

Anales de la Junta para ampliación de estudios e investigaciones científicas.

Tomo IV.

Memoria 2.^a



UN CURSO TEÓRICO Y PRÁCTICO
DE
QUÍMICA-FÍSICA

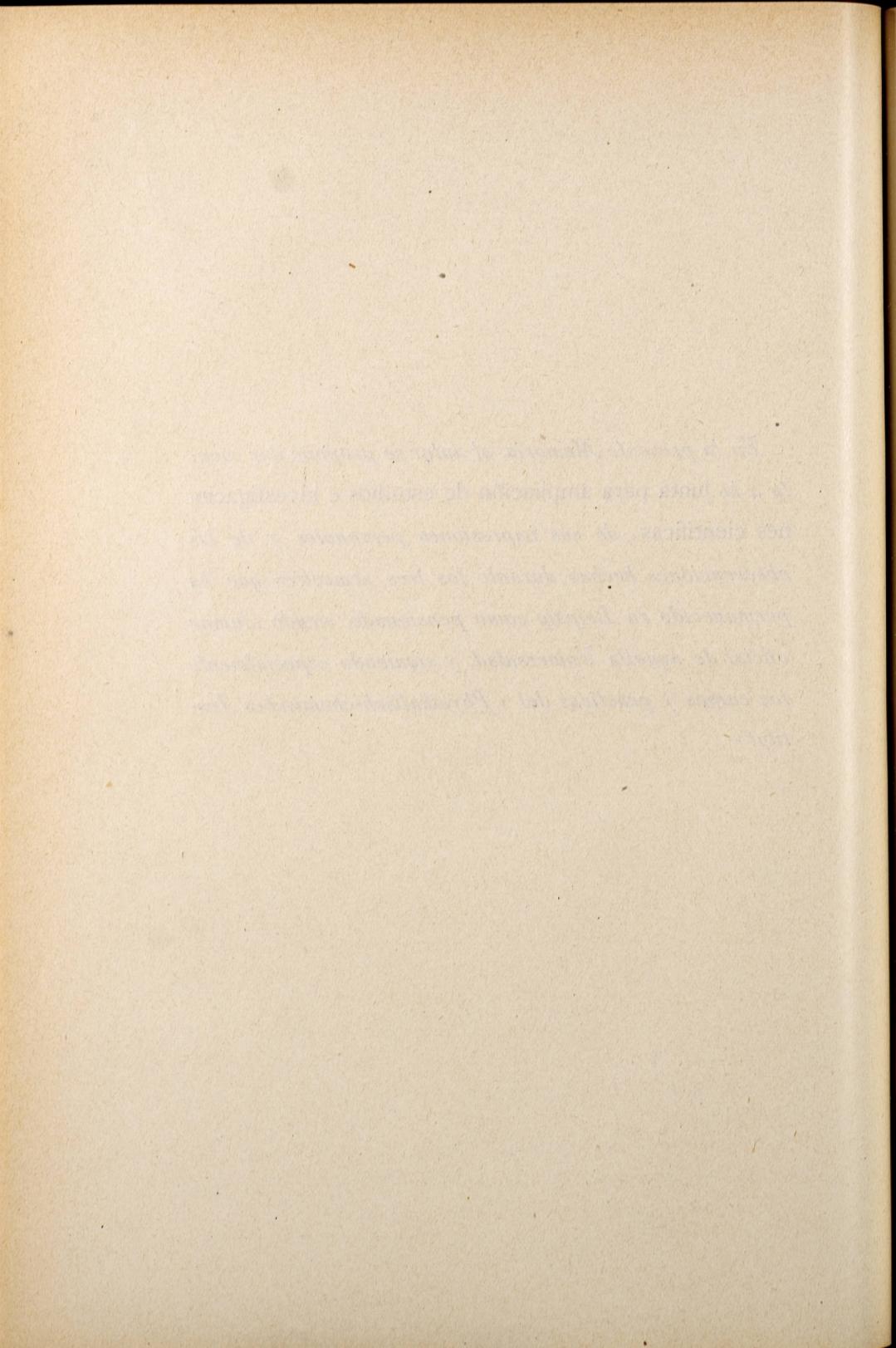
POR

E. MOLES

OPTIMICAL PAGE

SECTION I.

En la presente Memoria, el autor se propone dar cuenta á la Junta para ampliación de estudios é investigaciones científicas, de sus impresiones personales y de las observaciones hechas durante los tres semestres que ha permanecido en Leipzg como pensionado, siendo alumno oficial de aquella Universidad, y siguiendo especialmente los cursos y prácticas del «Physikalisch-chemisches Institut».



Inspirandonos en el poco *aire de fuera*, que antes de salir de España habíamos recibido, creímos poder encontrar en Leipzig, ciudad justamente famosa por varios conceptos, el centro más adecuado para cumplir con nuestra misión casi *descubridora*, puesto que se trataba de un estudio nuevo entre nosotros.

El Instituto de química-física de la Universidad, está situado en pleno barrio universitario, de aspecto atrayente por su sencillez y tiene á su frente al profesor Max Le Blanc, que sucedió á Ostwald cuando éste se retiró voluntariamente á la vida privada, al no serle concedido por el senado universitario el alivio que él solicitaba en sus funciones docentes. Ostwald que á los veintiocho años era ya *ordinarius* en Riga, realizó un trabajo intensísimo de laboratorio, *él solo*, construyéndose él mismo sus aparatos, ejecutando numerosísimos trabajos que llenan infinidad de páginas en las revistas especiales y llevaba á cabo al mismo tiempo una sorprendente actividad literaria, publicando ya en 1885-87 su magnífico tratado de *Química general*, en tres grandes tomos, resumen admirable y excelente de todo lo que en química-física se había publicado y que aún hoy es obra de consulta indispensable. Luego escribió sus tratados de *Química inorgánica*, de *Análisis químico*, el *resumen de química-física*, etc., y en 1887 empezó con van't Hoff la publicación de la *Revista de química-física*. No trataremos de dar idea completa de la gran actividad y potencia creadora del maestro, por ser su obra conocida y haberla descrito de modo excelente en las biografías que de él escribieron Walden y van't Hoff. Desde 1887, fecha

en que fué llamado á Leipzig, inició además su actividad como organizador, y diez años más tarde en 1897, pudo inaugurar el instituto que el Gobierno sajón, reconociendo su mérito, mandó construir, siguiendo los planos del maestro y en el que desarrolló éste su actividad de organizador y docente hasta 1906. En este época, sintiendo una fatiga harto justificada, viendo agotarse los *cajoncitos cerebrales* destinados á la química (como nos decía gráficamente el maestro en una entrevista inolvidable para nosotros) pidió al senado universitario que le relevase de la obligación de explicar lección teórica, dejándole de director del Instituto al frente del laboratorio. Y no le fué concedido. Aún hoy, cuatro años después de su retirada, acuden desde lejanos países los jóvenes atraídos por la fama de Ostwald. Nosotros mismos creímos tener aún la suerte de poder aprender de él. El Instituto de Leipzig, *su Instituto* vive aún de su espíritu, todos los docentes que en él están han sido sus discípulos, y todos, ó casi todos los actuales maestros de la química-física, han pasado por el Instituto de Ostwald.

