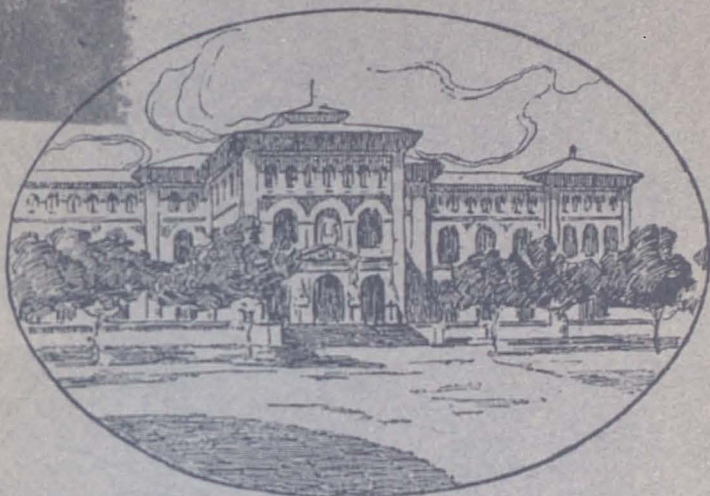


UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



ANUARIO  
DE LA  
FACULTAD DE CIENCIAS

Curso de 1929-1930

SECCIÓN DE PUBLICACIONES UNIVERSITARIAS



R.17.620

43289

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



# ANUARIO

DE LA

## FACULTAD DE CIENCIAS

*(Publicado en virtud de la disposición en el  
art. 50 del R. D. Ley de 19 de mayo de 1929)*

Curso de 1929-1930



SECCIÓN DE PUBLICACIONES UNIVERSITARIAS

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

ANUARIO

FACULTAD DE CIENCIAS

Cursos de 1929-1930



SECCION DE PUBLICACIONES UNIVERSITARIAS



## ANUARIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS

(Publicado en virtud de lo dispuesto en el  
art. 66 del R. D. Ley de 19 de mayo de 1928).

# ANUARIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS

(Publicado en virtud de lo dispuesto en el  
art. 66 del R. D. Ley de 19 de mayo de 1938)

La Universidad de Zaragoza publica por vez primera los ANUARIOS de sus cuatro Facultades, cumpliendo, con el mejor espíritu, lo prevenido por el R. D. de Reforma Universitaria de 19 de mayo de 1928. En cada uno de estos Anuarios ofrece a sus estudiantes y Profesores un cuadro de sus enseñanzas, todavía incompleto, como es inevitable en el primer año de iniciación o ensayo de nuevos planes; los programas de la Facultad respectiva, y todos aquellos datos e informes de práctica utilidad para la vida académica, cuyo conocimiento es más conveniente para los alumnos y sus familias.

De los resultados de la labor realizada en el Curso completo de 1927-28, ya se publicaron los cuadros estadísticos correspondientes en la revista UNIVERSIDAD, núm. 3 de 1929.

En fascículos aparte, al mismo tiempo que estos Anuarios, o tan pronto como sea dado hacerlo a la Sección de Publicaciones, aparecerán las Memorias del profesorado correspondientes a los Cursos monográficos (C. del art. 10 del citado R. D.) organizados al amparo de la reforma, para los fines primordiales de investigación o de especulación científica, con posible aplicación al Doctorado.

Hemos querido poner al servicio de estas publicaciones toda nuestra voluntad y la mayor diligencia; hemos querido, sobre todo, perseverar en el criterio de absoluta sinceridad que, como más elevada y digna norma de conducta, proclamaba la Dirección de UNIVERSIDAD en su primer número del año 1924, para la exhibición de toda la labor de la Universidad de Zaragoza.

Pero, lo que en aquella fecha reputábamos como "un pequeño exceso de nuestro deber", se ha convertido hoy en una obligación legal estricta; y ha de sernos permitido, sólo para nuestro propio estímulo y no por necia vanagloria, que señalemos aquí este hecho con la apariencia de una recompensa de nuestros anhelos por el resurgimiento de la vida universitaria.

Hemos de terminar, sin embargo, declarando noblemente en nombre de la Sección exclusivamente, que no nos satisfacen los resultados del esfuerzo realizado para acopiar, ordenar y publicar estas meras

informaciones de un Curso de cada Facultad: estos ANUARIOS se presentan, hoy todavía, con grandes deficiencias, que, dificultades, relacionadas con la dispersión casi absoluta de profesores y alumnos en las vacaciones veraniegas, u obstáculos insuperables, encontrados en nuestro camino por exigencias a nadie imputables, sino a la desproporción entre el coste de la empresa y los recursos disponibles, habrán de hacer excusables.

Reconocidas y lamentadas por esta Sección, por lo menos, queda el propósito y la promesa de subsanarlas cuando fine el nuevo Curso.

## LA DIRECCIÓN

de la

Sección de Publicaciones Universitarias.



# NOTICIA HISTÓRICA

## DE LA

### UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

---

La Universidad de Zaragoza fué creada por Carlos I de España y V de Alemania el año 1542 en las Cortes de Monzón, a instancia y súplica de los Síndicos de Zaragoza, confirmando el privilegio concedido por el monarca español, los papas Julio III y Paulo IV, en los años 1554 y 1555.

Aquí teníamos desde tiempos muy remotos un Estudio de Artes, en el cual sólo se hacían Bachilleres y que fué ampliado hasta conceder el Magisterio, por el privilegio del rey D. Juan II y las Bulas de Sixto IV, dadas los años 1474 y 1476.

Pero como Carlos I no dió más que el privilegio, y el Papa no señaló renta alguna, la Universidad *quedó planteada pero no ejecutada*, hasta que D. Pedro Cerbuna, Prior de la Seo de Zaragoza, dió el dinero para ello. D. Pedro Cerbuna y del Negro, más tarde obispo de Tarazona, *fué el verdadero fundador* de la Universidad de Zaragoza.

El hizo de su puño y letra los primeros Estatutos por que se rigió; él costeó de su peculio propio el sueldo de los catedráticos; él gastó sumas respetables en la construcción del hermoso edificio para la Universidad, que se asentaba en el amplio terreno que ocupó el antiguo estudio de Artes, y él, por último, fué hasta su muerte, acaecida el año 1597, el verdadero amparador y valedor de este Estudio fundado por él con tanto amor a la tierra aragonesa.

El la sostuvo en aquel largo pleito con la Ciudad y Universidad de Huesca y él supo contrapesar con su amistad con los confesores del rey, la enemiga del conde de Chinchón, ministro de Felipe II, que fué el adversario más formidable que tuvo esta Universidad. Cerbuna supo y pudo sacarla triunfante de tantas insidias y malquerencias y derrotar a tantos enemigos como tuvo en su primera época este centro de enseñanza.

Desde el 24 de mayo del mentado año de 1583, en cual día fué inaugurado solemnemente el primer curso, quedaron planteadas las Facultades de Teología, Cánones, Leyes, Medicina y Artes, más los estudios complementarios de Gramática y Latinidad.

Los primeros maestros, los que concurrieron a la inauguración de la Escuela fueron, por Teología Fr. Jerónimo Xavierre, Prior entonces del Convento de Predicadores, más tarde Cardenal; por Cánones, los Doctores D. Juan de Ribas y D. Martín Miravete; por Medicina, los Doctores D. Juan Tabar y D. Juan Sanz; por Lógica y Filosofía, el Doctor D. Juan Sancho y el Maestro Don Pedro Poz, y por Latinidad, D. Miguel Belenguer, D. Juan Araciel, D. Miguel Villar y el Maestro Juan Lobera.

Pocos meses después, en agosto, Cerbuna hacía un nuevo nombramiento de catedráticos por el cual la Universidad de Zaragoza podía ponerse al nivel de las primeras de España: entre ellos figuraban maestros tan eminentes como Hernández de Monreal, López Galbán y Simón Abril.

