de 125 hombres y, además de los pasajeros de primera y segunda clase, podrá alojar convenientemente un contingente de 432 emigrantes.

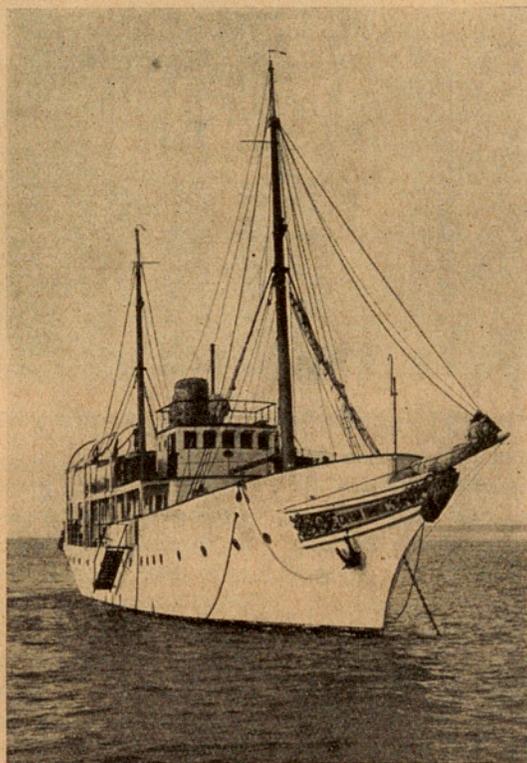
Relata asimismo la Memoria la parte tomada por la Sociedad en la constitución de una nueva entidad denominada «Constructora Nacional de Maquinaria Eléctrica», que contribuirá a la nacionalización de nuevos medios de trabajo, como también

en la constitución de la «Sociedad Anónima de Transportes Automóviles», entidad creada para el estudio y explotación con vehículos construidos por la Sociedad, principalmente, de líneas de transporte regular combinadas con los ferrocarriles.

Y, por último, después de dar cuenta de haber



La draga «Vizcaya» con los gánguiles «Gobela» y «Asúa» en trabajo de dragado

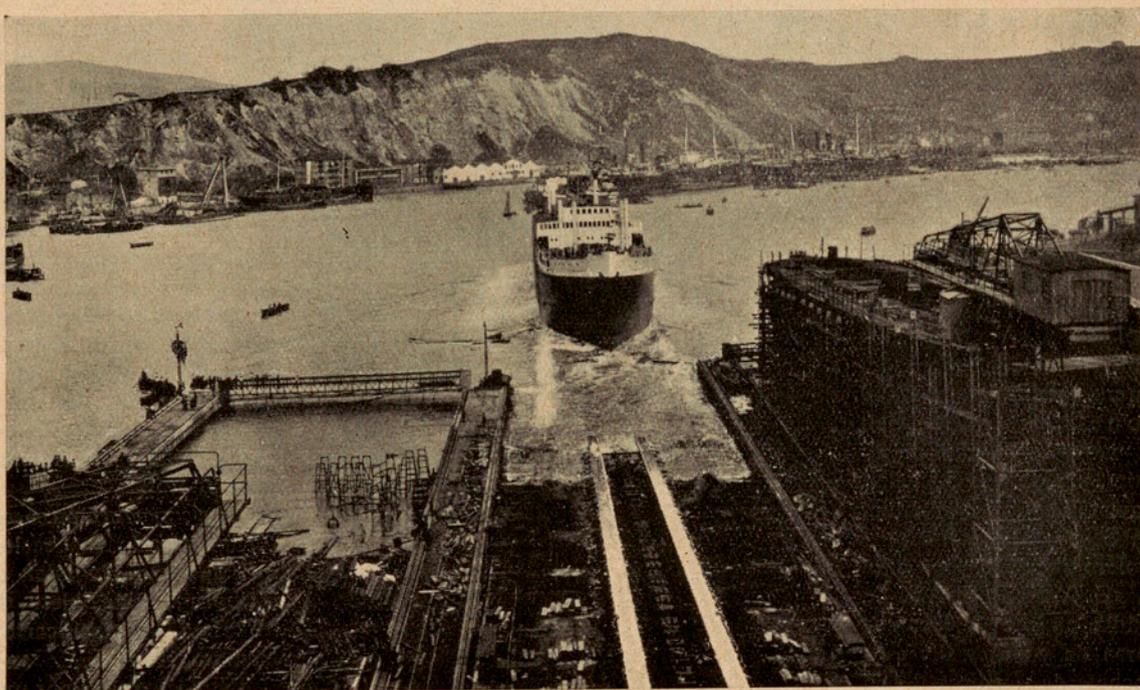


Buque a motor «Capitán Miranda» para trabajos hidrográficos, construido para el Uruguay

contribuido, durante el ejercicio de 1930, al sostenimiento de las instituciones benéficas de sus empleados y obreros con la cantidad de 1411077 pesetas, y de rendir un tributo de consideración y afecto a los consejeros y funcionarios fallecidos, termina proponiendo el reparto de un dividendo de un 7 por 100 a las acciones, libre de impuestos, igual al repartido en años anteriores.

Las electrificaciones españolas (*). — Llegamos ya al año 1929, que señala un progreso notable en el desarrollo de las electrificaciones españolas; pues,

ción de Barcelona-Moncada-Manresa y 106 km. a la sección Moncada-San Juan de las Abadesas, ambas del ancho de vía normal española, aunque en la segunda se están actualmente efectuando los trabajos necesarios para el cambio al ancho internacional, y desarrollando su trazado sobre perfil bastante movido con rampas máximas que llegan a tener, en la primera, un valor de 16'5 milésimas, mantenido en uno de los trozos del recorrido, durante más de 5 km., y, en la segunda, llega a las 20 milésimas, que se mantiene en uno de los trayectos, durante más de 3 kilómetros. El servicio de los trenes de mercan-



Al caer al agua el «Cabo San Agustín», comienzan a trabajar las retenidas

durante el mismo, se inaugura la implantación de la tracción eléctrica en seis secciones ferroviarias distintas, pertenecientes a diversas compañías, aunque la tramitación para electrificarlas se había iniciado, en casi todas ellas, bastantes años atrás, pasando por diversas vicisitudes.

Las de mayor importancia son las electrificaciones que la Compañía del Norte lleva al cabo en las secciones de Barcelona-Manresa-San Juan de las Abadesas e Irún-Alsasua; adoptando en ambas el sistema de corriente continua a 1500 volts con toma por línea aérea y conversión de energía en subestaciones de conmutatrices alimentadas por las compañías hidroeléctricas de las zonas respectivas, en que dichas secciones están enclavadas.

Comprende la primera electrificación, 168 km. de línea de servicio general, con importante tráfico de cercanías, de los que corresponden 62 km. a la sec-

ción de Barcelona-Manresa y 106 km. a la sección Moncada-San Juan de las Abadesas, ambas del ancho de vía normal española, aunque en la segunda se están actualmente efectuando los trabajos necesarios para el cambio al ancho internacional, y desarrollando su trazado sobre perfil bastante movido con rampas máximas que llegan a tener, en la primera, un valor de 16'5 milésimas, mantenido en uno de los trozos del recorrido, durante más de 5 km., y, en la segunda, llega a las 20 milésimas, que se mantiene en uno de los trayectos, durante más de 3 kilómetros. El servicio de los trenes de mercan-

cias y viajeros de largo recorrido, se realiza, en la primera sección, mediante 12 locomotoras de seis ejes motores, 102 toneladas de peso total y 2280 HP. de potencia unihoraria; y, en la segunda, mediante otras doce locomotoras de la misma potencia, pero de 110 toneladas de peso total, provistas de dos ejes libres, además de los seis ejes motores. El tráfico de cercanías se sirve, en ambas secciones, con 26 unidades de tren, constituidas cada una de ellas por un automotor y un remolque de 60 y 43 ton. de peso, respectivamente, equipado el primero con cuatro motores de tracción de 230 HP. unihorarios.