Nuestro quehacer en el laboratorio, durante el primer semestre, debía consistir en los ensayos del Praktikum de química-física, consignados en el apéndice de la obra de Ostwald-Luther *Hand und Hilfsbuch der physico-chemische Messungen* y además asistir á las lecciones siguientes: «Ojeada sobre electroquímica teórica y técnica» y «Aplicaciones de la química-física á problemas técnicos», ambas con el profesor Le Blanc y en el Instituto mismo, ó «Introducción al tratamiento matemático de las Ciencias naturales», con el profesor Fischer en el Instituto de Anatomía.

La mayor parte del tiempo, sin embargo, casi ocho horas diarias, lo llevábamos en el laboratorio. Las primeras impresiones fueron de confusión y aislamiento. Nos encontrábamos entre infinidad de objetos, de los que sólo habíamos visto algunos en los grabados de libros y rodeados de gente que trabajaban ya con seguridad en sus cosas sin preocuparse para nada de lo demás. El que empieza debe elegir además por sí sólo cuál de los ensayos

va á hacer primero, se le costumbra desde el principio á regirse y discernir por cuenta propia. Si tiene dificultades en los ensayos puede consultar al asistente, que le atenderá solícito y le resolverá dudas, pero el *programa* no parece por ninguna parte; no está el practicante obligado á seguir determinado orden. El que éste sea más ó menos lógico, depende exclusivamente del practicante, se le obliga á ver y estudiar el conjunto de lo que ha de ser su trabajo y tiene que poner á contribución su propio criterio y hacerse por sí mismo una distribución adecuada.

Y precisamente esta necesidad de valerse á sí propio, el encontrarse abandonado á las propias fuerzas, es al principio algo deprimente, desagradable, pero se hace y reconoce luego como excelente, como el mejor elemento educativo, el procedimiento mejor de llegar al trabajo original. El director y los asistentes preguntan por la marcha de los ensayos, pero de modo que no aparece en ellos el *maestro*. Se habla casi de igual á igual, se discuten las dudas y se aclaran en la pizarra, pero siempre empleando tono de colegas. Uno de nuestros mayores asombros al principio de la estancia en Leipzig, era el oír una discusión de algún docente con uno de los doctorados acerca del trabajo de éste y en la que, á pesar de parecerme á mí lógico, no siempre el docente llevaba la razón. El doctorando, sabía en su trabajo especial más que el propio docente.

Estando en la Universidad de Barcelona habíamos tenido ocasión de hacer algunas determinaciones ebullicoscópicas de pesos moleculares y numerosos ensayos con el calorímetro de Berthelot-Mahler, que nos era bien conocido. A esto se resumía toda nuestra experiencia en química-física. Nos era necesario hacer todos los ensayos del Praktikum y seguimos en ellos el mismo orden del Ostwald-Luther:

1.^o Determinaciones de pesos moleculares.

Por el método crioscópico y con los aparatos de Beckmann.

Substancia empleada, *alcanfor*, y disolvente, *benzol*,

y para ver el efecto en un electrolito,

Substancia, *cloruro potásico seco, y disolvente, agua.*

Además del peso molecular deducido de la conocida fórmula de Raoult, se calculó la presión osmótica, el calor de fusión del benzol, y en el segundo caso el peso molecular aparente y el grado de disociación.

Por el método ebullioscópico y con los aparatos de Beckmann.

Substancia empleada, *alcanfor, y disolvente, éter*
 » » *fenetol,* » *benzol.*

Se calcularon el peso molecular, la presión osmótica y el calor de evaporación.

Todos los ensayos fueron naturalmente repetidos hasta tener resultados concordantes.

Por el método de desplazamiento de V. Meyer.

Substancias empleadas, *cloroformo*
 » » *éter,*

y en el baño exterior, *agua.*

Se ensayó además *benzol*, calentando en baño de *toluol.*

2.^o Ensayos calorimétricos.

Determinación del calor de neutralización del *ácido clorhídrico* con la *potasa.*

Determinación del calor de disolución del cloruro potásico en agua.

Las determinaciones con la bomba calorimétrica no las repetí, por serme conocidas.

3.^o Ensayos de óptica.

Determinación del poder refractorio de soluciones de cloruro potásico al 5 y 10 por 100, en agua.

Se empleó en los ensayos el modelo sencillo de refractómetro Pulfrich. Con el modelo perfeccionado del mismo autor, se determinaron, á temperatura constante, los índices de refracción del *agua, éter acético, éter etílico, bromuro de etileno y benzol* para espectros de sodio y de litio y se determinó el grado de dispersión y la refracción molecular, comparándola con la teórica deducida

de los datos de Brühl. La fórmula para calcular la constante R, de los datos obtenidos con las soluciones de cloruro potásico, es:

$$R \cdot p + \frac{n_{\text{agua}} - 1}{d_{\text{agua}}} (100 - p) = \frac{n_{\text{sol.}} - 1}{d_{\text{sol.}}} 100$$

(p , es el tanto $\%$ de cuerpo disuelto; n , índice de refracción, y d , densidad).

4.^o Determinación del número de transporte de los iones.

Se determinó el correspondiente al argentión y al nitratión en una solución de nitrato argéntico, aproximadamente $\frac{1}{20}$ normal.

En los cálculos se vió además la diferencia entre los voltámetros de cobre y de plata, que debe ser menor de 5 por 100.

5.^o Determinación de la conductividad de los electrolitos.

Se calibró el alambre del puente de Kohlrausch por el método de Strouhal y Barus, calculando luego la tabla de correcciones.

Se determinó la conductividad del agua pura, después de haber determinado la capacidad de resistencia de la vasija, con una solución $\frac{n}{50}$ de cloruro potásico, efectuando repetidos ensayos y tomando el término medio de todos ellos.

Se determinó la constante de disociación del ácido succínico.

Se determinó la basicidad del ácido cítrico.

Se determinó la constante de dilución (fórmula de van 't Hoff) en el ácido clorhídrico.

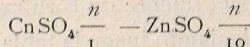
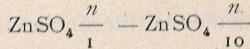
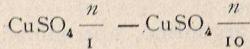
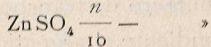
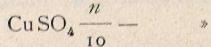
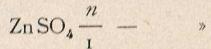
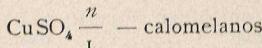
6.^o Determinación de la fuerza electromotriz.