Desde esa época, esta Universidad siguió sin desmayos, sin vacilaciones, su obra cultural; no le importaron *los perros que en su camino salieran a ladrarla* y siguió su marcha progresiva con la vista siempre fija en su Aragón querido, laborando por él y para él.

El Catálogo de sus hijos ilustres es interminable.

De esta Universidad salieron profesores para la de París: a ella acudieron los más distinguidos de otras; y Gaspar Lax, Simón Abril, Palmireno y el helenista Núñez, en el viejo Estudio de Artes, se enlazan a Xavierre, Belenguer, Costa, Escoto y otros muchos en la nueva Universidad.

Ella tuvo hijos tan famosos como Blancas, Apaolaza, los Argensolas, Andrés de Ustarroz, Sayos, Pignatelli, Latassa, Asso, Roda, Garcés y Calomarde, y maestros tan eminentes como Sobranós, Serón, Verzosa, Costa, Ximénez, Malón de Chaide, Aliaga, Xavierre, Sebastián, Nasarre y otros.

De ella partieron algunos para fundar cátedras en Salamanca, llegando a adquirir fama europea en el estudio y práctica de la Medicina y Cirugía, acudiendo a esta Escuela, por su renombre en la ciencia de curar, estudiantes de Francia y otras naciones, en el siglo XVIII.

Tuvo altos protectores como Cerbuna y el Arzobispo Apaolaza, que dotó con largueza sus cátedras; hombres eminentes la gobernaron como Sora, Frailla, Calixto Ramírez, Martell y Pignatelli; estadistas de primer orden como Roda, el Marqués de Compuesta y Calomarde, le debieron su educación. Honraron y recibieron honor

de sus cátedras supremas dignidades como Xavierre, Aliaga y Nasarre; reyes y príncipes asistieron a sus actos más solemnes y se enaltecieron recibiendo las propinas de sus grados.

En el siglo XVIII, alcanza el grado máximo de su prosperidad, cuando casi todas las Universidades españolas comienzan a decaer, y contribuye, en gran manera, al desarrollo intelectual de Aragón; hombres salidos de sus aulas emprenden esta noble tarea.

En la época en que la Academia del *Buen gusto* daba que discutir a las Universidades de Salamanca y de Alcalá, se fundaba la Real Academia Aragonesa y la de San Luis; el Conde de Fuentes, Pignatelli y Goicoechea, con otros nobles, eclesiásticos, catedráticos, artistas y comerciantes se aunaron para restaurar la moralidad por medio del Trabajo, la Industria, la Economía. Camón comenzaba su *Historia de la Universidad* con la publicación de las *Memorias literarias* de ella, y Latassa levantaba el gran monumento a la cultura aragonesa con su notable *Biblioteca de Escritores Aragoneses*.

Y, por último, los estudios económicos que se venían iniciando desde mediados del siglo mencionado, por Asso, Anzano y otros, llegan a su mayor apogeo; y el mismo Calomarde, estudiante de esta Universidad, y nada sobrado de recursos, que había de ser andando el tiempo Ministro y reformador de estudios, obtenía el premio de un tratado de Economía de Aragón, cuya paternidad se le disputó más adelante.

Hoy ha continuado sus nobles tradiciones y sigue, en vanguardia, laborando activamente por el engrandecimiento cultural de España, en general, y de Aragón en particular.

## EL DISTRITO UNIVERSITARIO DE ZARAGOZA

(Año de 1909 R. D. de 25 de agosto de 1926)

Presidencia: Don Sr. Rector D. Antonio de Gregorio Roca.

Vicepresidencia: Don Sr. Vicerrector D. Juan de Dios de la Cruz.

St. Decano de la Facultad de Teología y Letras, D. Domingo Mayá. — St. Decano de la Facultad de Ciencias, D. Francisco José Coma Mora. — St. Decano de la Facultad de Medicina, D. Ricardo Latorre Márquez. — St. Decano de la Facultad de Ciencias Exactas, D. Carlos Coloma Almaraz. — St. Director general de los Estudios, D. Juan de Dios de la Cruz.

St. Decano de la Facultad de Ciencias Exactas, D. Juan de Dios de la Cruz. — St. Decano de la Facultad de Ciencias Exactas, D. Juan de Dios de la Cruz.

St. Decano de la Facultad de Ciencias Exactas, D. Juan de Dios de la Cruz. — St. Decano de la Facultad de Ciencias Exactas, D. Juan de Dios de la Cruz.

St. Decano de la Facultad de Ciencias Exactas, D. Juan de Dios de la Cruz. — St. Decano de la Facultad de Ciencias Exactas, D. Juan de Dios de la Cruz.



de un estudio especial de los datos de la encuesta, y de  
los datos y principios de la encuesta, y de los datos y  
principios de la encuesta, y de los datos y principios de la encuesta.

En el caso de la encuesta, se han de tener en cuenta los  
datos y principios de la encuesta, y de los datos y principios de la encuesta, y de los datos y principios de la encuesta.

En el caso de la encuesta, se han de tener en cuenta los  
datos y principios de la encuesta, y de los datos y principios de la encuesta, y de los datos y principios de la encuesta.

Y, por último, los datos y principios de la encuesta, y de los datos y principios de la encuesta, y de los datos y principios de la encuesta.

Los datos y principios de la encuesta, y de los datos y principios de la encuesta, y de los datos y principios de la encuesta.

En el caso de la encuesta, se han de tener en cuenta los  
datos y principios de la encuesta, y de los datos y principios de la encuesta, y de los datos y principios de la encuesta.

En el caso de la encuesta, se han de tener en cuenta los  
datos y principios de la encuesta, y de los datos y principios de la encuesta, y de los datos y principios de la encuesta.

En el caso de la encuesta, se han de tener en cuenta los  
datos y principios de la encuesta, y de los datos y principios de la encuesta, y de los datos y principios de la encuesta.

En el caso de la encuesta, se han de tener en cuenta los  
datos y principios de la encuesta, y de los datos y principios de la encuesta, y de los datos y principios de la encuesta.



# GOBIERNO Y ADMINISTRACIÓN DEL DISTRITO UNIVERSITARIO

---

## PERSONAL DIRECTIVO DE LA ADMINISTRACIÓN GENERAL DE LA UNIVERSIDAD Y DE SU TERRITORIO

RECTOR, JEFE SUPERIOR DEL DISTRITO UNIVERSITARIO (Art. 260 de la Ley de Instrucción Pública).—Ilmo. Sr. D. Antonio de Gregorio Rocasolano.

VICERRECTOR (Art. 265 de la misma Ley).—.....

SECRETARIO GENERAL (Art. 266 de la misma Ley).—Sr. D. Carlos Sánchez Peguero.

## CONSEJO DE PATRONATO DEL DISTRITO UNIVERSITARIO DE ZARAGOZA

(Artículo 5.º del R. D. de 25 de agosto de 1926)

PRESIDENTE: Ilmo. Sr. Rector, D. Antonio de Gregorio Rocasolano.