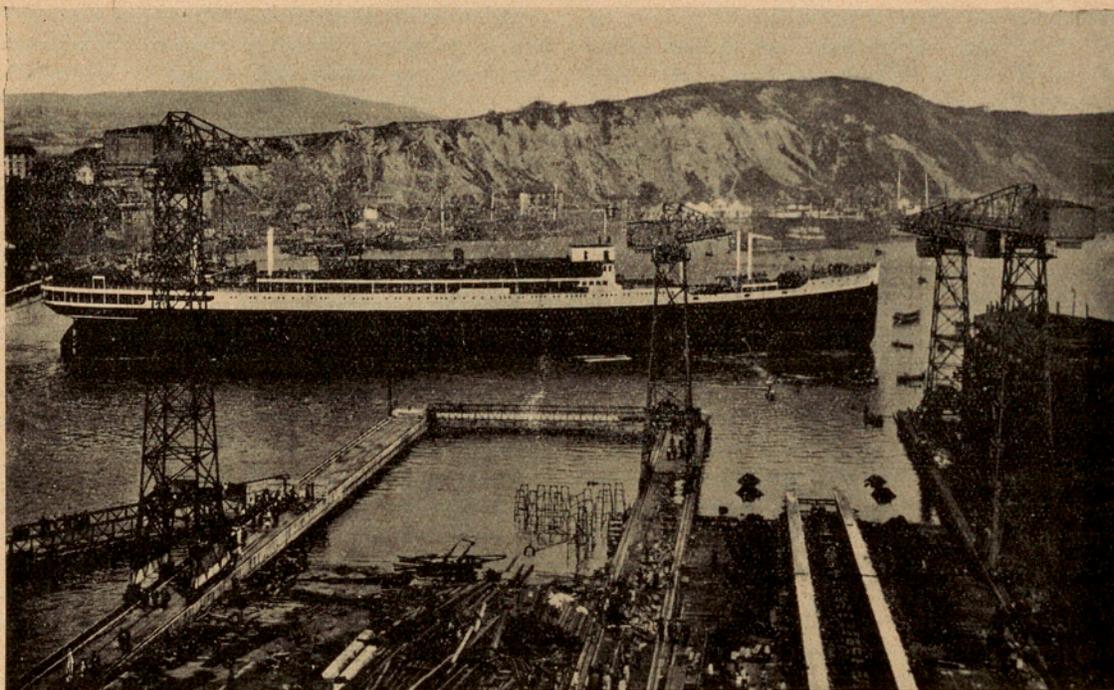
La sección de Irún-Alsasua comprende 103 kilómetros de recorrido, la mayor parte de los cuales se desarrollan sobre rápidas rampas, por cruce de la divisoria, remolcándose los trenes de mercancías con locomotoras idénticas a las anteriores de 102 toneladas de peso total, de las que se han adquirido 13, y asegurándose el servicio de cercanías con 12 unidades de tren de características también idénticas a

(*) Continuación de la nota publ. en el vol. XXXV, n.º 883, p. 386.

las que se emplean en las secciones anteriores. Para el remolque de los trenes expresos, se dispone de 12 locomotoras de gran velocidad, con seis ejes motores y dos carros guías de dos ejes, 145 ton. de peso total y 3260 HP. de potencia unihoraria.

Los Ferrocarriles del Estado inauguran el servicio eléctrico, también por esta época, en varias de sus líneas, como la de Vitoria a Estella, que constituye una sección de tráfico local de 69 km. de recorrido, vía de un metro de ancho y perfil relativamente accidentado, pues la rampa máxima llega a las 18'6 milésimas, desarrollándose 20 km. de reco-

ma, para dar paso directo hasta Barcelona a los trenes internacionales. El recorrido es sumamente accidentado, pues abundan las rampas rápidas, que llegan a ser hasta de 41 milésimas, y los túneles de bastante longitud. Se emplea el sistema de corriente continua a 1500 volts (aunque en un principio se estudió la electrificación basada en el empleo de 3000 volts), con toma por vía aérea de contacto, que es el mismo sistema utilizado por las líneas del Norte y línea de Toulouse a Aix-les-Thermes del Midi, con las que empalma, estando equipadas las subestaciones con grupos de conmutatrices a las que su-



El «Cabo San Agustín» haciendo maniobras para atracar al muelle

rrido sobre rampa continua de 5 milésimas y existiendo, además, 7 túneles. En esta línea de nueva construcción, se previó el empleo de la tracción eléctrica, desde un principio, para aprovechar así mejor sus ventajas, habiéndose adoptado el sistema de corriente continua a 1500 volts, con toma por línea aérea, que se alimenta por dos subestaciones equipadas con rectificadores de vapor de mercurio, a las que suministra energía la Compañía hidroeléctrica de la región. El material tractor está formado por cuatro automotores de viajeros, equipados con cuatro motores de tracción de 75 HP. y cinco furgones automotores de análogas características.

También pertenece a los Ferrocarriles del Estado el Traspirenaico Ripoll-Puigcerdá, aunque desde su electrificación, en análoga fecha, lo explota la Compañía del Norte, constituyendo una sección de 52 km. de recorrido, con vía del ancho normal español, que actualmente se va a cambiar al ancho internacional, como la línea del Norte, con la que empal-

ministran energía las líneas de las compañías hidroeléctricas de la región. El material tractor está formado por siete locomotoras de cuatro ejes motores, 73 ton. de peso total y 1400 HP. de potencia unihoraria.

La Compañía de los Ferrocarriles Vascongados implanta, también con la misma fecha, la tracción eléctrica en su línea Bilbao-San Sebastián, con importante tráfico local, 114 km. de recorrido de vía, de un metro en ancho, empleando asimismo el sistema de corriente continua a 1500 volts, con toma por línea aérea de contacto, alimentada por subestaciones de conmutatrices, a las que suministran energía las compañías hidroeléctricas de la región. El material tractor está formado por 10 locomotoras de cuatro ejes motores, 45 ton. de peso total y 1032 HP. unihorarios y 11 coches automotores de 34 ton. de peso y 410 HP. de potencia total.

Por último, pertenece también a la misma época la inauguración del servicio eléctrico en la línea de

Palma a Sóller, del Ferrocarril de Sóller, en la isla de Mallorca, línea suburbana y de tráfico local con 28 km. de recorrido, vía de 90 cm. de ancho y rampa máxima de 24 milésimas, que emplea el sistema de corriente continua a 1200 volts (por empalmar con secciones urbanas que trabajan a 600 volts), con toma por línea aérea de contacto a la que alimenta una subestación de rectificadores de vapor de mercurio. El material tractor está formado por cuatro automotores de 36 ton. de peso total y 200 HP. de potencia.

En la reseña precedente, hemos tratado de incluir todas las electrificaciones que se refieren exclusivamente a ferrocarriles propiamente dichos, no citando, por tanto, aquéllos que, aunque legalmente están considerados como ferrocarriles, o bien realizan servicios urbanos, o bien pueden equipararse a verdaderos tranvías, como, por ejemplo, los metropolitanos de Madrid y Barcelona, líneas Coruña-Sada, Musel-Avilés, etc., aunque quizá podría haberse incluido entre los primeros el ferrocarril de La Lona, ampliado y mejorado modernamente, que explota con tracción eléctrica el trayecto Linares-Baeza-Úbeda, de unos 48 km. de recorrido, vía de un metro de ancho, empleando el sistema de corriente continua a 600 volts y disponiendo de 2 locomotoras de 22 ton. de peso total y 245 HP. de potencia, además de varios automotores. (Continuará)

El «Metro» madrileño.—La Compañía concesionaria del ferrocarril subterráneo de Madrid ha sido autorizada para construir las líneas de la calle de Goya al barrio de la Guindalera, por la calle de Torrijos, con una estación en la de Lista. El concurso de la construcción se debía convocar en el pasado junio, para comenzar las obras en julio. La nueva línea, que ha de estar terminada en un plazo de diez y ocho meses, tendrá una longitud de 1500 metros, y su coste ascenderá a siete millones y medio de pesetas.

La actual estación de Goya, de la línea Sol-Ventas, será notablemente ampliada, construyéndose una segunda estación aneja, sensiblemente al mismo nivel, a pesar de ser subterráneos los cruces de la línea proyectada con la citada anteriormente.

Inauguración del aeropuerto de Madrid.—El día 30 de abril se inauguró el aeropuerto de Madrid, enclavado en el término municipal de Barajas. Ocupa una extensión de 146 hectáreas, superior a la de los campos existentes (Getafe, 58 hectáreas, y Cuatro Vientos, 76 hectáreas), y ha costado 750000 ptas.

Para la completa terminación de las obras, ha de trascurrir todavía un año, pero se ha efectuado la inauguración por tener ya ultimada su instalación la Compañía Española de Aviación, que ha construido un edificio para club, un cobertizo con diez jaulas adosadas para avionetas de alas plegables, una cochera, un taller y varios otros servicios.

Crónica general

Profesores y escritores rusos en centros científicos extranjeros.—En la historia de las ciencias, no se había registrado todavía el caso de que centenares de hombres de ciencia fuesen desterrados en masa de su país, o lo hayan tenido que abandonar ante la imposibilidad de proseguir en él su labor científica.