Se construyó un elemento normal de cadmio y un electrómetro capilar. Se comparó el primero con un elemento de Weston controlado.

Se construyó un elemento normal de calomelanos.

Se midieron las siguientes cadenas:

PAR DE DANIELL



Luego la cadena de transporte.

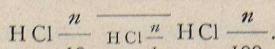
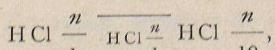
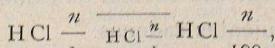
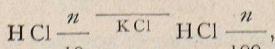
Hg, HgCl, KCl sol. conc. — KCl sol. dil., HgCl, Hg,

se midieron las soluciones,

$$\frac{n}{1} = \frac{n}{10}, \quad \frac{n}{10} = \frac{n}{100} \text{ y } \frac{n}{1} = \frac{n}{100}.$$

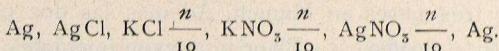
Se repitió el ensayo empleando HC/ en lugar del KC/.

Se midieron las cadenas de dilución.



Se repitió el ensayo empleando HON_α en lugar del HCl .

Se determinó la solubilidad del cloruro argéntico, midiendo la cadena.



Se hicieron ensayos con cadenas gaseosas de hidrógeno, oxígeno, contrastando los electrodos varias veces, y empleando soluciones ácida y alcalina.

Se midieron las cadenas de oxidación y de reducción,

Sal ferroso-férrica	calomelanos
Bicromato potásico.	calomelanos
Sal ferroso-férrica	bicromato potásico

en soluciones ácida, neutra y alcalina.

7.^º Determinación de la velocidad de reacción.

Catalisis del acetato de metilo por la acción de ácidos.

Cálculo de la constante.

Catalisis de la reacción entre el persulfato potásico y el ácido iodhídrico por medio de sales de hierro y de cobre.

Gráfica de los resultados. (Véase fig. 1.)

8.^º Determinación de puntos de fusión y de tránsito en sales fundidas.

Se determinaron los puntos de fusión del cloruro potásico y del sódico puros, y el descenso del punto de fusión de una de las sales por la adición de la otra. Los ensayos se hicieron en un horno eléctrico (de alambre de níquel) con termoelemento y pirómetro de Siemens.

Gráfica de los resultados. (Véanse figs. 2 y 3.)

Cada uno de los ensayos citados requiere además el estudio de la parte teórica correspondiente, para llegar á la comprensión de las fórmulas y poder calcular los resultados. De este modo se inicia además el conocimiento de la literatura y el manejo de las revistas especiales. Aunque nuestra preferencia era para el trabajo de laboratorio, no por eso dejaron de tener gran interés para nosotros las lecciones teóricas. Habíamos temido en un

principio que no entenderíamos ó que había de sernos difícil seguir la explicación. Con gran contento, por nuestra parte, hubimos de notar que no era así, debido sin duda á haber estado anteriormente tres meses en Munich. Además las dos clases que seguimos con el profesor Le Blanc eran experimentales, y la destreza del Vorlesungs-assistent aclaraba casi siempre lo que en el alemán, un tanto difícil y con marcada tendencia al dialecto, del Prof. Le Blanc, nos quedaba obscuro. Nos interesó especialmente el curso de «Aplicaciones de la química física á problemas técnicos» en el que el profesor siguió un tanto el modo magistral de exposición de van't Hoff en sus *Vorträge über physikalische Chemie* y los puntos tratados (Enfermedad del zinc, endurecimiento de cementos y argamasas, yacimientos salinos oceánicos, aleaciones, química-física del acero, proceso químico en los altos hornos, reductores, etc.) tenían marcado carácter de aplicación e interés de actualidad, al modo del contenido de las *Vorträge über physikalische Chemie* de E. Cohen ó las *Lectures* de A. Findlay. La clase de matemáticas con el profesor O. Fischer, nos resultó clara de exposición, aunque quizá la materia tratada era un tanto excesiva para un solo semestre. Se siguió casi íntegramente el plan y contenido de la obra de Nernst und Schoenflies, *Einführung in die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften*, cuyo título lleva el curso asimismo.

Asistimos, además, durante el semestre, á los *Kolloquium* de química-física que tenían lugar el viernes de cada semana en el Instituto. Tienen el carácter de sesiones científicas internas, asisten á ellas todos los profesores, docentes y asistentes y todos los doctorandos. Por regla general, uno de estos últimos da una conferencia acerca de su trabajo original, cuando éste se considera como terminado. Los demás presentes le hacen objeciones, y de este modo el disertante llega á conocer los puntos flacos ó defectuosos de su trabajo y puede modificarlo antes de presentarlo á la Facultad. Constituye un verdadero juicio previo, mucho más riguroso que el definitivo, puesto que los objetadores son todos ellos especialistas en la materia. Cuando no constituye el

tema un trabajo original del Instituto mismo, uno de los docentes ó de los doctorandos diserta acerca de un trabajo reciente de gran interés, ejecutado en otro instituto, y que es asimismo discutido.

Nos fué dable asistir también á las sesiones que la «Sociedad química de Leipzig» celebraba quincenalmente durante el semestre. En ellas se daban á conocer siempre trabajos nuevos de todas las secciones de la química, procedentes en su mayor parte, de los tres Institutos químicos de la Universidad («Chemisches Laboratorium», dirigido por el prof. Hantzsch; «Laboratorium für angewandte Chemie», dirigido por el prof. Beckmann, y el Physikalisch chemisches Institut), y algunos del laboratorio de química del Instituto de fisiología, dirigido por el prof. Sigfried. Recordamos como una de las conferencias más interesantes la que dió *von Rechenberg*, director químico de la fábrica de esencias de Schimmel, acerca de la «destilación fraccionada» en teoría y en la práctica.

Después de terminado el Praktikum de físico-química antes indicado, hicimos por indicación del profesor Le Blanc algunos preparados electroquímicos (reducción del nitrobenzol á azobenzol, preparación de cerusa, de clorato potásico, partiendo del cloruro, de sosa por electrolisis del cloruro sódico, empleando para ello el aparato de Le Blanc, con catodo de mercurio, etc.) para completar así la preparación necesaria antes de emprender un trabajo original, que en el semestre siguiente había de constituir el objeto de nuestra actividad en el laboratorio. El resumen del primer semestre lo constituye el haber ya adquirido seguridad en el manejo de los aparatos de química física. Acumuladores, voltímetros, amperímetros, resistencias, electrodos, etc., no nos eran ya extraños, empezábamos además á saber manejar la literatura especial y estábamos ya en condiciones de emprender un trabajo por cuenta propia.