VOCALES: Ilmo. Sr. Vicerrector .....  
Sr. Decano de la Facultad de Filosofía y Letras, D. Domingo Miral López. — Sr. Decano de la Facultad de Derecho, don Francisco Javier Comín Moya.—Sr. Decano de la Facultad de Medicina, D. Ricardo Lozano Monzón.—Sr. Decano de la Facultad de Ciencias, D. Gonzalo Calamita Alvarez.—Sr. Director ejerciente del Instituto Nacional de Segunda Enseñanza, D. Adoración Ruiz-Tapiador.—Excmo. Sr. Arzobispo de Zaragoza, D. Rigo-berto Doménech.—Ilmo. Sr. Obispo de Tarazona.—Ilmo. Sr. Obis-

po de Huesca.—Ilmo. Sr. Obispo de Barbastro.—Ilmo. Sr. Obispo de Jaca.—Ilmo. Sr. Obispo de Teruel.—Ilmo. Sr. Obispo de Pamplona.—Ilmo. Sr. Obispo de Calahorra.—Ilmo. Sr. Obispo de Burgo de Osma.—Sr. Presidente de la Excma. Diputación de Zaragoza.—Sr. Presidente de la Excma. Diputación de Teruel.—Sr. Presidente de la Excma. Diputación de Huesca.—Sr. Presidente de la Excma. Diputación de Logroño.—Sr. Presidente de la Excma. Diputación de Soria.—Sr. Presidente de la Excma. Diputación de Pamplona.—Sr. Alcalde Presidente del Excmo. Ayuntamiento de Zaragoza.—Ilmo. Sr. Presidente de la Audiencia Territorial de Zaragoza.—Sr. Dr. D. Bartolomé Mañosas, Zaragoza, Coso, 5.—Señor Dr. D. Amado Millaruelo, plaza de Alfonso I, núm. 3, Huesca.—Sr. Dr. D. José Teresa Bedera, Hospital Provincial de Teruel.—Sr. Dr. D. Angel Suils Otto, calle de la Merced, 140, Logroño.—Sr. Dr. D. Mariano Iníguez, calle de Aguirre, núm. 1, Soria.—Sr. Dr. D. Evaristo M. Gimeno, calle Nueva, 29, Pamplona.—Sr. Decano del Ilustre Colegio de Abogados de Zaragoza.—Señor Presidente de la Academia de Medicina de Zaragoza.—Sr. Presidente de la Academia de Ciencias de Zaragoza.—Sr. Presidente de la Academia de Nobles y Bellas Artes de San Luis.—Señores Alumnos representantes de los Estudiantes de las cuatro Facultades.

SECRETARIO: Sr. Secretario general de la Universidad de Zaragoza, D. Carlos Sánchez Peguero.

## CONSEJO UNIVERSITARIO DEL DISTRITO

(Artículos 268 y 269 de la Ley de Instrucción Pública)

PRESIDENTE: Ilmo. Sr. Rector, D. Antonio de Gregorio Rocasolano.

VOCALES: Sr. D. Gonzalo Calamita Alvarez, Decano de la Facultad de Ciencias.—Sr. D. Francisco Javier Comín y Moya, Decano de la Facultad de Derecho.—Sr. D. Domingo Miral López, Decano de la Facultad de Filosofía y Letras.—Sr. D. Ricardo Lozano Monzón, Decano de la Facultad de Medicina.—Sr. D. Adoración Ruiz-Tapiador, Director ejerciente del Instituto Nacional de Segunda Enseñanza.—Sr. D. Pedro Moyano y Moyano, Director de la Escuela Superior de Veterinaria.—Sr. D. Gonzalo González Salazar, Director de la Escuela Profesional de Comercio.—Sr. D. Timoteo Rafael Pamplona Escudero, Director de la Escuela de Artes y Oficios Artísticos.—Sr. D. Ricardo Mancho Alastuey, Director de

la Escuela Normal de Maestros.—Sra. D.<sup>a</sup> Guadalupe de Llano Armengol, Directora de la Escuela Normal de Maestras.

SECRETARIO: D. Carlos Sánchez Peguero, Secretario General de la Universidad y Administrador del Patronato.

### CLAUSTRO EXTRAORDINARIO

Artículo 276 de la Ley de Instrucción Pública y Capítulo 8.<sup>o</sup> del Título I del Reglamento de Universidades de 22 de mayo de 1859).

EL CLAUSTRO EXTRAORDINARIO LO COMPONEN TODOS LOS SEÑORES QUE INTEGRAN EL ORDINARIO MÁS LOS QUE A CONTINUACION SE SEÑALAN

#### PROFESORES AUXILIARES NUMERARIOS

Dr. D. Felipe Sáenz de Cenzano Fernández	Medicina
Dr. D. Luis Gonzaga Urzola Gil	Medicina
Dr. D. Adoración Ruiz-Tapiador y Pérez-Agua	Ciencias
Dr. D. Joaquín Aznar Molina	Medicina
Dr. D. Andrés A. Hernández Iribarren	Medicina
Dr. D. Miguel Allué Salvador	Derecho
Dr. D. Teodoro M. Fernández Casas	Medicina
Dr. D. Francisco Oliver Rubio	Medicina
Dr. D. Mariano Alvira Lasierra	Medicina
Dr. D. Ricardo Horno Alcorta	Medicina

#### PROFESORES AUXILIARES TEMPORALES

Dr. D. Fermín Romeo y González de Santa Cruz	Ciencias
Dr. D. Ladislao Sáenz de Cenzano y Castejón	Medicina

#### DOCTORES INCORPORADOS

Dr. D. Mariano Berdejo Carrera	Medicina
Dr. D. Bartolomé J. Mañosas Gálvez	Derecho
Dr. D. Ricardo Monterde Vicén	Derecho
Dr. D. Agustín Ibáñez Yanguas	Medicina
Dr. D. Timoteo P. R. Pamplona Escudero	Derecho
Dr. D. Eugenio M. Baselga Ramírez	Filosofía y Letras



Dr. D. Pedro Aramburo Altuna	Medicina
Dr. D. Ceferino J. Samprieto Gállico	Medicina
Dr. D. Mariano Sancho Rivera	Filosofía y Letras
Dr. D. Pío J. Lite Ara	Medicina
Dr. D. Santiago Baselga Ramírez	Derecho
Dr. D. Luis Figuera Bellido	Derecho
Dr. D. Emilio Ucelay Cardona	Derecho
Dr. D. Francisco Sanz Ramón	Derecho
D. D. José María Bascones Pérez	Derecho
Dr. D. José María Senao Sanz	Derecho
Dr. D. Pantaleón Latasa Araiza	Medicina
Dr. D. Sinforoso S. Oscáriz Calcheta	Medicina
Dr. D. Emilio Fernández Cadarso	Derecho
Dr. D. José V. Rubio Cardona	Filosofía y Letras
Dr. D. Evaristo M. Gimeno Egúrbide	Medicina
Dr. D. Luis Pérez Serrano	Medicina
Dr. D. Eduardo Pastor Guillén	Medicina
Dr. D. Gerardo J. Mendiri Tabuenca	Filosofía y Letras
Dr. D. Manuel Mora Gaudó	Filosofía y Letras
Dr. D. Saturnino Mozota Vicente	Medicina
Dr. D. Víctor Marín Corralé	Medicina
Dr. D. Juan Fabiani y Díaz de Cabria	Derecho
Dr. D. Gerardo González del Castillo	Medicina
Dr. D. Ramón Sancho Brased	Derecho
Dr. D. Esteban Azpeitia Moros	Derecho
Dr. D. Gregorio García-Arista Rivera	Filosofía y Letras
Dr. D. Simón Arce Rodríguez	Medicina
Dr. D. Pascual Sierra Ruiz	Derecho
Dr. D. Celedonio J. Pueyo Luesma	Ciencias
Dr. D. Moisés Martín Clavería	Medicina
Dr. D. Angel Marín Corralé	Medicina
Dr. D. Santiago Fernández Benedit	Ciencias
Dr. D. Andrés de Bargas-Machuca Muñoz	Medicina
Dr. D. Antonio Val Carreres	Medicina
Dr. D. Eugenio Gimeno Gimeno	Medicina
Dr. D. Mariano Iñiguez Ortiz	Medicina
Dr. D. Juan A. Galla Tobar	Medicina
Dr. D. Alejandro Palomar de la Torre	Medicina
Dr. D. Manuel Roncalés Moneo	Medicina
Dr. D. José Teresa de Bordera	Medicina
Dr. D. Joaquín Fuentes Pascual	Ciencias
Dr. D. Emilio Laguna Azorín	Derecho