Esto es, sin embargo, lo ocurrido en Rusia, a raíz de la revolución bolchevique de hace diez años: los hombres de ciencia, lo mismo que muchos otros, no tuvieron más remedio que someterse al nuevo régimen, aceptando los inusitados puntos de vista acerca de la libertad de las ideas científicas, o tratar de buscar sus medios de subsistencia en el extranjero. Carecemos de estadísticas acerca de los muchos que, después de abandonar la obra de toda su vida y sus hogares, fueron a hundirse y fracasar oscuramente en la lucha por la existencia; en cambio, resulta de gran interés saber que gran número de ellos lograron hallar una ocupación adecuada en diferentes países, y que en ellos han podido continuar sus estudios. Puede formarse una idea aproximada de su labor, examinando la bibliografía de los libros y documentos publicados por los hombres de ciencia rusos en el extranjero, durante el período de 1920 a 1930, y que ha sido recientemente publicada por el Instituto científico ruso fundado en Belgrado, contando con el decidido apoyo del Gobierno yugoslavo.

El volumen contiene nada menos que 7032 títulos de libros y folletos publicados, en 18 idiomas diferentes, por 472 autores rusos dispersos por todos los países del Mundo, desde Sofía hasta Estocolmo, desde Kharbin e Indochina hasta Londres y París, y de Chicago a Buenos Aires. Como es natural, la mayor parte de las publicaciones se refieren a obras de Economía, Sociología, Historia, Filología, Leyes, pero las hay también de Ingeniería y otras ciencias aplicadas, y un tanto por ciento inesperadamente elevado de obras sobre ciencias naturales y ciencias exactas: su número es de 1929 y corresponden a 122 autores. La lista se halla encabezada por 596 obras escritas por 38 autores sobre diversos problemas de Medicina y Fisiología; figuran en número importante varios antiguos discípulos del famoso profesor I. Pavlov, cuyos métodos para el estudio de la Fisiología del sistema nervioso se están desarrollando por ellos en gran número de laboratorios, tanto en Europa como en los Estados Unidos de N. A.

Hay nueve botánicos que han publicado 121 obras, entre las cuales se hallan los libros de V. V. Lepeshkin sobre Fisiología química de las plantas, libros que son bien conocidos por los especialistas. Once geólogos hay desterrados y, entre ellos, hay celebridades como el difunto N. J. Andruso (de Praga) y A. Stebutt (Belgrado), sumando 102 las publicaciones sobre Geología.

Diez zoólogos y entomólogos rusos han publicado 250 libros y folletos, incluyendo una serie de

notables artículos sobre Anatomía comparada por M. M. Nocikov (Praga), culminando en el libro «El principio de la Analogía y la Anatomía comparada» (Jena, 1930). Entre los trabajos entomológicos, merece ser mencionado el «Catálogo mundial de afanípteros» de J. N. Wagner (Belgrado). Los microbiólogos son tres tan sólo, pero entre ellos hay el nombre de S. Metalnikoff (París) que seguramente será familiar a la mayor parte de los especialistas de esta rama; los 115 trabajos debidos a ellos representan una valiosa colaboración a numerosos problemas fundamentales. La Química rusa puede estar justamente orgullosa de la obra de J. L. Bickermann (Berlín) y E. Rabinovitch (Göttingen), para mencionar únicamente dos de los 13 químicos que han publicado entre todos 133 obras; además, hay 6 físicos que han publicado 101 folletos y 11 investigadores rusos que han publicado 200 folletos sobre Matemáticas y Mecánica. Sólo dos astrónomos rusos hay en el extranjero; sus nombres son, en cambio, bien conocidos: O. Struve (Chicago) y V. Stratonov (Praga). Entre ambos astrónomos han publicado más de 100 trabajos.

Para completar la lista, hay que mencionar 131 documentos y libros sobre temas geográficos, debidos a 11 autores y 80 publicaciones de 9 autores sobre Agricultura.

Por notables que parezcan estas cifras, son todavía muy incompletas, debido a que la bibliografía comprende sólo las obras de los hombres de ciencia rusos que han facilitado listas de sus trabajos; muchos de ellos se abstuvieron de ello, por diferentes razones. Los editores, sin embargo, confían en poder publicar suplementos a dicha bibliografía, periódicamente.

Muchos sabios rusos han aprovechado ampliamente las oportunidades que les han ofrecido varias universidades y laboratorios, muchos de los cuales han abierto cordialmente sus puertas a sus colegas rusos.

Además de contribuir al progreso científico con su labor original propia, los hombres de ciencia rusos están asimismo prestando un gran servicio a los hombres de ciencia de otros países, poniendo a su alcance los resultados de la investigación rusa, que se han mantenido durante mucho tiempo desconocidos para los extranjeros; probablemente no será exagerado afirmar, que toda revista bibliográfica, o que publique extractos o resúmenes, cuenta actualmente con algún ruso perito en la materia, lo cual contribuye a que la labor de los investigadores rusos pueda ser aprovechada por los extranjeros.

Música eléctrica.—En una memoria leída ante la «New York Electrical Society», el 19 de marzo, el doctor Goldsmith discutió lo que denomina «nueva música de vibraciones eléctricas». Explicó que, por medio de un nuevo aparato llamado *carrillón eléctrico*, se pueden emitir sonidos de campanas de potencia

superior a la de la campana más potente del Mundo.

Una serie de plaquitas de acero, parecidas a las campanas de los tímbrs domésticos, son golpeadas por sendos martillitos accionados por un teclado como el del piano. Los sonidos así producidos sólo son audibles a pocos centímetros de distancia; pero las vibraciones producidas dan lugar a corrientes o vibraciones eléctricas, en una especie de *pick-up* semejante al de los amplificadores gramofónicos (IBÉRICA, v. XXXIV, n.º 847, p. 220). Las débiles corrientes, amplificadas millones de veces por válvulas de vacío, llegan a dar sonidos oíbles a varios kilómetros de distancia, cuando son emitidos por gigantescos altavoces desde una torre o campanario.

El operador del carrillón eléctrico, no sólo tiene en su mano el producir las notas que quiera y con el ritmo que quiera, sino que puede variar su volumen y potencia. (IBÉRICA, v. XXXV, n. 871, p. 199).

El doctor Goldsmith está convencido de que la *música eléctrica* tiene abierto un gran porvenir. Las limitaciones físicas que ahora coartan la realización de las ideas de los grandes artistas irán desapareciendo en su mayor parte. El número de notas que el músico podrá tocar por segundo no quedará ya limitado por la agilidad de los dedos. Sonidos de toda clase podrán asociarse por métodos eléctricos, para formar caprichosas combinaciones nunca oídas.

Cualquier músico podrá, en un momento dado, variar el timbre de los sonidos emitidos, cosa que equivaldrá a cambiar de instrumento. Poco a poco, se irán formando compositores que saquen partido de las grandes posibilidades de la música eléctrica.

La electrificación de Palestina.—En el «Engineer» de 27 de marzo, Mr. H. J. Shepstone da cuenta de los progresos realizados en el proyecto de electrificación de Palestina, basado en las centrales del Jordán. Desde sus fuentes en el monte Hermon, hasta su desagüe en el mar Muerto, el río salva un desnivel de unos 900 metros y vierte diariamente más de 5000000 de metros cúbicos de agua en el mar Muerto.

El proyecto comprende la instalación de tres centrales hidroeléctricas, de las que hay ya una terminada. Esta central está situada en Sisir-el-Mujameh, unos 10 km. al sur del lago de Galilea. Con objeto de regular y almacenar el agua, se han construido dos presas y dos canales revestidos de hormigón, habiéndose ya instalado los dos primeros grupos de 8000 c. v. cada uno en la central. Cuando haya demanda suficiente para justificarlo, serán instalados otros dos grupos; más tarde, se construirá una segunda central en Abadich y otra en Jisr Banah Yakub, respectivamente, al norte y al sur del lago de Galilea. Las líneas de transmisión enlazarán las centrales hidroeléctricas con tres centrales térmicas en Jaffa, Hifa y Tiberíades, y, dentro de poco, se confía en que no habrá población, caserío, ni establecimiento agrícola que carezca de electricidad.

LOS SUBPISOS DE ELECTRONES Y LA VALENCIA QUÍMICA

En IBÉRICA, vol. XVII, n.º 427, pág. 296 (13 de mayo de 1922), apareció la disposición del sistema periódico de los elementos, que propuse, basándome en la ley de Rydberg. En 1924 lo desarrollé con más amplitud en el tomo I de mi obra de «Análisis Químico Mineral», y últimamente en IBÉRICA, volumen XXXV, número 870, página 186 (21 de marzo de 1931), lo modifiqué y perfeccioné, sobre todo en lo que concierne al cuarto período, y en especial a los elementos de las tierras raras, que aislé completamente de todos los otros elementos del sistema periódico.