Habíamos también adquirido una idea del funcionamiento general del Instituto y por lo mismo hemos de permitirnos reseñarlo brevemente. El Instituto actual se terminó en 1897, como

dijimos ya, siguiendo los planos de Ostwald. No obstante, durante nuestra estancia ha sido ampliado y renovado para ponerlo en condiciones de seguir el desarrollo enorme y rápido de la química-física. Lo forman dos secciones principales, una química-física que ocupa todo el piso bajo, y otra química que dirige el profesor extraordinario W. Böttger, que ocupa la mayor parte del primer piso. En este están además la sección de fotoquímica con el profesor extraordinario K. Schaum al frente, y la de pedagogía química á cargo del profesor extraordinario J. Wagner. En el sótano de la parte nuevamente edificada, se ha establecido una sección para trabajos de electroquímica y que requieran altas tensiones. En la sección química se hacen los cursos necesarios de análisis químico, por regla general cinco á seis semestres (uno de análisis cualitativo, dos de cuantitativo, otro de volumetría y análisis de electrolítico de gases y dos de preparados químicos y análisis orgánicos elementales) después de un examen general teórico-práctico, se pasa á la sección químico-física. El profesor Böttger goza en Leípzig y en toda Alemania y aun fuera de ella, fama de analista pulcro y exactísimo. Son bien conocidos sus trabajos acerca la solubilidad de los compuestos halogenados de plata, cuyos ensayos constituyen un refinamiento de exactitud. Los estudiantes que aprueban con él, el *Verbands examen*, pueden jactarse de saber análisis química.

Ya dimos antes idea de lo que era la sección de química física. Además de las salas de trabajo grandes destinadas á los principiantes, hay en el Instituto numerosos cuartos de trabajo aislados, en los que practican tres ó cuatro doctorandos. Están distribuidos de modo que cada asistente tiene su cuarto de trabajo cerca de un grupo de ellos, y para cada grupo hay asimismo un cuarto de balanzas. Los practicantes tienen además un taller á su disposición para trabajos de carpintería, cerrajería, montaje y soldaduras, etc. Los aparatos para el Praktikum y los instrumentos de uso corriente y de precisión los recibe el practicante del instituto, mediante recibo para la devolución. Las vasijas de vidrio corrientes y graduadas y los productos químicos diferentes

de los reactivos, debe adquirirlos aquél por su cuenta. Los honorarios del laboratorio se elevan á 85 marcos por semestre. La matrícula y honorarios de las clases se pagan aparte.

Al empezar el segundo semestre (que fué el de invierno 1909-10) se nos ofrecía la difícil tarea de elegir el tema de nuestro trabajo, ó mejor dicho, elegir el docente que nos diera un tema y fuera al mismo tiempo nuestro consultor y guía. Es excepcional que un alumno esté tan bien orientado al terminar sus *Prácticas*, que pueda por sí mismo decidir la materia de su trabajo original. Se acude siempre á uno de los docentes del Instituto, teniendo en cuenta la especialidad á que se dedican y la mayor ó menor simpatía que despertaron. Durante la estancia en el Instituto hay sobrada ocasión de tratarles y formar el juicio psico-científico de cada uno; nuestras simpatías se inclinaron por el Dr. K. Ducher, primer asistente de la sección químico-física y verdadera alma ó *factotum* del Instituto, hombre sumamente activo y amable, de aspecto meridional, pero de espíritu muy germánico. A él acuden en sus dudas desde el director hasta el último practicante y él tiene soluciones para todo, atiende á todos, con todos se muestra servicial y amable. Nos indicó en seguida un tema que dió origen al trabajo que presentamos á la Junta de ampliación de estudios, sobre «Solubilidad de gases en soluciones acuosas de glicerina y de ácido isobutírico», y que se ha publicado en alemán en la *Zeitschrift fur physikalische Chemie*, tomo 75, págs 405-436. Este trabajo había de constituir la preparación ó base de otro más importante, acerca la determinación de la solubilidad de gases en los *cristales líquidos*, que había de contribuir á aclarar, sino á decidir del todo, la cuestión pendiente acerca de la naturaleza homogénea ó heterogénea de los cuerpos citados, discutida por Nernst, Tamman, Lehmann, Vorländer y Schenck, principalmente.

De este modo quedamos ya iniciados en el hermoso, pero difícil ministerio de la investigación científica, definido con frase gráfica por un querido maestro nuestro, diciendo que estaba constituido por una serie interminable de fracasos, de resultados

negativos, interrumpida raras veces por resultados positivos, por descubrimientos felices.

Empezaba entonces verdaderamente para nosotros el trabajo personal, el *descubrimiento* de nosotros mismos y de nuestras propias fuerzas. Como es natural quedábamos aún más absorbidos que durante el primer semestre por el trabajo de laboratorio y además había adquirido este último un carácter muy distinto. Fuimos trabando amistades con los demás doctorados, se cambiaban las mútuas impresiones acerca de los trabajos que se hacían, aumentaba nuestra seguridad en el ambiente en que nos encontrábamos y dejaban de ser misteriosos para nosotros los cuartos de trabajo, viendo con mucho interés, pero sin asombro ya, los trabajos ajenos. Aumentaba asimismo la seguridad en el manejo de las revistas especiales y tomábamos también parte en el casi asalto de la biblioteca del Instituto, el día en que llegaban los nuevos cuadernos de aquéllas.

Y empezamos la construcción del aparato que habíamos de utilizar en nuestras medidas. Con ello tuvimos ocasión de confirmar la necesidad absoluta de valernos de nosotros mismos. Los aparatos usados eran frágiles, delicados, las modificaciones frecuentes, las roturas más frecuentes aún que las modificaciones. Teníamos que acudir al soplador de vidrio ó al mecánico para las reparaciones y esto costaba dinero, y lo que era mucho más lamentable, mucho tiempo. Era necesario aprender á trabajar el vidrio y hacer pequeños trabajos de mecánico. Además pensábamos en el regreso, en que en España no habíamos de encontrar los recursos de Alemania y esto aumentó nuestra decisión. Aprendimos á trabajar el vidrio, á soldar, á tornear. Y esto nos dió satisfacción grandísima, ya que podíamos valernos á nosotros mismos. El trabajo personal que al principio, durante algunos días, parecían cosa fácil y agradable, fué después la confirmación completa de la definición que antes citamos, debida á un maestro nuestro. Los fracasos se fueron sucediendo, se iban amontonando los resultados negativos. Pero lejos de anonadarnos por ello, antes nos parecía adquirir nuevos bríos á cada nuevo fracaso.