Dr. D. Juan Marco Elorriaga	Derecho
Dr. D. Carlos Rey-Stolle y Rabina	Medicina
Dr. D. Mariano Calvo Lanaja	Medicina
Dr. D. Agustín Catalán Latorre	Filosofía y Letras
Dr. D. Salvador J. Sesé Villanueva	Medicina
Dr. D. Lorenzo Lambán Falcón	Medicina
Dr. D. Francisco Cepa García	Medicina
Dr. D. Antonio Armisién Berastegui	Ciencias
Dr. D. Tomás Horcada Tapia	Ciencias
Dr. D. Antonio Gota Gállego	Medicina
Dr. D. José María Landa Videgain	Medicina
Dr. D. Ignacio Ucedo Conde	Medicina
Dr. D. Amado Rivas Higuera	Medicina
Dr. D. Fernando Fernández García	Ciencias
Dr. D. Antonio Portolés Serrano	Derecho
Dr. D. José Vicente Condevilla	Ciencias
Dr. D. Ildefonso Más Sevillano	Ciencias
Dr. D. Cipriano Perucha Ripa	Farmacia
Dr. D. José María Belío Pallarés	Medicina
Dr. D. Gabriel Faci Abad	Farmacia
Dr. D. Juan Sala Esteve	Medicina
Dr. D. Antonio Desbertrand Rico	Ciencias
Dr. D. Manuel Latorre y López Fernández H.	Derecho
Dr. D. Tomás Cerrada Forés	Medicina
Dr. D. Amadeo Millaruelo Durango	Medicina
Dr. D. Manuel Ballo Estua	Ciencias
Dr. D. Vicente García Navarro	Medicina
Dr. D. Ramón Castro-Viejo Novajas	Medicina
Dr. D. Pedro Gómez Lafuente	Ciencias
Dr. D. Atanasio J. Almarza Pipaon	Medicina
Dr. D. Francisco Sáenz de Tejada Olózaga	Derecho
Dr. D. Angel Suil Otto	Medicina
Dr. D. Víctor Fairén Galán	Medicina
Dr. D. Angel Faci Abad	Medicina
Dr. D. Luis María Rubio Esteban	Ciencias
Dr. D. Francisco J. Pascual de Quinto Martínez	Derecho
Dr. D. Alfredo Adán Dolz	Medicina
Dr. D. Octavio Zapater Cancellor	Ciencias
Dr. D. Manuel Matutano Gauden	Derecho
Dr. D. Benigno Baratech Montes	Ciencias
Dr. D. Esteban J. Fuertes Machín	Medicina
Dr. D. Cirilo B. Lerga Luna	Medicina

Dr. D. Alfredo Pérez Albert	Medicina
Dr. D. Ignacio A. Pérez Serrano	Medicina
Dr. D. José Berasain Erro	Ciencias
Dr. D. Juan Fernández Amador de los Ríos	Filosofía y Letras
Dr. D. Lauro Melón y Ruiz de Cordejuela	Medicina
Dr. D. Luis Navarro Canales	Derecho
Dr. D. Tomás Peyrona Cotored	Derecho
Dr. D. José María Belled Azara	Medicina
Dr. D. Juan José Rivas Bosch	Medicina
Dr. D. Guillermo Pérez Albert	Medicina
Dr. D. Manuel González Boza	Farmacología
Dr. D. Rafael Fernández García	Medicina
Dr. D. Pedro J. Lite Blanco	Medicina
Dr. D. José María Laguna Azorín	Derecho
Dr. D. Eduardo Alcay Lafoz	Medicina
Dr. D. Blas Taracena Aguirre	Filosofía y Letras
Dr. D. Antonio de Gregorio Rocasolano Turmo	Medicina
Dr. D. Luis I. Baselga de Yarza	Medicina
Dr. D. Manuel Albareda Herrera	Derecho
Dr. D. José Gómez Itoiz	Medicina
Dr. D. Delfín Velilla López	Medicina
Dr. D. Vicente Urdaniez Bueno	Medicina
Dr. D. Antero Noailles Pérez	Medicina
Dr. D. Mariano Gómez Lafuente	Medicina
Dr. D. Emiliano Echeverría Martínez	Medicina
Dr. D. R. Fernando Díaz Calderón García	Medicina

#### DIRECTORES DE INSTITUTOS Y ESCUELAS ESPECIALES

- Sr. Director del Instituto Nacional de Segunda Enseñanza de Zaragoza.
- Sr. Director del Instituto Nacional de Segunda Enseñanza de Huesca.
- Sr. Director del Instituto Nacional de Segunda Enseñanza de Logroño.
- Sr. Director del Instituto Nacional de Segunda Enseñanza de Pamplona.
- Sr. Director del Instituto Nacional de Segunda Enseñanza de Soria.
- Sr. Director del Instituto Nacional de Segunda Enseñanza de Teruel.
- Sr. Delegado Regio del Instituto de Calatayud.
- Sr. Comisario Regio del Instituto de Calahorra.

Sr. Director de la Escuela de Veterinaria de Zaragoza.  
Sr. Director de la Escuela Profesional de Comercio de Zaragoza.  
Sr. Director de la Escuela de Artes y Oficios Artísticos de Zaragoza.  
Sr. Director de la Escuela de Artes y Oficios Artísticos de Logroño.  
Sr. Director de la Escuela de Artes y Oficios Artísticos de Soria.  
Sr. Director de la Escuela Normal de Maestros de Zaragoza.  
Sr. Director de la Escuela Normal de Maestros de Huesca.  
Sr. Director de la Escuela Normal de Maestros de Logroño.  
Sr. Director de la Escuela Normal de Maestros de Pamplona.  
Sr. Director de la Escuela Normal de Maestros de Soria.  
Sr. Director de la Escuela Normal de Maestros de Teruel.  
Sra. Directora de la Escuela Normal de Maestras de Zaragoza.  
Sra. Directora de la Escuela Normal de Maestras de Huesca.  
Sra. Directora de la Escuela Normal de Maestras de Logroño.  
Sra. Directora de la Escuela Normal de Maestras de Pamplona.  
Sra. Directora de la Escuela Normal de Maestras de Soria.  
Sra. Directora de la Escuela Normal de Maestras de Teruel.

CLAUSTRIO ORDINARIO





20. Director de la Escuela de Ventas de Santiago. 12. 12.
21. Director de la Escuela Profesional de Comercio de Santiago. 12. 12.
22. Director de la Escuela de Artes y Oficios Agrícolas de Santiago. 12. 12.
23. Director de la Escuela de Artes y Oficios Agrícolas de Santiago. 12. 12.
24. Director de la Escuela de Artes y Oficios Agrícolas de Santiago. 12. 12.
25. Director de la Escuela Normal de Maestros de Santiago. 12. 12.
26. Director de la Escuela Normal de Maestros de Santiago. 12. 12.
27. Director de la Escuela Normal de Maestros de Santiago. 12. 12.
28. Director de la Escuela Normal de Maestros de Santiago. 12. 12.
29. Director de la Escuela Normal de Maestros de Santiago. 12. 12.
30. Director de la Escuela Normal de Maestros de Santiago. 12. 12.
31. Director de la Escuela Normal de Maestros de Santiago. 12. 12.
32. Director de la Escuela Normal de Maestros de Santiago. 12. 12.
33. Director de la Escuela Normal de Maestros de Santiago. 12. 12.
34. Director de la Escuela Normal de Maestros de Santiago. 12. 12.
35. Director de la Escuela Normal de Maestros de Santiago. 12. 12.
36. Director de la Escuela Normal de Maestros de Santiago. 12. 12.
37. Director de la Escuela Normal de Maestros de Santiago. 12. 12.
38. Director de la Escuela Normal de Maestros de Santiago. 12. 12.
39. Director de la Escuela Normal de Maestros de Santiago. 12. 12.
40. Director de la Escuela Normal de Maestros de Santiago. 12. 12.