Respondiendo a la tercera dificultad sobre el número exorbitante de valencias *posibles*, que en mi primer trabajo y en el libro de Análisis atribuyo a los elementos del tercero y cuarto período, digo lo siguiente, en la página 189 del último artículo citado de IBÉRICA:

«En realidad, nunca de hecho se tiene el máximo de valencias *posibles* (18 y 32), asignadas a los elementos de dichos períodos; pero la admisión de las valencias posibles, deducidas de la ley de Rydberg, era sólo una primera aproximación, que servía admirablemente, por una parte, para *limitar* a dos el número de las valencias posibles de los elementos del primer período, y a ocho las de los elementos del segundo período; y, por otra parte, para *ensanchar* este límite, del cual no pasaba la teoría de los octetos de Lewis Langmuir, para los elementos del tercero y cuarto período. *La limitación y fijación ulterior depende de la teoría de los subpisos de electrones.*»

«Pero hace casi dos lustros, cuando propuse la primera disposición del sistema periódico según la ley de Rydberg, esta teoría de los subpisos de electrones comenzaba sólo a esbozarse, y los subpisos no estaban aún fijados...»

«Baste, por ahora, con indicar la clave de la solución del problema del número de valencias de los elementos del tercero y cuarto período: pues en otra ocasión pienso desarrollar este tema tan interesante con mayor amplitud, y compaginar las consecuencias que se deducen del estudio de los espectros y de la teoría electrónica, con las que se prevén al estudiar las propiedades de los compuestos químicos.»

Esta promesa es la que deseo cumplir en el presente artículo, para poder fijar con mayor precisión el número de valencias posibles, positivas y negativas, sobre todo en los elementos del tercero y cuarto período, en que, por distribuirse el piso o capa principal en más de dos subpisos o subcapas, no pueden saltar ya los electrones de los subpisos interiores al más exterior, donde se supone que están colocados los electrones de valencia, cuando los átomos se combinan entre sí.

Primero trataremos de los subpisos, que se deducen de la teoría electrónica y de las radiaciones espectrales, y después haremos la aplicación al número de valencias, que se deducen de las combinaciones químicas.

PRIMERA PARTE

Subpisos de electrones, según las radiaciones espectrales

No es mi ánimo, en este trabajo, ni hacer la historia de la evolución de las ideas, que ha tenido lugar desde Bohr hasta nuestros días, ni desarrollar completamente los fundamentos de las teorías más modernas sobre este punto particular, los cuales los suponemos sabidos (1). Nosotros sólo pretendemos dar un esquema abreviado de lo que actualmente se admite, para deducir de aquí el número de valencias posibles y compararlo con el que, por otro lado, parece lo más probable, al estudiar las propiedades y reacciones químicas de los elementos.

Los hechos bien observados son siempre los mismos; pero las teorías que se inventan para explicar estos hechos, varían con el tiempo, y a veces vertiginosamente, como las que se refieren a la estructura de los átomos, en que la moderna teoría de Bohr ha sido ya sustituida por la modernísima teoría ondulatoria de de Broglie y Schroedinger, pasando por otros varios grados intermedios. No se crea, sin embargo, que tales teorías sean inútiles; pues, gracias a ellas, paso a paso se ha llegado a interpretar los hechos de una manera que causa admiración, al ver las profundidades hasta donde ha penetrado el entendimiento humano en la resolución de un problema tan difícil.

Para exponer la cuestión con algún orden, primero indicaremos, principalmente, los hechos y después diremos algo de las teorías que tratan de explicarlos.

Hechos principales.—Los hechos principales son los espectros ópticos.

Los espectros dependen de los electrones de los

(1) Quien desee profundizar en esta cuestión, puede ver, entre otros trabajos:

NOYES, A. y BECKMAN, A. O. «The structure of atoms as a periodic property, and its relation to valence and ion formation». Chem. Reviews, vol. V. 1928, p. 85.

DUSHMAN, S. «Line spectra and the periodic arrangement of the elements». Chem. Reviews, vol. V. 1928, p. 109.

CROZE, F. «La structure électronique des atomes». Bull. Soc. Chim. de France. Oct. 1930, p. 1017.

BLOCH, L. «Estructura de los espectros y estructura de los átomos». IBÉRICA, vol. XXXV, n.º 859 (3 enero 1931), pág. 10.

PARTINGTON, J. R. «A text-book of inorganic chemistry». 3.ª edic. Macmillan and Co. Ld. London. 1930, p. 463 y siguientes.

CASTELFRANCHI, G. «Física Moderna». Milano. 1930. 3.ª edición. Otros muchos trabajos se podrían citar; pero en los arriba mencionados encontrará el lector lo más moderno sobre estas interesantes teorías.

átomos: al saltar éstos de un piso a otro, producen una radiación de longitud de onda determinada. Estudiando estas radiaciones, que forman los espectros característicos de cada elemento, podremos llegar, tal vez, a descifrar el enigma del número y disposición de estos electrones; *pues estas radiaciones dependen de los electrones, como de efecto a causa.*

De hecho, los espectros están formados por *conjuntos discontinuos* de rayas, lo cual indica que los electrones que los producen también están dispuestos en grupos especiales, en mayor o menor número.

Los electrones exteriores producen los espectros ópticos y los interiores los de los rayos X: del estudio de ambos han deducido los espectroscopistas la disposición de los electrones en el átomo *normal*; pero, sobre todo, de los segundos.

Se entiende por *átomo normal* aquél, en el cual los electrones se encuentran en estado de *energía potencial mínima*. Todos estos electrones ocupan los niveles más interiores que les corresponden, los cuales siempre tienden a llenar, cuando por cualquier causa se les hace salir fuera; pero, en algunos casos de los períodos tercero y cuarto, encontraremos luego algunas excepciones en que los últimos electrones de los metales alcalinos, alcalinotérreos y otros ocupan subpisos exteriores, antes de que estén del todo llenos los precedentes: esta aparente anomalía ha sido explicada por Fermi.

Los electrones, que en el átomo normal tienen la menor energía potencial, pueden estar sometidos a influencias exteriores, del calor, de la luz, rayos catódicos, rayos X, radioactividad, etc., y hacer pasar el electrón de un piso a otro, o hacerlo saltar al exterior, de modo que ya no sea atraído por el átomo; en el primer caso, se dice que el átomo ha sido *excitado*, y a la energía que se ha gastado en ello se la llama *energía de excitación*: el electrón entonces produce un espectro de *absorción* (inversión en negro de las rayas de Fraunhofer); en el segundo caso, se dice que el átomo ha sido *ionizado*, y a la energía necesaria para ello se la denomina *energía de ionización*. Se comprende que la energía gastada, para un electrón dado, sea mayor en el segundo caso que en el primero, y así se ha comprobado experimentalmente.

Como hay cierta proporcionalidad entre la energía necesaria para estas modificaciones de los electrones de los átomos, esto es, que se necesita más energía para *excitar* o *ionizar* los electrones más profundos que los superficiales, se comprende que de aquí se pueda deducir cuántos pisos y subpisos forman los electrones de cada átomo.

Por otra parte, cuando cesa de actuar la causa que influye en que el electrón haya salido del piso, que le corresponde en el átomo normal, naturalmente, el mismo u otro electrón tiende a ocupar el sitio dejado vacío; pues, como hemos dicho, el átomo normal es el de menor energía: como cuando tiramos una piedra al aire, al acabarse la fuerza del

impulso que la tiró, naturalmente, la piedra, por su peso, tiende a bajar al suelo. El electrón que así penetra en niveles más internos desprende energía, produciendo ondas luminosas, ultravioletadas o rayos X, de menor longitud de onda, pero de mayor frecuencia, cuanto más profundamente haya penetrado en el átomo. Por estas longitudes de onda y por las rayas espectrales de emisión que producen, también se puede sacar cuántos electrones hay y a qué profundidades penetran, determinando así los pisos y subpisos de los diferentes átomos.

Conviene hacer notar que los electrones exteriores, que ya se excitan o ionizan fácilmente por el calor, producen la luz; pero que los interiores más profundos producen los rayos X, y éstos sirven, más que los primeros, para deducir los pisos y subpisos; porque los primeros tienen encima varios niveles libres sin ningún electrón; y no es cosa fácil el determinar estos pasos de un nivel a otro, porque la energía necesaria para hacer pasar los electrones varía poco, mientras que, cuando saltan los electrones de los pisos profundos, encima de los cuales todos los pisos próximos están ocupados por electrones, al saltar el electrón no produce ordinariamente excitación, sino ionización, y la diferencia de energía necesaria para arrancar un electrón u otro es mucho mayor, por lo cual se aprecia con más facilidad.

Adviértase que, en este caso, será uno de los electrones próximos el que pasará a ocupar el sitio que ha quedado vacío por el ión ionizado; el que deje éste será a su vez ocupado por otro, y así sucesivamente, produciéndose varias radiaciones X y luminosas de diferente longitud de onda.