Y es que el más negativo de los resultados tenía para nosotros algo de positivo, un experimento que no salía bien, nos hacía discurrir nuevas cosas, nos hacía ver los defectos de lo hecho y lo que era conveniente hacer; nos daba, en fin, ideas nuevas. Además, los fracasos repetidos, aumentan la tenacidad del experimentador, fortalecen su voluntad para llegar al éxito.

Y no éramos una excepción. Todos, absolutamente todos los que hacen trabajos originales, tienen que pasar por ello. Es excepcionalísimo que un practicante tenga éxito desde el principio, en el primer semestre de trabajo. Es más, casi se ve con desagrado ó con cierta desconfianza un trabajo fácil, de pocos contratiempos. Citaremos á este propósito el comentario que el profesor Ostwald hizo en uno de los *Kolloquium*, en su Instituto. Un doctorando acababa de dar una brillante conferencia sobre un trabajo de feliz y fácil resultado. Después de felicitar al disertante por su obra, dijo Ostwald que no encontraba á ésta otro defecto que la de estar todo *demasiado bien*.

El interés creciente que el trabajo despierta, las contrariedades frecuentes que vienen á destruir las esperanzas del día anterior, hacen que aquél llegue á ser una verdadera obsesión en todo tiempo y á toda hora.

La parte teórica durante el segundo semestre la constituyeron un curso de «Química física», explicado por el profesor Le Blanc; otro de «Física experimental», explicado por el profesor Wiener, y unas lecciones de «Cálculo químico», explicadas por el privatdozent Dr. Drucker.

En el primero se desarrolló el plan, casi común á las obras clásicas de Ostwald y Nernst, predominando este último con su atomística y con los recientes experimentos de J. J. Thomson y los de Perrin, Zsigmondy y The Svedberg, sobre tamaño de las moléculas, movimiento browniano y naturaleza de los electrones. La clase de física resultó para nosotros además de interesante, agradable, casi recreativa. Se explicaron óptica, electricidad y magnetismo, resumida, elementalmente. El profesor Wiener tiene fama justa de hábil experimentador; ha discursado numerosas

disposiciones para hacer las explicaciones más instructivas, y además se dedica preferentemente á trabajos de óptica. Recorramos aún con verdadero placer sus demostraciones de la reflexión de la luz, de la refracción en líquidos de diferente densidad, pero miscibles, la marcha de la luz en las lentes, valiéndose de una caja llena de humo de tabaco y diafragmas de numerosos agujeros y otras muchas. El Dr. Drucker nos dió á conocer una serie de recursos para facilitar los cálculos en química, insistiendo mucho en lo que llamaremos el criterio de la exactitud en los resultados. Explicó el manejo y la teoría de la regla logarítmica, del planímetro, de las máquinas de calcular y el uso de los papeles de coordenadas, del papel logarítmico y del estereométrico. La exposición suya es fácil y clara y fué acompañada de numerosos ejercicios.

Continuamos asistiendo como en el anterior semestre á los *Kolloquium* y á las sesiones de la Chemische Gesellschaft.

Además hicimos durante el semestre de invierno unas «Prácticas de análisis electrolítico» con el profesor Böttger, un día por semana. Nos familiarizamos de este modo con los métodos ordinarios de electroanálisis, conociendo algunas modificaciones introducidas por el profesor Böttger, por ejemplo, en las separaciones con catodo de mercurio y en la determinación del nitrato. Se hicieron determinaciones de cobre, plomo, cadmio, hierro, zinc, níquel, yodo, bromo, separaciones de cloro y bromo, estudiando el manejo de la célula de Hildebrandt.

Ya casi al final del semestre pudimos hacer en nuestro trabajo algunos ensayos de carácter definitivo, que permitieron confiar en la utilidad del aparato construído y nos dejaron alimentar durante las vacaciones la halagüeña esperanza de un próximo fructífero semestre.

Y con esto llegó al tercero y último semestre de nuestra estancia en Leipzig. La obsesión por el trabajo personal continuaba más acentuada aún, pero más definida. Llegaba ya á la fase que puede llamarse *dominadora*; podíamos confiar en el éxito. El aparato ideado, modificado cien veces después de cinco me-

ses de trabajar en Él, *marchaba* por fin; podíamos, por tanto, hacer ensayos y medidas definitivos. La intimidad con los colegas había tomado carácter franco, nos eran conocidos los trabajos de la mayor parte de ellos, nos consultaban sus dudas, les consultábamos las nuestras. Y este comercio espiritual, estos *duelos* de pizarra, eran el mejor aliciente, el encanto mayor de la vida de laboratorio. Nunca perdía la conversación el carácter serio, científico. Aun en los *petit comité*, donde se hacían críticas más o menos piadosas de los colegas, tenían aquellas carácter científico marcado. Habíamos adquirido la mayor confianza en el trato de los docentes y en alguna ocasión habíamos llegado á lo que tanto asombro nos causaba al principio, á llevar ya la razón al discutir con ellos alguna duda.

El conocimiento de la literatura especial llegó á convertirse en dominio, de lo que á nuestro trabajo se refería, teniendo ya en nuestro recuerdo una serie de autores y datos interesantes.

Durante este semestre constituyeron la parte teórica un curso de «Termodinámica» con una clase de complementos de la misma, explicados por el profesor Th. des Coudres; un curso de «Fotografía científica», por el profesor Schaum; unas lecciones sobre «Catalisis», por el Dr. Freundlich, y otras sobre «Constitución química y propiedades físicas», por el Dr. Drucker.

La clase de Termodinámica tenía en algunos momentos carácter demasiado elemental y resultaba á veces demasiado diluida, quizá debido al empeño del profesor Des Condres de hacer asequible la explicación á todos los presentes y la amenizaba además con tal cual crítica jocosa de las ideas de algún colega *anti-termodinámico*. En la exposición se acomodó en parte á la obra de Plank y siguió la notación de éste. La clase de Fotografía científica resultó poco interesante, debido á que se repitieron en ella gran parte de ideas y experimentos que en el semestre anterior habían ya desarrollado en Física experimental. Las lecciones del Dr. Freundlich fueron magistrales de exposición, describiéndonos claramente el estado actual del conocimiento de la catalisis, dando siempre preferencia al criterio de vant Hoff. El

Dr. Drucker explicó una serie de casos concretos, prácticos, reforzados por numerosos datos de observación, para aclarar la teoría de las relaciones existentes entre las propiedades físicas (densidad, índice de refracción, viscosidad, coeficiente de dilatación, calórico específico, etc.) y la constitución química de los cuerpos, poniendo de relieve la importancia de la regla de las mezclas y las diferentes fórmulas de la misma deducidas.