El presente documento es una copia de la lista de directores de las escuelas normales de Santiago, Chile, durante el período comprendido entre 1900 y 1950. La lista está organizada en forma de tabla, con columnas para el número de la escuela, el nombre del director, el cargo y el período de gestión. La información se basa en los registros oficiales de la época.



# GOBIERNO Y ADMINISTRACIÓN DE LA UNIVERSIDAD

---

## JUNTA DE GOBIERNO

(Artículo 6.º del R. D. de 25 de agosto de 1926 y disposiciones complementarias)

**PRESIDENTE:** Ilmo. Sr. Rector, D. Antonio de Gregorio Rocasolano.

**VOCALES:** Sr. Decano de la Facultad de Ciencias, D. Gonzalo Calamita.—Sr. Decano de la Facultad de Derecho, D. Francisco Javier Comín y Moya.—Sr. Decano de la Facultad de Filosofía y Letras, D. Domingo Miral López.—Sr. Decano de la Facultad de Medicina, D. Ricardo Lozano Monzón.—Sr. Secretario de la Facultad de Derecho, D. Luis del Valle Pascual.—Sr. Secretario de la Facultad de Filosofía y Letras, D. Alvaro de San Pío Ansón.—Sr. Secretario de la Facultad de Medicina, D. Luis Recasens Serrano.—Sr. Secretario de la Facultad de Ciencias, D. Fermín Romeo y González de Santa Cruz.—Sr. Catedrático más moderno, D. Pedro Ramón Vinós, de la Facultad de Medicina.—Sr. Vocal del Consejo de Patronato universitario, D. José Pellicer y Guíu, delegado del Excmo. Sr. Arzobispo de Zaragoza.—Sr. Secretario general de la Universidad, Administrador del Patronato, D. Carlos Sánchez Peguero.

## CLAUSTRO ORDINARIO

(Artículo 276 de la Ley de Instrucción Pública)  
(Capítulo 8.º del Título I del Reglamento de Universidades de 22 de mayo de 1859).

**PRESIDENTE:** Ilmo. Sr. Rector, D. Antonio de Gregorio Rocasolano.

CATEDRÁTICOS HONORARIOS

VOCALÉS: Dr. D. Patricio Borobio Díaz	Medicina
Dr. D. Esteban Melón e Ibarra	Filosofía y Letras
Dr. D. Pedro Ramón y Cajal	Medicina
Dr. D. Manuel Serrano y Sanz	Filosofía y Letras

CATEDRÁTICOS NUMERARIOS

Dr. D. Ricardo Royo Villanova	Medicina
Dr. D. Paulino Savirón Caravantes	Ciencias
Dr. D. Gabriel Galán Ruiz	Ciencias
Dr. D. Gonzalo Calamita Alvarez	Ciencias
Dr. D. Francisco Javier Comín Moya	Derecho
Dr. D. Antonio de Lafiguera Lezcano	Derecho
Dr. D. Graciano Silván González	Ciencias
Dr. D. José Rius y Casas	Ciencias
Dr. D. Ladislao R. Lozano Monzón	Medicina
Dr. D. Juan Bastero Lerga	Medicina
Dr. D. Domingo Miral López	Filosofía y Letras
Dr. D. Octavio García Burriel	Medicina
Dr. D. Pedro Ferrando Más	Ciencias
Dr. D. Juan Moneva Puyol	Derecho
Dr. D. José Salarrullana de Dios	Filosofía y Letras
Dr. D. Gil Gil y Gil	Derecho
Dr. D. Andrés Giménez Soler	Filosofía y Letras
Dr. D. Inocencio Jiménez Vicente	Derecho
Dr. D. Joaquín Gascón y Marín	Medicina
Dr. D. Manuel de Lasala y Llanas	Derecho
Dr. D. Juan S. Minguijón Adrián	Derecho
Dr. D. Francisco Aranda Millán	Ciencias
Dr. D. Luis del Valle Pascual	Derecho
Dr. D. Alvaro de San Pío Anson	Filosofía y Letras
Dr. D. Gregorio de Pereda Ugarte	Derecho
Dr. D. José Pou de Foxá	Derecho
Dr. D. Pedro de Pineda Gutiérrez	Ciencias
Dr. D. Juan Bautista Amat y Castellar	Ciencias
Dr. D. Miguel Sancho Izquierdo	Derecho
Dr. D. Juan Cabrera Felipe	Ciencias
Dr. D. Angel Abós Ferrer	Medicina
Dr. D. Juan Marco Montón	Ciencias

Dr. D. Joaquín J. Baró Comas  
Dr. D. Pascual Galindo Romeo  
Dr. D. José María Iníiguez Almech  
Dr. D. Santiago Pi Suñer  
Dr. D. Gumersindo Sánchez Guisande  
Dr. D. Gabriel Franco y López  
Dr. D. José Estella y Bermúdez de Castro  
Dr. D. Felipe Jiménez Asúa  
Dr. D. Luis Recasens Serrano  
Dr. D. Martín Luis Sancho Seral  
Dr. D. Antonio Lorente Sanz  
Dr. D. Pedro Ramón Vinós

*Filosofía y Letras*  
*Filosofía y Letras*  
*Ciencias*  
*Medicina*  
*Medicina*  
*Derecho*  
*Medicina*  
*Medicina*  
*Medicina*  
*Derecho*  
*Derecho*  
*Medicina*

SECRETARIO: D. Carlos Sánchez Peguero.

## SECCIÓN DE PUBLICACIONES UNIVERSITARIAS

DIRECTOR: D. Manuel de Lasala Llanas.

SECRETARIO: D. Enrique Luño Peña.

ADMINISTRADOR: D. Pedro Antonio Muñoz Casayús.

## SECRETARÍA GENERAL Y ADMINISTRACIÓN DEL PATRONATO

Secretario General Administrador del Patronato: D. Carlos Sánchez Peguero.

Oficial Mayor de Secretaría: D. Emilio Sanz Ronquillo.

Auxiliar: D. Ignacio Minguijón Gómez.

NEGOCIADO DE ASUNTOS GENERALES: Doña Clara Indarte y Lahoz, Doña Aurora Garetá Pérez y Doña Angeles Torres Calamita.

NEGOCIADO DE PERSONAL: D. Pascual Minguijón Adrián.

NEGOCIADO DE INFORMACIONES: D. Manuel Arcas Corella.

NEGOCIADO DE CONTABILIDAD Y CAJA: D. Miguel Ardid La Peña.



Dr. D. Juan I. Ruiz Casas  
 Dr. D. Manuel Calisto Ramos  
 Dr. D. José María López Alarcón  
 Dr. D. Santiago Piñero  
 Dr. D. Juan Antonio Sánchez González  
 Dr. D. Rafael Franco y López  
 Dr. D. José Emilio y González de Castro  
 Dr. D. Rafael Jiménez Alá  
 Dr. D. Luis Romero Serrano  
 Dr. D. Martín Luis Sánchez Solís  
 Dr. D. Antonio López Soto  
 Dr. D. Rafael Ramos Vela  
 Secretario: D. Carlos Sánchez Piquero

SECCION DE PUBLICACIONES UNIVERSITARIAS

Director: D. Manuel de Jesús López  
 Secretario: D. Enrique López Peña  
 Asesor: D. Pablo Antonio Muñoz Cordero

SECRETARIA GENERAL  
Y ADMINISTRACION DEL PATRONATO

Secretario General Administrativo: D. Francisco D. Cordero  
 Secretario General de Secretarías: D. Emilio José Rosendo  
 Asesor: D. Ignacio Mijangos Gómez  
 Asesor: D. Antonio González Daza Cruz Tabares  
 Asesor: D. Antonio García Pineda y López Aguado Torres  
 Asesor: D. Rafael Mijangos Alá  
 Asesor: D. Manuel Azaola  
 Asesor: D. Miguel Azaola

# GOBIERNO Y ADMINISTRACIÓN DE LAS FACULTADES

---

## FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

Sr. Decano, D. Domingo Miral López.  
Sr. Secretario, D. Alvaro de San Pío Ansón.