Estudiando los rayos X, se encontró que muchas de sus rayas no eran sencillas, sino que presentaban una estructura fina; pues una raya se podía resolver en otras varias que corresponden, sin duda, a diferencias pequeñas de energía. De este conjunto de rayas, los espectroscopistas de rayos X han deducido los diferentes pisos y subpisos de electrones en los átomos. Para abreviar, al piso más interno le llaman *K*, y sólo tiene un nivel de energía; a los siguientes, *L*, *M*, *N*, *O*, *P*, *Q*, y tienen varios niveles de energía que corresponden a otros tantos subpisos: tres, cinco, siete, etc. La notación de estos diferentes subpisos o niveles de energía es 1, 2, 3, 4, 5..., o *s*, *p*, *d*, *f*, *g*..., que ahora es la más corriente.

Otros hechos existen en Espectroscopía, que han ayudado también a determinar los electrones de un átomo. Éstos son: el *efecto Zeeman*, división de una raya espectral en otras varias, cuando ésta se somete a un campo magnético; en dos, cuando el rayo analizado es paralelo al campo, y en tres, cuando es transversal.

Los *multiplétes* de los espectros luminosos, como la raya *D* del sodio, que está constituida por un *doblete*, o sea por dos rayas, próximas entre sí; pues sólo se diferencian en 6 Å.

El efecto Zeeman, impropriamente llamado *anómalo*, que consiste en la aparición de mayor número de rayas que las tres del efecto Zeeman *normal*, cuando las rayas obtenidas con espectroscopios de gran potencia separadora, han sido sometidas a campos magnéticos más o menos intensos.

La estructura *superfina* observada en el cadmio y en el bismuto por Goudsmith y Back, mediante una gran red de difracción y aparatos interferenciales, los cuales han demostrado que algunas rayas del bismuto están constituidas por 6 y otras por 12 componentes. Probablemente dependen del momento de rotación del núcleo.

Los *espectros de banda*, así llamados, porque los espectroscopios primitivos, con que fueron observados por primera vez, no podían diferenciar sus rayas, están en realidad constituidos por rayas muy próximas entre sí, como se ha demostrado, analizándolos con espectroscopios de gran poder resolutivo.

Los espectros de banda son de dos clases: unas bandas se encuentran en el espectro visible, y ultravioletado, y están formadas por rayas, cada vez más densas, que forman la *cabeza de banda*, dirigida unas veces hacia el rojo y otras hacia el violado; además, existen otros espectros de bandas en el infrarrojo, compuestas de rayas, que tienen entre sí diferencias de frecuencia constantes.

Que estas bandas se deban a las moléculas y no a los átomos se prueba, porque, cuando se calientan suficientemente los gases que las producen, de manera que se disocian, desaparecen los espectros de bandas.

Estos espectros se deben a los diferentes niveles energéticos de las moléculas, como los espectros de raya son producidos por los niveles energéticos de los átomos.

Poco se conoce todavía que dé alguna luz en la interpretación de estos espectros de bandas; pero ciertamente están en mayor relación con los electrones de valencia que unen los átomos entre sí, formando las moléculas, que los espectros de rayas.

Explicación de los hechos. Diversas teorías.— Sabido es que, según la teoría de Bohr, se suponen varios niveles en cada átomo en forma de órbitas más o menos excéntricas, por las cuales tienen los electrones un movimiento de traslación sin gasto de energía, y que sólo pierde o gana energía el electrón, acomodándose a la teoría cuántica, cuando salta de un nivel a otro: es decir, que la energía varía no por ascenso o descenso indefinido, como suponía la Mecánica clásica, sino por saltos o *cuantos*, como afirma la nueva teoría cuántica. Además, los electrones tienen un movimiento de rotación sobre sí mismos, y también un momento mecánico y otro magnético.

Fundándose en estos movimientos, atribuidos a los electrones de los átomos, para poder explicar los diferentes fenómenos observados en los espec-

tros, los físicos han atribuido a dichos átomos diferentes números cuánticos, que han designado por letras, *n, k, l, j, s, m*, etc. Del número de estos *cuantos* y del valor, que les atribuyen, deducen los diferentes autores los pisos y subpisos en que están ordenados los electrones alrededor del núcleo; pero no todos dicen lo mismo y las diferentes teorías han evolucionado mucho desde Bohr hasta nuestros días. Este autor (1), fundándose en los cuantos admitidos por Sommerfeld (1915) *n = cuanto principal* y *k = cuanto subordinado o azimutal*, necesarios para explicar las rayas ordinarias del espectro, determina los subpisos de electrones en una tabla (página 41), de la cual entresaco solamente los correspondientes a los gases nobles.

N. n _k	1 ₁	2 ₁ 2 ₂	3 ₁ 3 ₂ 3 ₃	4 ₁ 4 ₂ 4 ₃ 4 ₄	5 ₁ 5 ₂ 5 ₃ 5 ₄ 5 ₅	6 ₁ 6 ₂ 6 ₃ 6 ₄ 6 ₅ 6 ₆	7 ₁ 7 ₂
2 He	2						
10 Ne	2	4 4					
18 A	2	4 4	4 4				
36 Kr	2	4 4	6 6 6	4 4			
54 X	2	4 4	6 6 6	6 6 6	4 4		
86 Nt	2	4 4	6 6 6	8 8 8 8	6 6 6	4 4	
118 ?	2	4 4	6 6 6	8 8 8 8	8 8 8 8	6 6 6	4 4
En cada piso completo	2	8	18	32	32	18	8

O, si se considera el Nt como el último gas noble, serían 2, 8, 18, 32, 18, 8.

Sommerfeld, en su obra «La constitution de l'atome» (2), admite cuatro números cuánticos *n, n', k = (n - n')* y *m*, y con ellos explica los espectros de los rayos X, y trata de determinar los subpisos de electrones, aunque confiesa (p. 617), que no puede dar una teoría completa.

Expondremos a continuación la que hoy se admite entre los autores, obra de diferentes físicos y químicos; pero la propondremos brevemente, indicando, más bien que discutiendo, los diferentes cuantos atribuidos a los átomos, de los cuales deducen la disposición de los electrones en pisos y subpisos.

El término cuántico *k* ha sido sustituido por el cuanto *l = 0, 1, 2, 3, ... n - 1*.

A los dos cuantos *n* y *l* fué preciso añadir un tercer cuanto *j*, para explicar los multipletes, llamado *cuanto interno*. Es el momento resultante del electrón y del residuo (núcleo y demás electrones) en los iones: por ejemplo, en un metal alcalino.

Este cuanto *j* está ligado a otro cuanto *s* (*spin* de los ingleses) que se atribuye al movimiento de rotación del electrón, y que siempre vale $\pm \frac{1}{2}$, por la ecuación siguiente:

$$j = l \pm s = l \pm \frac{1}{2}, \text{ salvo para } l = 0, \text{ en cuyo}$$

(1) BOHR. «The structure of the atom». Nature. 7 julio 1923. p. 29.

(2) Trad. de H. Bellenot, 1922 y 1923, pág. 617.

caso siempre es $j = + \frac{1}{2}$, de modo que j siempre es positivo.

Para $l=0$, el cuanto j sólo tiene un valor $\frac{1}{2}$; para $l=1$, dos, $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{2}$; para $l=2$, dos, $\frac{3}{2}$ y $\frac{5}{2}$; para $l=3$, dos, $\frac{5}{2}$ y $\frac{7}{2}$, etc.; de modo que, fuera del primer caso, de $l=0$, j siempre tiene dos valores; además, la serie de estos valores está formada por la serie de las mitades de los números impares, repitiendo siempre dos de estos términos.

Además, existe el cuanto m , llamado *cuanto magnético*, el cual puede tener los valores siguientes:

$$j, j - 1, \dots, -j + 1, -j$$

Así, para $j = \frac{1}{2}$, existen dos cuantos m , $+j$ y $-j$, o sea $+\frac{1}{2}$ y $-\frac{1}{2}$; para $j = \frac{3}{2}$, cuatro, $+j$, $j - 1$, $-j + 1$, $-j$, o sea $+\frac{3}{2}$, $+\frac{1}{2}$, $-\frac{1}{2}$, $-\frac{3}{2}$; para $j = \frac{5}{2}$, seis, $+\frac{5}{2}$, $+\frac{3}{2}$, $+\frac{1}{2}$, $-\frac{1}{2}$, $-\frac{3}{2}$, $-\frac{5}{2}$; para $j = \frac{7}{2}$, existen ocho, $+\frac{7}{2}$, $+\frac{5}{2}$, $+\frac{3}{2}$, $+\frac{1}{2}$, $-\frac{1}{2}$, $-\frac{3}{2}$, $-\frac{5}{2}$, $-\frac{7}{2}$, y así sucesivamente.