Del mismo modo que en los anteriores semestres, asistimos á los *Kolloquium* y á las sesiones de la *Chemische Gesellschaft*. En uno de los primeros celebrado á últimos de Julio, el Dr. Drucker dió cuenta brevemente de nuestro trabajo.

En el mes de Mayo, á principios del semestre, tuvimos ocasión de asistir á la reunión anual de la *Bunsen Gesellschaft für angewandte physikalische Chemie* celebrada en Giessen, cabiéndonos la satisfacción de conocer personalmente á muchos, y de vista, á todos los reunidos, todos ellos químicos-físicos de nombres bien conocidos por sus obras. Conservamos de ella una impresión muy grata, impresión del bienestar pasado al lado de aquellos grandes hombres de ciencia, tan humanamente sencillos que no hicieron sentir nuestra insignificancia ni un momento.

Las esperanzas de éxito se fueron realizando. No queremos con ello significar que desaparecieran las dificultades y los contratiempos, al contrario. La lucha duró hasta el final, y nos fué preciso acudir á la benevolencia del director del Instituto, para que nos permitiera trabajar hasta final de Agosto en el laboratorio. Con esto conseguimos poder dar por terminado nuestro trabajo práctico. La redacción de éste, para ser publicada, nos ocupó durante todo el mes de Septiembre, y resultó no más fácil que el trabajo mismo; las consultas y la revisión de *toda* la literatura referente al caso constituyen una tarea pesada, abrumadora, pero el tenerla terminada significó la victoria.

Una de las primeras conclusiones, al tener el trabajo casi terminado y ya bastante antes también, fué el convencimiento de la absoluta necesidad de las revistas. Sin tener disponibles las

colecciones de las revistas especiales, *no puede intentarse hacer trabajos originales.*

Quisiéramos hablar brevemente de las bibliotecas de los Institutos. Las que pudimos visitar en Alemania, en Leipzig, principalmente, tenían idéntico carácter. Se da en ellas preferencia á las revistas relacionadas con los estudios del Instituto, y á los grandes tratados, obras de consulta. Los libros de estudio merecen una atención secundaria, las ediciones son frecuentes y los cambios grandes, además de que pueden ser adquiridos fácilmente por los alumnos. La biblioteca del Instituto de química-física está á disposición de todos los estudiantes oficiales, y éstos pueden llevar las obras que necesiten á sus casas, para devolverlas al día siguiente, sin más que anotar en un cuaderno, el nombre y el libro llevado. Creemos interesante anotar las revistas que estaban á nuestra disposición, todas ellas completas.

Eran las siguientes:

- | | |
|--------------------|--|
| Alemanas | Journal für praktische Chemie. |
| — | Liebig's Annalen der Chemie und Pharmazie. |
| — | Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft. |
| — | Annalen der Physik (las cuatro series). |
| — | Beiblätter zu der Annalen. |
| — | Zeitschrift für physikalische Chemie. |
| — | Zeitschrift für anorganische Chemie. |
| — | Zeitschrift für angewandte Chemie. |
| — | Chemisches Zentralblatt. |
| — | Chemiker Zeitung. |
| — | Physikalische Zeitschrift. |
| — | Wiener Jahresberichte für Chemie. |
| — | Monatshefte der Chemie. |
| — | Zeitschrift für Elektrochemie. |
| — | Zeitschrift für wissenschaftliche Photographie, Photophysik und Photochemie. |
| — | Metallurgie. |
| Inglesas | Philosophical Magazine. |
| — | Journal of the chemical Society. |

Inglesas.....	Transactions of the Faraday Society.
Norte-americanas..	American chemical Journal.
—	Journal of phisical chemistry
Francesas.....	Comptes Rendus.
—	Annales de phisique et de chimie.
Suizas.....	Journal de chimie phisique.
Italianas.....	Gazetta chimica Italiana.

Quisiéramos, para terminar, dar nuestra impresión personal acerca de la importancia y desarrollo de la química-física. No puede calificarse de ciencia nueva; constituye una *Anwendungsrichtung*, una orientación en las aplicaciones, como nos decía el profesor Le Blanc. No sabemos si puede admitirse, como lo han hecho algunos, que sea el puente, el lazo de unión entre la física y la química. En algunas de las cuestiones tratadas, por ejemplo, el fenómeno de la disolución, puede existir el lazo citado, pero por regla general, las cuestiones de química-física, tienen carácter propio definido, existe el *método químico-físico*. Y por esto ha tenido enseguida carácter de estudio de aplicación para la medicina, para la ingeniería, la metalurgia. Existen actualmente en casi todas las Universidades alemanas, cátedras de química-física y laboratorios ó Institutos completos, dedicados al mismo estudio. En todas las escuelas técnicas superiores y en los politécnicos, existen ya secciones de química-física aplicada, asociada siempre á la electroquímica. En Suiza, en Austria, en Inglaterra, en Estados Unidos, Suecia y Holanda, se están creando numerosas cátedras é Institutos de química-física; en París se ha creado asimismo la cátedra definitivamente.

El hecho siguiente dará una idea de su desarrollo. La *Zeitschrift für physikalische Chemie*, que empezaron á redactar Ostwald y vant Hoff en 1887, publicó el primer año un tomo de unas 700 páginas. Al año siguiente fueron tantos los trabajos presentados, que fueron precisos dos tomos del mismo tamaño. Los primeros tomos contenían, además de los trabajos originales,

noticias resumidas de trabajos importantes. Más adelante fué preciso suprimir estas últimas, para dar todo el espacio á trabajos originales. En 1891 aparecían ya tres tomos sin *Referate* y actualmente, en el año corriente van aparecidos ya cinco tomos y está en publicación el sexto. Además, la revista citada no es la única. Al fundarse en 1894 la Bunsen Gesellschaft de química-física aplicada, empezó la publicación de la *Zeitschrift für Elektrochemie*, que constituye su órgano especial. En Inglaterra se ha fundado la Faraday Society, también para química-física aplicada, que publica una «Transactions». En Estados Unidos los profesores Bancroft y Trevor de Ithaca, ambos discípulos de Ostwald, iniciaron en 1896 la publicación del *Journal of physical chemistry* y en 1903 el profesor Guye de Ginebra empezó á publicar el *Journal de chimie physique*. Y ni aún así, queda espacio bastante para todos los trabajos de química-física, que han ido invadiendo otras revistas de química y de física. Creo que no puede encontrarse una historia más brillante, ni puede darse mejor prueba de la importancia actual de la química-física.

A nuestro entender es absolutamente necesario que se inicien en España estudios de la índole de los que constituyen el objeto de esta reseña, para contribuir en algún modo al desarrollo general de los mismos, á cuyo fin nos parece conveniente,

1.^o Que se creara una cátedra de química-física pura, con laboratorio, en la Facultad de Ciencias, y por lo menos en la Universidad central.