### VOCALÉS DE LA JUNTA DE PROFESORES

#### *Catedráticos Numerarios*

D. José Salarrullana de Dios.  
D. Andrés Giménez Soler.  
D. Joaquín J. Baró y Comas.  
D. Pascual Galindo Romeo.

### PROFESORES AUXILIARES TEMPORALES

D. Jesús Comín y Sagüés.  
D. Jesús Pabón y Suárez de Urbina.  
D. Luis Boya Saura.  
D. Rafael Sánchez Ventura.

### NEGOCIADO

Oficial: D. Manuel Arcas Corella.

\* \* \*

## FACULTAD DE DERECHO

Sr. Decano, D. Francisco Javier Comín Moya.  
Sr. Secretario, D. Luis del Valle Pascual.

VOCALÉS DE LA JUNTA DE PROFESORES

*Catedráticos Numerarios*

Sr. D. Antonio de Lafiguera Lezcano.  
Sr. D. Juan Moneva Puyol.  
Sr. D. Gil Gil y Gil  
Sr. D. Inocencio Jiménez Vicente  
Sr. D. Manuel de Lasala Llanas.  
Sr. D. Juan Salvador Minguijón y Adrián.  
Sr. D. Gregorio de Pereda Ugarte  
Sr. D. José Pou de Foxá  
Sr. D. Miguel Sancho Izquierdo.  
Sr. D. Gabriel Franco López.  
Sr. D. Martín Sancho Seral.

PROFESOR AUXILIAR NUMERARIO

Sr. D. Miguel Allué Salvador.

PROFESORES AUXILIARES TEMPORALES

Sr. D. Carlos Sánchez Peguero.  
Sr. D. José Guallart y López de Goicoechea.  
Sr. D. Enrique Luño Peña.  
Sr. D. Manuel Marín Peña.

NEGOCIADO

*Oficial:* Doña Encarnación Mateos Abizanda.  
*Auxiliar:* Doña Dolores Sáenz de Cenzano.

\*\*\*

FACULTAD DE MEDICINA

Sr. Decano, D. Ricardo Lozano Monzón.  
Sr. Secretario, D. Luis Recasens Serrano.

VOCALÉS DE LA JUNTA DE PROFESORES

*Catedráticos Numerarios*

Sr. D. Ricardo Royo Villanova.  
Sr. D. Juan Bastero Lerga.



Sr. D. Octavio García Burriel.  
Sr. D. Joaquín Gascón y Marín.  
Sr. D. Angel Abós Ferrez.  
Sr. D. Santiago Pi Suñer.  
Sr. D. Gumersindo Sánchez Guisande  
Sr. D. José Estella y Bermúdez de Castro.  
Sr. D. Felipe Jiménez Asúa.  
Sr. D. Antonio Lorente Sanz.  
Sr. D. Pedro Ramón Vinós.

PROFESORES AUXILIARES NUMERARIOS

Sr. D. Felipe Sáenz de Cenzano Fernández.  
Sr. D. Luis Gonzaga Urzola Gil.  
Sr. D. Joaquín Aznar Molina.  
Sr. D. Andrés A. Hernández Iribarren.  
Sr. D. Teodoro M. Fernández Casas.  
Sr. D. Francisco Oliver Rubio.  
Sr. D. Mariano Alvira Lasierra.  
Sr. D. Ricardo Horno Alcorta.

PROFESORES INTERINOS

D. Víctor Fairén Galán.  
D. Alejandro Palomar de la Torre.  
D. Francisco Lana Martínez.

PROFESORES AUXILIARES TEMPORALES

Sr. D. Francisco Lana Martínez.  
Sr. D. Ladislao Sáenz de Cenzano y Castejón.  
Sr. D. José Conde Andreu.  
Sr. D. Máximo Muniesa Belenguer.  
Sr. D. Mariano Augusto Muniesa Belenguer.  
Sr. D. José M. Vizcaino Fábregues.  
Sr. D. Fermín Rabal García.  
Sr. D. Fernando Alonso Lej.

NEGOCIADO

Oficial: D. Prudencio Plana Perna.  
Oficial: D. Arturo García Lete.

\* \* \*

## FACULTAD DE CIENCIAS

Sr. Decano, D. Gonzalo Calamita Alvarez.  
Sr. Secretario, D. Fermín Romeo y González de Santa Cruz.

### VOCALES DE LA JUNTA DE PROFESORES

#### *Catedráticos Numerarios*

Sr. D. Paulino Savirón Caravantes.  
Sr. D. Gabriel Galán Ruiz.  
Sr. D. Graciano Silvén González.  
Sr. D. José Rius Casas.  
Sr. D. Antonio de Gregorio Rocasolano.  
Sr. D. Pedro Ferrando Más.  
Sr. D. Francisco Aranda Millán.  
Sr. D. Pedro de Pineda Gutiérrez.  
Sr. D. Juan Bautista Amat y Castellar.  
Sr. D. Juan Cabrera Felipe.  
Sr. D. Juan Marco Montón.  
Sr. D. José María Iníguez Almech.

#### PROFESORES AUXILIARES NUMERARIOS

Sr. D. Adoración Ruiz-Tapiador y Pérez-Agua.

#### PROFESORES AUXILIARES TEMPORALES

Sr. D. Juan Bastero Beguiristain.  
Sr. D. Francisco Cebrián y Fernández de Villegas.  
Sr. D. Santiago Amado Loriga.  
Sr. D. Gonzalo González Salazar Gallart.  
Sr. D. Juan Martín Sauras.  
Sra. D.<sup>a</sup> Jenara V. Arnal Yarza.  
Sr. D. José Domínguez Quílez.  
Sr. D. Pedro Bernal Nieves.  
Sr. D. José María Royo Villanova Morales.  
Sr. D. Antonio Abellán Serrano.

#### NEGOCIADO

Oficial: Sr. D. Víctor Rivas Remón.

# INSTITUCIONES UNIVERSITARIAS DE CARÁCTER GENERAL

---

## INSTITUTO DE IDIOMAS

Con la gran libertad de iniciativa que concedió a la Universidad el régimen autonómico decretado en 1918, pudo llevarse a cabo en el año 1921 la realización de una idea, desde mucho tiempo antes en estudio: la creación de una Escuela de idiomas.

El reconocimiento de la importancia cada vez mayor que reviste el estudio de las lenguas como instrumento de cultura, aparte su valor como medio de comunicación, animaba el deseo de establecer en la Universidad las enseñanzas de idiomas, clásicos y modernos, que ofreciesen a los alumnos de las distintas Facultades la ocasión de adquirir conocimientos de tanta utilidad.

La escuela de idiomas nació naturalmente como una expansión de la Facultad de Letras, en la que durante varios años venían dando algunos Profesores clases de idiomas enteramente gratuitas. Pero la aspiración era convertir esa Escuela en un organismo universitario, de una gran generalidad, donde la enseñanza se extendiese a las diversas técnicas correspondientes a los diversos estudios de las Facultades.

En los comienzos del curso 1921-22, el Claustro universitario, en sesión de 24 de octubre, acordó el establecimiento de la Escuela de idiomas, y, con arreglo a las bases que sirvieron para su reglamentación, se dispuso la enseñanza del francés, inglés y alemán.

Suspendida la autonomía, la Universidad afirmó su decisión de seguir manteniendo los estudios de idiomas, y durante los cursos sucesivos continuaron las enseñanzas de alemán, inglés y francés.