También existe un cuanto magnético alternativo, positivo y negativo, m_l , que determina las posibles orientaciones de la órbita del campo magnético.

Sus valores son: $l, l-1, l-2, \dots, -(l-2), -(l-1), -l$, es decir, que existen $2l + 1$ valores. Por ejemplo: para $l=0$, un valor 0; para $l=1$, tres valores, $0, +1, -1$; para $l=2$, cinco valores, $0, +1, -1, +2, -2$, y así sucesivamente.

Con los cuatro números cuánticos, n, l, j, m , regulados por el llamado principio o regla de Pauli, podemos determinar el número de electrones que puede haber en un subpiso dado. La regla de Pauli dice así: *En el mismo átomo, no pueden existir dos electrones que tengan los números cuánticos n, l, j, m , iguales.*

Supongamos que $n = 1$, entonces será $l = 0$, y $j = 0 + \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$; pero m tendrá dos valores $-j$ y $+j$, o sea $+\frac{1}{2}$ y $-\frac{1}{2}$, por lo cual puede haber dos electrones que tengan el cuanto principal $n = 1$, pero no más de dos.

Para $n = 2$, tendremos un primer $l = 0$, al que corresponderá $j = \frac{1}{2}$, y $m = -\frac{1}{2}$ y $+\frac{1}{2}$; un segundo $l = 1$, al que corresponderán $j = \frac{1}{2}$ y $\frac{3}{2}$; para $j = \frac{1}{2}$, como antes, $m = -\frac{1}{2}$ y $+\frac{1}{2}$, y para $j = \frac{3}{2}$, $m = +\frac{3}{2}, +\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}, -\frac{3}{2}$, lo que da dos

electrones para $l = 0$, y $2 + 4 =$ seis para $l = 1$, o sea, en total ocho electrones para $n = 2$ y sólo ocho.

Así se pueden ir aplicando los principios anteriores, y se encontrará que, para $n=3$, podrá haber $2+6+10=18$ electrones; para $n=4$, $2+6+10+14=32$, y así sucesivamente, según la fórmula $2(2l+1)$. Resumiendo en un cuadro estos subpisos, tendremos:

Pisos	K	L	M	N	O	P
$n =$	1	2	3	4	5	6
$l =$	0	0 1	0 1 2	0 1 2 3	0 1 2 3 4	0 1 2 3 4 5
$2(2l+1) =$	2	2 6	2 6 10	2 6 10 14	2 6 10 14 18	2 6 10 14 18 22
Total	2	8	18	32	50	72
$2n^2 =$	$2 \cdot 1^2$	$2 \cdot 2^2$	$2 \cdot 3^2$	$2 \cdot 4^2$	$2 \cdot 5^2$	$2 \cdot 6^2$

Según esto, el nivel O debería contar 50 electrones y el nivel P 72; pero, en realidad, no existe tal número. La demostración de por qué a partir del piso O, donde $n = 5$, el número de electrones no llega al valor $2 \cdot n^2$, se debe a Fermi (1928) (1).

«Este físico ha asimilado el conjunto de electrones, que rodean el núcleo de un átomo en estado normal, a una atmósfera gaseosa, que esté en equilibrio en su estado de energía mínimo, bajo la acción combinada de la atracción del núcleo y de las repulsiones mutuas de los electrones que la componen. Suponiendo que los números cuánticos de estos electrones satisfacen a la regla de Pauli, y tratando la atmósfera formada por su conjunto según los principios de la Mecánica estadística, ha encontrado que la densidad de esta atmósfera es tal, que debe encontrarse en este estado particular, llamado *estado degenerado*, en el que se encuentran los gases ordinarios a temperaturas vecinas del cero absoluto»; pues una atmósfera de electrones es una atmósfera de un verdadero gas perfecto, que no ejerce influencias internas.

«Cuando un gas se encuentra en este estado, se puede deducir de su densidad la distribución de las velocidades y, por consiguiente, la de los momentos angulares de traslación de las partículas, que la componen. Fermi ha podido obtener así el número de electrones, que tiene en el estado normal un átomo de número atómico N , con un cuanto $k = l + 1$ determinado.»

En la siguiente tabla (2), se ve en conjunto la disposición de los números cuánticos y del número de electrones de cada piso y subpiso, teniendo presente la regla de Pauli y las consideraciones de Fermi. Los pisos corresponden a los cuantos principales n , los subpisos a l y, si se quiere dividir éstos en otros grupos inferiores, se podrán agrupar los electrones correspondientes al cuanto j , como he indicado en el cuadro, aunque no están en Partington.

(1) Véase Croze. «Bull. Soc. chim de France», oct. 1930, p. 1072.
 (2) Tomada de «Partington» (pág. 465).

Tabla de los números cuánticos de los elementos

n	2		3	
	1	0	1	0
l	0	0	1	2
j	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{2}$
m	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$
ml	0	0	0	0
Subpisos (n, l, j)	2	2	4	4
Subpisos (n, l)	2	2	6	6
Pisos	2	8	18	10

n	4		3	
	1	0	1	0
l	1	2	3	7
j	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{2}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{7}{2}$
m	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$
ml	0	0	0	0
Subpisos (n, l, j)	2	2	4	6
Subpisos (n, l)	2	2	10	14
Pisos	2	32	32	8

La disposición de los cuantos de la tabla anterior nos dará la clave, para asignar a cada átomo los electrones, que les corresponden, y su distribución en pisos y subpisos.

Añadiremos en la página 30 la tabla de Stoner

átomos de los gases raros según la serie: $2 + 8 + 18 + 32 + 18 + 8 + \dots$, que, como se ve, no es más que la serie de Rydberg con los términos invertidos, y suprimiendo el 2 correspondiente a los elementos incompletos: puede verse en el adjunto cuadro:

Relación entre la serie de Rydberg y los pisos de electrones

Serie de Rydberg, cuyos términos señalan cuándo se forma un gas noble		Serie que indica cómo se distribuyen los electrones en los gases nobles ya formados K L M N O P Q		Serie que indica cómo se distribuirían, si existiesen más elementos	
$2+8+8+18+18+32+32 \dots$		$= 2+8+18+32 \dots +32+18+8$		$= 2+8+18+32 \dots +32+18+8$	
He	2	He	2	He	2
Ne	2+8	Ne	2+8	Ne	2 +8
A	2+8+8	A	2+8+8	A	2+8 +8
Kr	2+8+8+18	Kr	2+8+18+8	Kr	2+8 +18+8
Xe	2+8+8+18+18	Xe	2+8+18+18 ... +8	Xe	2+8+18 +18+8
Rn	2+8+8+18+18+32	Rn	2+8+18+32 ... +18+8	Rn	2+8+18 +32+18+8
118	2+8+8+18+18+32+32 ...			118	2+8+18+32 ... +32+18+8

y Main-Smith (1) que, con ligeras diferencias, es la generalmente admitida hoy en día por los espectroscopistas, y que, a pesar de ser propuesta por Stoner en 1924, está de acuerdo con el principio de exclusión de Pauli, que es posterior, pues requiere la asignación de cuatro números cuánticos a cada electrón, los cuales corresponden a los niveles energéticos del átomo y a su espectro. Estos espectros, observados sistemáticamente, están de acuerdo con el principio de exclusión de Pauli; pues no se encuentran las rayas, que él excluye, y que por otras razones serían posibles.

Esta tabla sólo señala los subpisos correspondientes a n, l ; fácil cosa es hallar, si se desean, los correspondientes a n, l, j .

Suprimimos los símbolos de los términos espectrales y el voltaje de ionización, y en algunos casos hemos tomado uno sólo de los dos valores, que dichos autores asignan a algunos átomos más pesados, pues sabida es la facilidad con que los electrones exteriores pasan de un subpiso a otro.

En la tabla, la construcción de los pisos y subpisos sólo es regular hasta el argón, es decir, que todos los sitios disponibles están ocupados por electrones en los elementos, que le anteceden. Pero en el potasio (19) y el calcio (20) comienza a formarse el piso N , antes de que esté terminado el M ; en el rubidio (37) y el estroncio (38) el piso O , antes de estar terminado el N ; en el cesio (55) y el bario (56), el P , antes de estar terminado el O , y finalmente, en el alcalino desconocido (87) y el radio (88), el piso Q , antes de estar terminados el P y el O . Ésta es la razón por que los electrones del piso O no llegan a 50, como sucedería si estuviesen ocupados todos los sitios, según la fórmula $2(2l+1)$.