2.^o Que se creara una clase de «Introducción á la química-física», dotada asimismo de laboratorios (cuyo principal objeto habría de ser dar á conocer las ideas fundamentales y los métodos de trabajo y aplicaciones), común para los doctorados de medicina y de farmacia.

Madrid, Noviembre 1910.

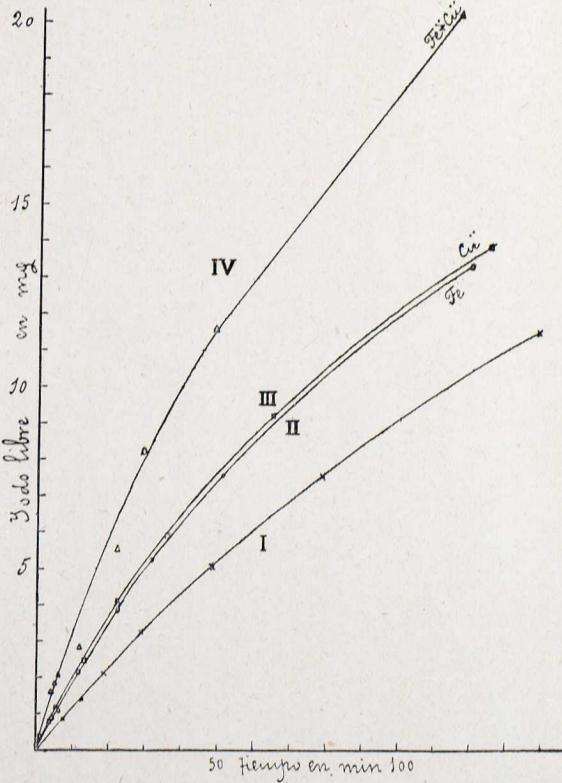
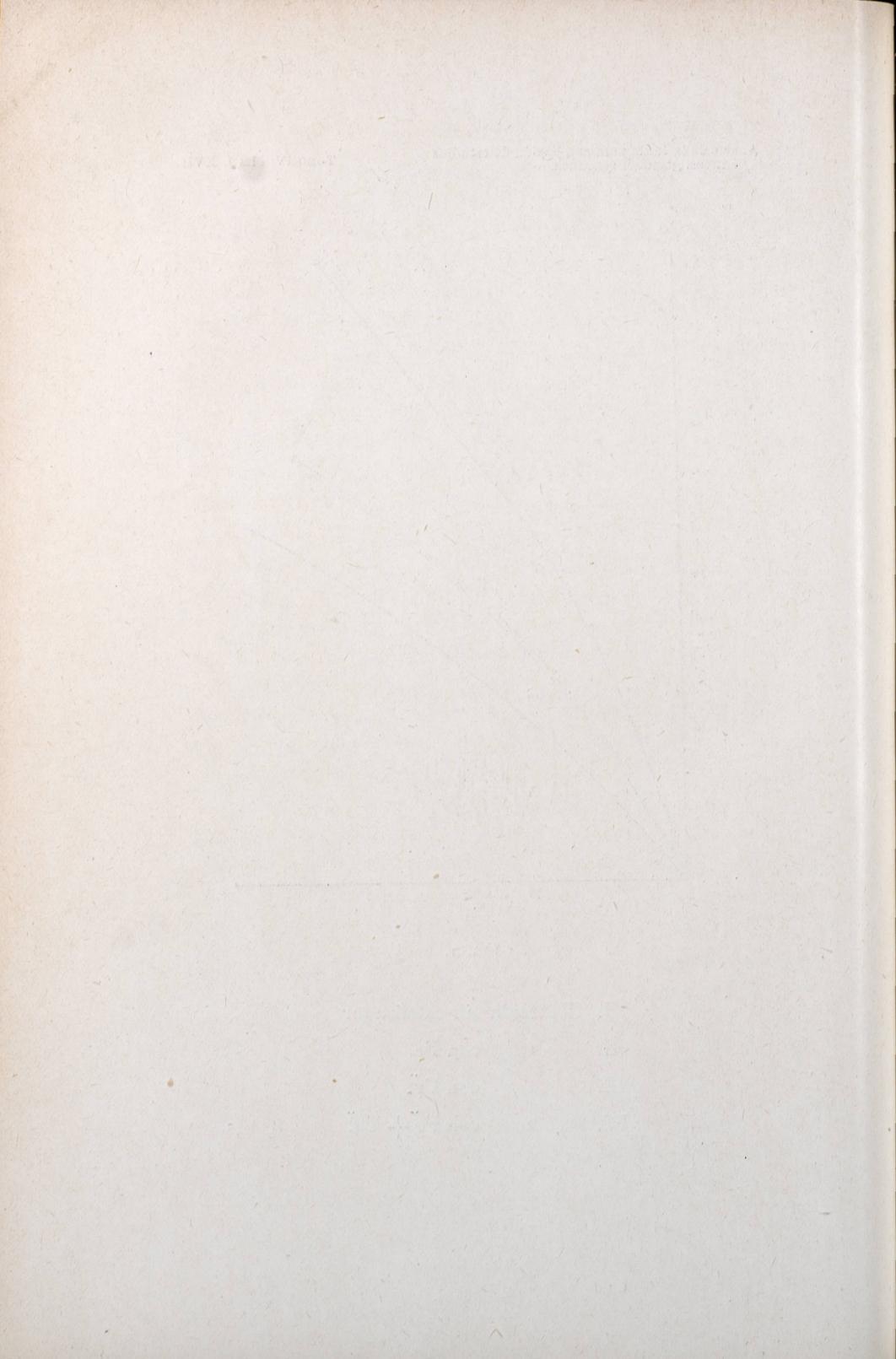


FIG. I.

- I. Reacción sin catalizador.
- II. » con Fe⁺⁺.
- III. » con Cu⁺⁺.
- IV. » con Fe⁺⁺ + Cu⁺⁺.