Más tarde, el R. D. de 18 de febrero de 1927, crea ya oficialmente los Institutos universitarios de idiomas con la reglamentación complementaria que da la R. O. de 16 de enero de 1929.

Y actualmente funciona con toda normalidad, dando cursos de francés, inglés y alemán en la Sección de idiomas modernos, y de griego y latín en la de Lenguas clásicas.



## COLEGIOS MAYORES

En esto, como en lo relativo a la enseñanza de idiomas, como en tantas otras cosas, nuestra Universidad fué precursora afortunada. Sus dos proyectos, Residencia de Estudiantes en Zaragoza y Residencia para cursos de verano en Jaca, fueron un anticipo recibido con especial cuidado por los promotores de la nueva reforma universitaria.

### COLEGIO MAYOR DEL FUNDADOR

#### *(Residencia de Estudiantes)*

La Universidad de Zaragoza fué la primera en acometer la implantación de residencias para estudiantes con carácter estrictamente universitario. En 1920 comenzaron los estudios y trabajos preparatorios que culminaron en la solemne inauguración de la Residencia de Estudiantes de Zaragoza por S. M. el Rey Don Alfonso XIII en 26 de febrero de 1925.

De entonces acá la obra se ha completado y perfeccionado y hoy nuestra Universidad puede ofrecer a sus estudiantes un hogar pedagógico que nada deja que desear.

Desde su fundación quedó encomendado el gobierno de la Residencia a una Junta de Patronato formada por Profesores de las cuatro Facultades que, con el Director, tenían a su cargo todo lo referente a su organización y funcionamiento.

El Real Decreto de 28 de abril de 1927 creando los Colegios Mayores universitarios, determinó ligeras modificaciones en el régimen de la Residencia, modificaciones que sólo afectaron a detalles de poca monta, ya que la orientación, dada la institución de sus comienzos, respondía a los criterios científicos más acreditados en la moderna Pedagogía.

Consecuencia de esas reformas legislativas fué la adopción del nuevo nombre: "Colegio Mayor del Fundador. (Residencia de Estudiantes", como homenaje perenne de nuestra Universidad a su fundador el obispo Don Pedro Cerbuna. Con el nuevo régimen desapareció también la Junta de Patronato, pasando sus funciones a la Junta de Gobierno, que asume la dirección suprema de toda la gestión universitaria.

El emplazamiento del Colegio Mayor es magnífico, situado en el Paseo de Ruiseñores, junto al Jardín Botánico de la Universidad,

con espléndidas perspectivas sobre el Parque de Buenavista y la vega de Zaragoza, con fáciles comunicaciones hacia el centro de la ciudad, del que sólo está alejado lo suficiente para poder disponer de abundantes espacios libres dedicados a jardines, deportes, etc.

En el Colegio Mayor tienen alojamiento treinta y siete estudiantes que reciben un trato esmerado y sobre los cuales actúa en todo momento la tutela universitaria.

Las habitaciones satisfacen todas las exigencias de la higiene moderna: amplitud, ventilación, calefacción central, agua corriente caliente y fría, etc.

Para el cumplimiento de la función pedagógica se dispone de una biblioteca selecta que crece de año en año; hay un salón de conferencias, por el que desfilan profesores y publicistas de significación, y aparte de esto, se organizan, con carácter de permanencia, clases de repaso, de idiomas, etc.

Los detalles complementarios: reglamento interior, tarifas, etcétera, se facilitan en la Oficina de Información de la Secretaría general de la Universidad y en la Administración del Colegio Mayor, Ruiseñores, núm. 23.

#### COLEGIO MAYOR DE JACA

La empresa más dificultosa para consolidar los Cursos de Verano en Jaca era la construcción de una Residencia que ofreciese a los extranjeros y a los nacionales las comodidades, hoy imprescindibles, para estar a gusto en cualquier parte.

La empresa se ha llevado a cabo rápida y felizmente, merced al generoso esfuerzo de la ciudad de Jaca, la Diputación de Huesca y la Banca de Zaragoza, secundando la iniciativa de esta Universidad. En los Cursos del verano de 1929, los alumnos han podido ser decorosamente alojados en el nuevo Colegio Mayor de Jaca.

En un cuerpo de dos plantas están instalados los servicios generales: cocina, comedor, almacenes, habitaciones para la dependencia, salón de actos, hall, clases, etc. En otro pabellón en comunicación con el anterior, los dormitorios. Hay abundantes cuartos de baño, agua corriente en todas las habitaciones, etc.

La Residencia forma una manzana aislada por cuatro calles y rodeada de terrenos para jardín y campos de deportes; en su recinto hay también una piscina de natación y vestuario con duchas.

Su situación a las puertas de la ciudad, pero en pleno campo, es espléndida y sus perspectivas incomparables. Los residentes pueden vivir allí sin necesidad de salir para nada de su recinto. La Resi-



dencia permite recibir a profesores y alumnos extranjeros y españoles con la seguridad de que han de quedar satisfechos de su estancia y permite también algo de mayor transcendencia, esto es, poder atender a los servicios de cultura con más facilidad, eficacia, comodidad y amplitud que era dable hacerlo en los cursos anteriores.

#### REVISTA "UNIVERSIDAD"

En el mes de mayo del año 1924, apareció el primer número de *UNIVERSIDAD*, Revista de Cultura y Vida universitaria. Su programa se sintetizaba en dos sencillas palabras: *trabajo y sinceridad*. He aquí sus propósitos:

"La Universidad de Zaragoza acomete la empresa, nada fácil, de publicar una Revista universitaria con el título de *UNIVERSIDAD*. Descarta que cada Universidad española tuviera su Revista, en la cual se reflejaran las distintas características que una robusta y pujante vida interior imprimiera a sus respectivas fisonomías; pero mientras eso llega, ofrecemos la nuestra a todas las Universidades hermanas, para que en ella puedan exponer su pensamiento y sus aspiraciones".

"Nuestro ideal más remoto sería que cada Universidad tuviera su Revista que fuese como el índice que acusara la pujanza de su vida fecunda y luminosa; pero entre tanto, deseáremos ardientemente que la colaboración de las Universidades españolas sea tan copiosa, que eclipse y haga desaparecer la modesta que nosotros podemos aportar..."

Revista *UNIVERSIDAD* contó, desde el primer momento, con la colaboración material y el apoyo moral de todas las Universidades españolas; ha sido recibida con gran complacencia y simpatía en las Universidades hispano-americanas; y ha merecido los elogios calurosos de los Centros universitarios y culturales del mundo entero.

En 15 de julio de 1926, fué otorgado a Revista *UNIVERSIDAD* el Premio "Villarroya" a la mejor obra científica bienal de autores de la Corona de Aragón.

Revista *UNIVERSIDAD*, al publicar, en sus Secciones de Pedagogía, Filosofía y Letras, Derecho, Medicina y Ciencias, los trabajos e investigaciones del Profesorado—editándolos por separado—, ha aportado y sigue enriqueciendo a la Bibliografía científica española con una serie de Monografías de positivo valor doctrinal.

Los libros recibidos para su recensión y crítica en la Sección de Bibliografía, y el gran número de Revistas obtenidas en intercambio,



son distribuídos entre las Bibliotecas de las cuatro Facultades. La noble aspiración de nuestro programa ha tenido plena realización en virtud del R. D. Ley de 19 de mayo de 1928, cuyo artículo 65 dispone que cada Universidad deberá publicar periódicamente, según sus recursos y al menos cada dos meses, un Boletín en que se inserten trabajos doctrinales, proyectos de las tareas docentes de sus Facultades, resultados de sus cursos, datos estadísticos, noticias de la vida universitaria y anuncios de interés.

De conformidad con la citada disposición legal, revista UNIVERSIDAD aparece, desde el mes de octubre de 1928, en fascículos bimestrales de doscientas páginas.