Prescindiendo de los sitios no ocupados por electrones, resulta que éstos se distribuyen en los

Como se ve por el cuadro anterior, el orden de los sumandos de la serie de Rydberg se altera desde el Kr en adelante. Los 10 primeros electrones nuevos del Kr se juntan con los 8 últimos del A, para formar un piso de 18 electrones, y los 8 siguientes constituyen un piso de por sí; pero con éstos se juntan los 10 primeros nuevos del Xe, para formar otro piso de 18, y quedan los 8 siguientes para otro piso. En el Rn, son los 24 primeros nuevos electrones los que se reparten entre los pisos N y O , que ya habían comenzado a formarse en los gases nobles anteriores, 14 con los 18 del piso N , que ahora forman 32, y 10 con los 8 del piso O , que ahora tendrá 18; los 8 electrones restantes constituyen el piso P de dicho gas. En la segunda serie del cuarto período, no tenemos más que 6 elementos hasta el uranio, cuyos electrones quedan 4 en el piso P , y 2 en el piso exterior Q .

De lo que acabamos de exponer, se deduce que, de hecho, el último piso de cada gas noble sólo tiene ocho electrones; y como, por el cuadro, no se encuentra ningún elemento cuyos subpisos exteriores tengan más de ocho electrones, se ve ahora con toda claridad que las *valencias máximas positivas*, que dependen del número de estos electrones, *no pueden ser más de ocho*.

Dada la rapidez con que las teorías cambian, y estando en verdadera crisis la teoría de Bohr (1) y de Sommerfeld, con sus órbitas circulares y elípticas, de las que dependen los cuantos, establecidos por dichos autores y los que les siguieron en el desarrollo de su teoría; y predominando actualmente en el campo científico la Mecánica cuántica de Heisenberg, Born, Jordan, Dirac, etc. y la Mecánica ondulatoria de L. de Broglie y Schroeder, que explica todos estos fenómenos por vibraciones ondulatorias de los electrones en el espacio, suprimiendo

(1) Tomada de «S. Dushman» (Chem. Rev. Vol. V, pág. 129).

(1) Véase CASTELFRANCHI «Física Moderna», pág. 667.

el microcósmico sistema planetario de Bohr (1), se ofrece una grave dificultad. ¿Cómo puede ser verdad lo de los números de electrones en cada subpiso, deducidos de las consideraciones que acabamos de explanar, siendo así que todo el raciocinio está fundado en una teoría falsa?

Responderé brevemente con las palabras de Castelfranchi (2): «La razón es ésta: de real, de substancial en el modelo atómico, tanto en la vieja como en la nueva teoría, es que existen los números cuánticos; aquellos números n , l , j , m , que individualizan la energía de las trayectorias en el viejo lenguaje, y el mismo valor E del nuevo. Solamente la E (energía) juega en el fenómeno, se descubre en la observación de las rayas espectrales y en las reacciones químicas, y estos números han podido perder el significado, que parecían tener en los modelos derivados de la vieja Mecánica; pero mantener inalterable su función de determinar la energía.»

Confirman lo mismo las palabras más breves y concisas de S. Dushman (3).

«Algún físico ha llamado pueril a la idea de las órbitas de la teoría de Bohr; pero queda en pie la de los niveles de energía, que es sería.»

La disposición de los electrones en pisos y subpisos tiene gran relación con el número de valencias, pues es de suponer, en principio, que los elementos cuyos subpisos exteriores contengan más electrones, tendrán por lo menos tantas valencias positivas como electrones haya en el último subpiso; y, como los electrones pueden pasar de un subpiso a otro (no se olvide que la disposición

propuesta en la tabla se refiere a los átomos *normales*), también podrán aumentar este número, por ejemplo, hasta tantas valencias positivas cuantos electrones se encuentren en los dos últimos subpisos y tal vez más.

Sin embargo, en la práctica, no se conocen las combinaciones que deberían dar algunos elementos, si tal número de valencias tuvieran: por ejemplo, el flúor, que, de seguro, sólo se conocen combinaciones con una valencia positiva, y probablemente con tres y, sin embargo, son 5 los electrones del último subpiso y 2 los del penúltimo, en total siete.

A pesar de todo, desde que Lewis en 1916 introdujo la noción de las *configuraciones estables* como un postulado, varios han sido los químico-físicos que han tratado de dar alguna explicación, fijando las condiciones requeridas para la combinación. En gran parte, ha sido conseguido por Heiter y London en 1927, introduciendo los métodos de la Mecánica ondulatoria, para tratar las acciones mutuas de los átomos, aplicándolos primero a la formación de la molécula de H_2 , y que Bohr no había podido explicar, y luego a las otras combinaciones.

London dice que «la valencia del átomo neutro es igual al número de sus electrones no acoplados en un par de Pauli». Sin embargo, al llegar a la práctica de las valencias que *a priori* se atribuyen a cada elemento, son tantos o más los que presentan excepciones, como los que cumplen la regla general (1). Lo cual quiere decir que esta cuestión no está aún completamente dilucidada, si sólo se tienen presentes las teorías electrónicas y se prescindie de otras consideraciones y datos experimentales físicos y químicos.

(Continuará)

Barcelona (Sarriá).

EUGENIO SAZ, S. J.

Subdirector del Instituto Químico.

(1) Puede verse LANGEVIN, P. «Les nouvelles Mécaniques et la Chimie» en el tomo que publicó la «Reunion international de Chimie-Physique. — Activation et Structure des Molecules». París, 1928. página 550.

(2) «Física Moderna», pág. 716.

(3) Chem. Rev. Vol. V. 1928, pág. 109.

(1) Véase CROZE. «Bull. Soc. Chim.» de France. Vol. 1930, pág. 1032 y siguientes.



BIBLIOGRAFÍA

LAFAY, M. A. *Cours de Physique*. Tome II. *Thermodynamique. Optique*. 736 pag. avec fig. Gauthier-Villars. Paris. 1931. 150 fr.

Llega a nuestras manos el tomo segundo de esta importante obra, poco tiempo después de aparecido el primero, cuya reseña ya hicimos (véase IBÉRICA, vol. XXXV, n.º 880, pág. 352); no insistiremos, por lo tanto, en el elogio de este nuevo tomo, más voluminoso y más interesante, si cabe, que el anterior.

A pesar del carácter didáctico de esta obra, no por ello queda reducida a una exposición de las cuestiones clásicas y de su evolución histórica, por la que el autor siente especial predilección, como lo demuestran las interesantes notitas de que está salpicado el texto; en el «Complemento» que sigue a la mayoría de lecciones, son objeto de estudio, cuestiones de carácter más elevado, tales como las aplicaciones de la Termodinámica a diversos fenómenos físicos, teorema de la equipartición de la energía, transformación de Lorentz, hiperespacio de Minkowski y Einstein, efecto Raman, átomo de Bohr, efecto Compton, Mecánica ondulatoria, difracción de electrones, etc.

Como puede verse, muchas de las cuestiones de palpitante actualidad, sujetas a controversia, han sido incluidas en el texto con mayor o menor extensión: bajo este aspecto, consideramos al presente tomo más interesante que el primero, por la mayor amplitud que el autor

parece haber querido dar a las recientes adquisiciones científicas, aunque a ello se presten las materias tratadas, especialmente la Óptica.

No pretendemos seguir aquí una por una las treinta y dos lecciones en que está dividida la obra, de las cuales, las doce primeras corresponden a Termodinámica y las restantes a Óptica; ello exigiría, además de un espacio no acostumbrado en estas recensiones, el estudio más detallado y profundo de la obra, incompatible con el tiempo disponible para que con oportunidad salga a la luz pública esta nota bibliográfica.

Empieza la Termodinámica por el estudio de los fundamentos experimentales del primer principio o de la *equivalencia*, del cual no es más que un caso particular el principio de los *estados inicial y final* de Termoquímica; luego se hace aplicación del primer principio al estudio de los gases, en los que se estudian los calores específicos a presión constante y a volumen constante, energía interna de los flúidos y aplicación a la licuefacción de los gases.

Con la lección quinta se inicia el estudio del segundo principio o de Carnot, función de Clapeyron, temperaturas absolutas, entropía, potencial termodinámico, etc., haciendo luego una serie de aplicaciones muy instructivas de los dos principios a diversos fenómenos eléctricos, pilas reversibles, termoelectricidad.

Toda la lección 9.^a está dedicada a las máquinas térmicas (de vapor, explosión, etc.) y frigoríficas; la teoría de los gases se expone extensamente en la 11.^a, y en la 12.^a los fenómenos de conductividad calorífica, con la que finaliza la primera parte de este tomo.