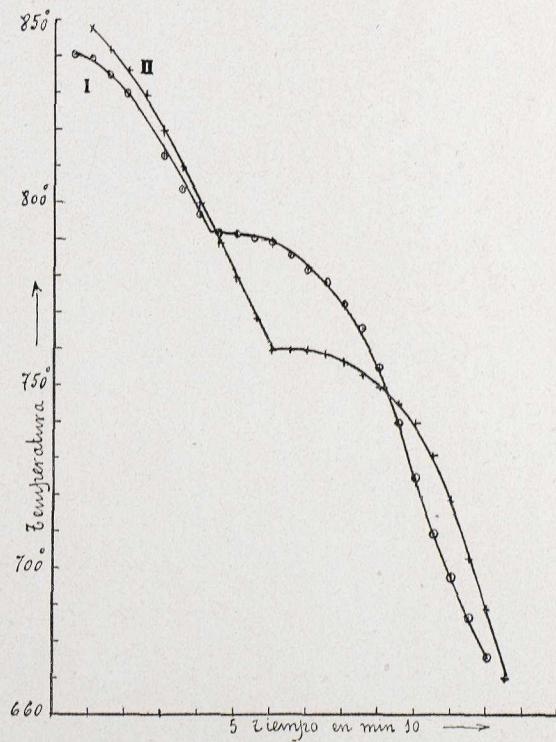
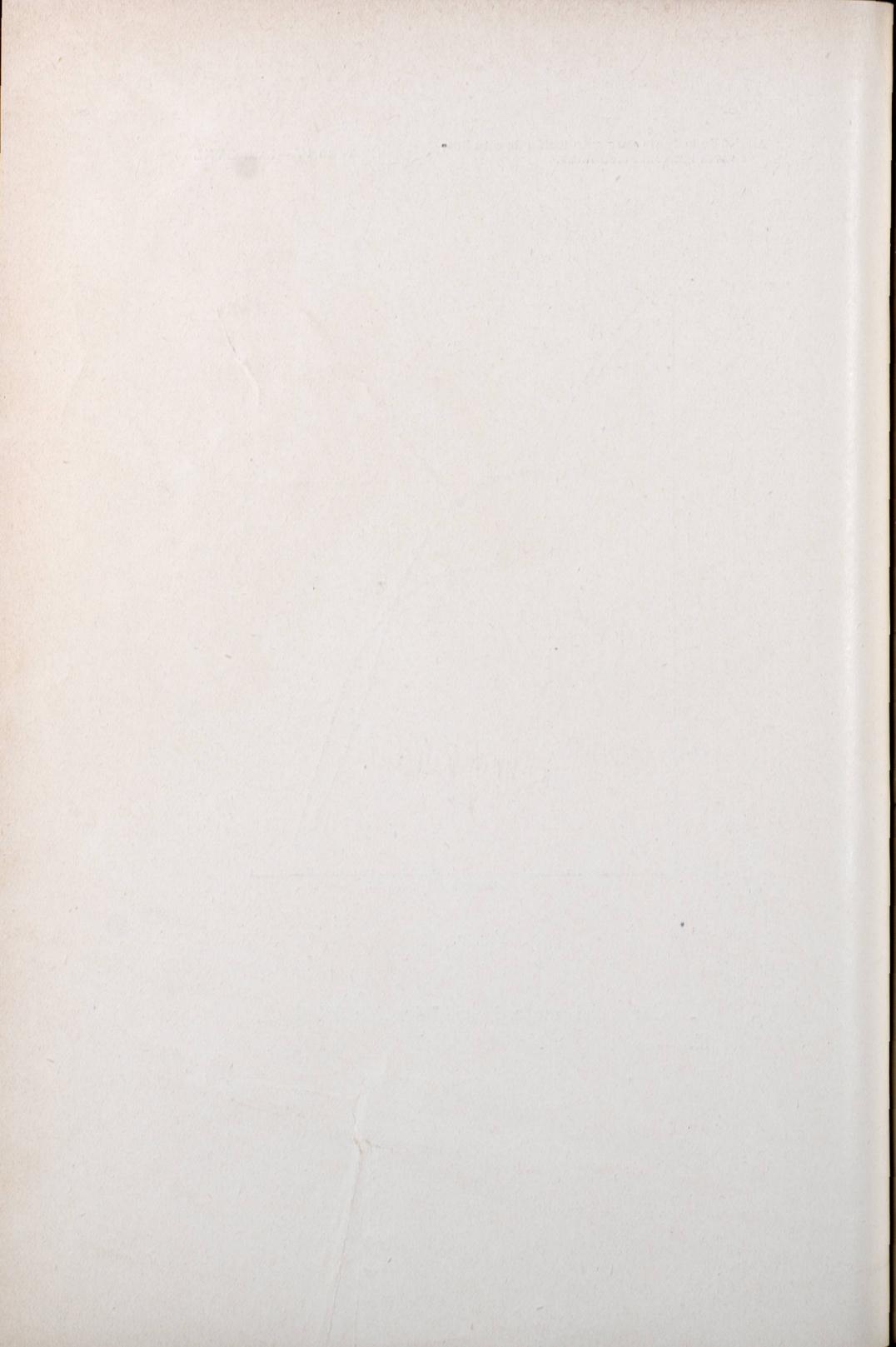


FIG. 2.

- I. Curva del punto de solidificación del NaCl.
II. » » » del KCl.



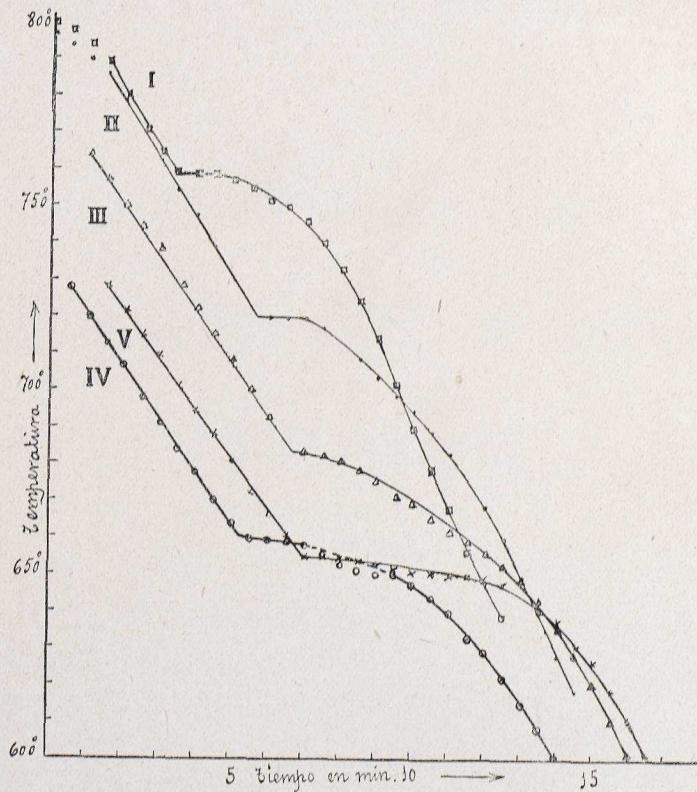


FIG. 3.

- I. 99 por 100 de KCl + 1 por 100 de NaCl.
II. 88 » de KCl + 12 » de NaCl.
III. 72 » de KCl + 28 » de NaCl.
IV. 64 » de KCl + 36 » de NaCl.
V. 48 » de KCl + 52 » de NaCl.