Según ya hemos indicado al principio, más de la segunda mitad del volumen está consagrada al estudio de los fenómenos de Óptica física, pues supone conocida la geométrica; por la extensión con que se tratan, no solamente ciertas materias clásicas, como, por ejemplo, la difracción, sino también las teorías modernas, como la de la relatividad, constituye el conjunto de estas lecciones un excelente tratado de Óptica física.

Después de una exposición histórica de los diversos métodos utilizados para la medida de la velocidad de la luz, se traza a grandes rasgos las vicisitudes por que han pasado las teorías, para explicar la naturaleza de aquélla, hasta llegar a la teoría electromagnética.

Sigue luego el estudio de las interferencias y de la difracción (a ésta se dedican las lecciones 15.^a, 16.^a y 17.^a, siendo muy interesante el detalle con que se expone la dificultosa teoría de difracción) y se pasa luego a las importantes aplicaciones de estos fenómenos, tales como la medida de índices de refracción, interferometría, etc.

Con la lección 19.^a se inicia el estudio de la acción del movimiento de los cuerpos sobre los fenómenos luminosos, partiendo de las experiencias de Fizeau primero y luego de las de Michelson y Morley, hasta llegar a plantear el famoso principio de relatividad; es digna de ser leída la lección 20.^a, dedicada por completo a esta difícil cuestión, expuesta concisa y elementalmente, por el esfuerzo que supone en el autor.

A continuación, las cinco lecciones siguientes tratan de la polarización elíptica y circular, polarización cromática y rotatoria; con la lección 26.^a se inicia el estudio del análisis espectral, entrando en la constitución de los espectros de rayas, espectros de absorción, fenómeno de Zeeman, procedimientos fotográficos, etc.

Sigue un breve estudio del espectro infrarrojo en la lección 28.^a, pasándose luego al de la fosforescencia y fluorescencia, fosforescencia de vapores y al del efecto Raman que tanta importancia tiene actualmente; en la lección 29.^a se trata de la radiación en general, cuerpo negro, leyes de Stefan y Wien, fórmula de Planck, aplicación a los pirómetros ópticos, etc.

Finalmente, de las tres últimas lecciones, la 30.^a trata de la radiactividad, medidas radiactivas, isótopos, trasmutaciones, etc.; la 31.^a de la óptica de los rayos X, espectrografía por cristal y polvo cristalino, ley de Moseley, etc., y la aplicación al hidrógeno (átomo de Bohr), y la lección 32.^a del efecto fotoeléctrico, células fotoeléctricas, efecto Compton, etc. y un esbozo de Mecánica ondulatoria, difracción de los electrones y problemas relacionados con estas cuestiones que la Física tiene planteadas en la actualidad —J. BALTÁ ELÍAS.

PLANCK, M. *Introducción a la Mecánica general*. 256 páginas. Soc. Matemática Española. Santa Teresa, 8. Madrid. 1930.

Formando parte de la Biblioteca matemática dirigida por Rey Pastor, ha sido publicada recientemente la versión española del libro de Planck «*Einführung in die allgemeine Mechanik*», llevada a efecto por el ingeniero señor Peña.

De verdadero acierto puede calificarse la idea de incorporar a nuestro idioma esta obra del profesor Planck, no sólo por el valor de esta firma, que ya sería razón suficiente, sino también por tratarse de un libro que responde a un criterio y orientación que se apartan de los que suelen presidir la mayor parte de los tratados de Mecánica que frecuentemente vienen apareciendo.

Atiéndese en éstos, con preferencia, a la parte puramente matemática y de cálculo, que, si necesaria para la deducción de resultados y conclusiones a partir de los principios fundamentales, no pasa de ser un mero instrumento cuyo manejo llega muchas veces a oscurecer el contenido físico o esencia mecánica de los conceptos que entran en juego.

Y es este contenido conceptual, antes que el aspecto matemático de los problemas, lo que se tiende a poner de relieve en esta obra, en cuyas páginas puede el lector recorrer el proceso lógico e histórico

del sucesivo desarrollo de la Mecánica, hasta alcanzar su estado actual.

El nombre del autor es suficiente garantía para asegurar buen éxito a este libro, que por sus características nos trae el recuerdo de otro, también vertido al español y que en cierto modo es dentro de la Matemática pura lo que el de Planck en el terreno de la Mecánica: «La Matemática superior desde un punto de vista elemental» de Klein.

Para que el lector tenga idea de las materias que contiene, he aquí el índice de sus capítulos: PARTE 1.^a—I. Movimiento de un punto sobre una recta.—II. Movimiento en el espacio.—III. Fuerzas centrales. Potencial.—IV. Integración de las ecuaciones del movimiento.—V. Movimiento relativo.—VI. Condiciones prefijadas (Fuerzas de ligadura). PARTE 2.^a Mecánica de un sistema de puntos materiales.—I. Estática de un sólido invariable.—II. Estática de un sistema cualquiera de puntos.—III. Dinámica de un sistema cualquiera de puntos.—IV. Dinámica de un cuerpo sólido.

Si la traducción fué cuidada, tanto técnica como gramaticalmente, no puede decirse lo mismo por lo que afecta a la corrección de pruebas, como está bien patente en la extensa fe de erratas que desentona de la presentación que suele ser habitual en los libros de esta índole.—O.

Jornadas de Onda Corta. Vol. de 242 pág. profusamente ilustr., publicado por el Comité ejecutivo de estas Jornadas. Barcelona. 1931.

Con el nombre de «Jornadas de Onda Corta» se celebró en la Exposición Internacional de Barcelona, durante los días 15, 16 y 17 de noviembre de 1929, el primer Congreso de radioaficionados españoles.

Además de las comunicaciones originales presentadas por algunos de éstos, los eminentes profesores B. Cabrera y R. Mesny dieron una serie de interesantes conferencias, cuyo extracto se publicó en un artículo de esta Revista (vol. XXXII, n.º 807, pág. 376).

El presente tomo, que acaba de aparecer lujosamente editado (no ha sido puesto a la venta, pues sólo se reparte a los congresistas), constituye un memorándum de los diversos actos que se celebraron con motivo de dicho Congreso; además de varias fotografías alusivas a los mismos, lista de congresistas, actas de las sesiones, etc., lo que avalora principalmente este tomo, ocupándolo en su mayor parte, es el texto de las ya indicadas comunicaciones y conferencias, redactadas *in extenso*, según apuntes taquigráficos de las mismas.

Los títulos de estas últimas bastan por sí solos, para poner de manifiesto el interés de las materias tratadas por los ilustres conferenciantes. Cabrera, desde un punto de vista especulativo, trató de «Los problemas de la transmisión de las ondas cortas, Ondas electromagnéticas y luz» y «El átomo, como emisor de ondas electromagnéticas». Mesny, técnico y de aplicación, trató sucesivamente de «La propagación de las ondas cortas», «La telefotogrametría de aficionado», «Emisiones dirigidas» y «Las ondas ultracortas».

Dado el reducido tiraje de este tomo y con objeto de contribuir a la mayor difusión de estas conferencias, IBÉRICA publicará probablemente las que, por su contenido y actualidad, ofrezcan un especial interés para sus lectores.

Entre los aficionados que presentaron comunicaciones sobre diversos puntos de técnica de la radiocomunicación en ondas cortas, figuran los nombres de Feyto, Vidal Ayuso, Maymi Plaués-Py, Cirera, Baltá Elías, Delgado Ferrer, Estublier, Castell, etc., nombres bien conocidos entre los *radioamateurs* españoles y extranjeros.

Termina la obra con un «Apéndice», en el que se han coleccionado diversos datos útiles, como la organización del *stand* EAR en la Exposición, direcciones de las sociedades de radioaficionados existentes en todo el Mundo, lista de indicativos y nombres de los concesionarios de las estaciones españolas de radioaficionados oficialmente autorizadas hasta la fecha, acuerdos del Congreso de Washington de 1927, sobre las bandas de frecuencia asignadas a los *radioamateurs* para el tráfico internacional, legislación vigente para la concesión de nuevas estaciones de aficionado, etc.

El Comité organizador de estas «Jornadas», domiciliado en Barcelona (Clarís, 6), a cuyas expensas se ha publicado la obra que nos ocupa, se ha reservado un reducido número de ejemplares de la misma, para distribuir entre las corporaciones y entidades científicas que lo soliciten y que, por olvido involuntario, no lo hayan recibido.

SUMARIO. Actividad de la Sociedad Española de Construcción Naval en 1930.—Las electrificaciones españolas.—El «Metro» madrileño.—Inauguración del aeropuerto de Madrid ■ Profesores y escritores rusos en centros científicos extranjeros.—Música eléctrica.—La electrificación en Palestina ■ Los subpisos de electrones y la valencia química, E. Saz, S. J. ■ Bibliografía ■ Suplemento. ¿La parte es igual al todo? Consultas. Libros recibidos.