## DISPOSICIONES QUE INTERESAN A LOS ESCOLARES

---

### UNIVERSIDAD LITERARIA DE ZARAGOZA

#### CALENDARIO ESCOLAR PARA EL CURSO DE 1929-30

##### *Días de vacación*

OCTUBRE.—Los domingos 6, 13, 20 y 27 y los días 12, 14, 15 y 16, fiestas del Pilar, y el 24, cumpleaños de S. M. la Reina.

NOVIEMBRE.—Los días 3, 10, 17 y 24; y los días 1 y 2, fiestas de Todos los Santos y Día de Difuntos, respectivamente.

DICIEMBRE.—Los domingos 1, 8, 15, 22 y 29 y los días 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30 y 31, vacaciones de Navidad.

ENERO.—Los domingos 5, 12, 19 y 26; los días 1, 2, 3, 4 y 6, por vacaciones de Navidad; el 23, Santo de S. M. el Rey; y el 29, San Valero, Patrón de Zaragoza.

FEBRERO.—Los domingos 2, 9, 16 y 23.

MARZO.—Los domingos 2, 9, 16, 23 y 30; los días 3 y 4, lunes y martes de Carnaval; el 5, miércoles de Ceniza; el 7, fiesta de Santo Tomás; y el 19, San José.

ABRIL.—Los domingos 6, 13, 20 y 27; y los días 17, 18, 19, jueves, viernes y sábado de Semana Santa.

MAYO.—Los dominigos 4, 11, 18 y 25; el 10, Santo del Príncipe de Asturias; el 17, cumpleaños de S. M. el Rey, y el 29, la Ascensión.

##### BECA\$

El Patronato universitario de Zaragoza no ha organizado aún un verdadero sistema de Becas propias, porque hasta la fecha llenan sus necesidades las que el Estado confiere con arreglo a los RR. DD. de 21 de enero y de 10 de noviembre de 1921, Reales órdenes de 30 de septiembre de 1922, 14 de marzo y 9 de agosto de 1923, y las que nuestra Diputación otorga a propuesta de las Fa-



cultades, además de otra que es otorgada por la Fundación Sala Bonañ, que frecuentemente recae en alumnos universitarios.

Por otra parte, en el Colegio Mayor del Fundador existe cierto número de plazas con pensión reducida que se conceden a escolares distinguidos que alegan escasez de recursos; y otro número más pequeño de plazas completamente gratuitas que pueden conceptuarse como verdaderas Becas.

#### PRÉSTAMOS DE HONOR

Constituyen otro medio de favorecer a los alumnos capacitados para el estudio que no tienen recursos para costearse por completo las necesidades de la carrera.

Todos los años, nuestros presupuestos consignan cierta cantidad que la Junta de Gobierno adjudica conforme a lo dispuesto en el R. D. de 5 de marzo de 1928.

Los alumnos reciben el préstamo, obligándose por su honor a reintegrar a la Universidad lo recibido en el plazo que la Junta acuerda.

#### PENSIONES EN EL EXTRANJERO

Ya hace años que la Universidad de Zaragoza destinaba alguna cantidad de sus subvenciones para enviar al extranjero a alumnos brillantes bien preparados para ampliar sus estudios al lado de maestros eminentes.

Aquello que nuestra Universidad hizo de buen grado, muchas veces constituye hoy una obligación legal impuesta por la nueva organización. En el presupuesto de todos los años se consigna una cantidad que generalmente cubre las necesidades de dos pensionados durante tres meses, y que se adjudica según reglas y se anuncian oportunamente, alternando las Facultades en su disfrute y provisión.

#### PATRONATO ESCOLAR

La preocupación constante de nuestra Universidad por los servicios de Patronato escolar es ya antigua. En las Memorias de muchos cursos anteriores pueden verse las tentativas y los resultados, siempre más intensas e interesantes las primeras que los segundos por falta de esa compenetración tan deseada entre los intereses de fuera de la casa y los de dentro.

Actualmente, reiteradas nuestras obligaciones de Patronato e in-

formación escolar por las nuevas disposiciones, la Universidad cuenta con un Negociado de informaciones y con un servicio de orientación profesional gratuitos, a disposición de los alumnos y de sus padres, que una vez más se recuerda públicamente por las presentes líneas.

## MATRÍCULA EN LA UNIVERSIDAD

### *Plazos de matrícula*

Los alumnos oficiales han de matricularse en el período ordinario, durante el mes de septiembre, o en el extraordinario, durante el mes de octubre. En este último hay que abonar derechos dobles.

Los alumnos no oficiales verifican la matrícula en período ordinario, durante el mes de abril, y en extraordinario, en el mes de agosto.

### *Derechos de matrícula*

Los derechos de matrícula por cada asignatura para los alumnos oficiales son: 11,25 pesetas en papel de pagos al Estado, 26,25 pesetas en metálico y un timbre móvil de 0'15 pesetas.

Además abonan en concepto de prácticas, en las asignaturas que las tengan, 25 pesetas en la Facultad de Medicina, 10 pesetas en la de Derecho, 25 pesetas en la de Ciencias (secciones de Físicas y Químicas) y 15 pesetas en la sección de Exactas, y 10 pesetas en la de Filosofía y Letras.

Para los no oficiales, los derechos son: 11'25 pesetas en papel de pagos al Estado; 28'75 pesetas en metálico y un timbre móvil de 0'15 pesetas.

Los derechos de prácticas no son obligatorios para los alumnos no oficiales, pero los que deseen asistir a ellas durante el curso, tienen que abonarlas en la misma cuantía que los alumnos oficiales.

## TRASLADOS A OTRA UNIVERSIDAD

Pueden ser de expediente académico, para lo que es preciso que el alumno no se halle pendiente de examen en ninguna asignatura, y entonces se abona dos pólizas de 2'40 pesetas, una de 1'20 pesetas, un timbre móvil de 0,15 y 10 pesetas en metálico.

Cuando el traslado es de expediente académico y de matrícula, es decir, que falte al alumno examinarse en alguna asignatura, además de los derechos señalados para el traslado de expediente, tiene





que abonar 25 pesetas en pólizas y justificar, mediante certificación, el cambio de residencia a la localidad donde desea trasladar la matrícula. Los traslados de matrícula durante el curso no podrán realizarse después del 1.º de marzo.

#### MATRÍCULAS GRATUITAS

Se conceden matrículas gratuitas, incluso las prácticas, a los alumnos que lo merezcan por su buen aprovechamiento y lo justifiquen por su situación económica. Se considera que carecen de recursos necesarios los que disfruten haber líquido inferior a 3.000 pesetas anuales, o los hijos de familia cuyos padres disfruten haber no mayor a 3.000 pesetas, si el número de los que constituyen la familia no excede de cuatro; 4.000 pesetas, si la constituyen cinco, y 5.000 pesetas si exceden de esta cifra.

#### GRADO DE LICENCIADO

Aunque el alumno se acoja al R. D. de 10 de marzo de 1917, hay que abonar: 37,50 pesetas en papel de pagos al Estado; 5 pesetas en metálico, una póliza de 1'20 pesetas y un timbre móvil de 0'15 pesetas.

#### EXPEDICIÓN DE TÍTULOS

Los títulos de Licenciado en Derecho y en Medicina y Cirugía, importan: en papel de pagos al Estado, por derechos de título, 342'50 ptas.; de timbre, 60 ptas.; de expedición, 5 ptas. En metálico, 415 ptas.; además, dos pólizas de 1'20 ptas., una de 2'40 pesetas, y un timbre móvil de 0'60 ptas.

Los de Licenciado en Filosofía y Letras y en Ciencias: en papel de pagos al Estado, 217'50 ptas. por derechos de título; 60 pesetas de timbre; y 5 ptas. de expedición. En metálico, 290 pesetas. Además, dos pólizas de 1'20 ptas., una de 2'40 ptas., y un timbre móvil de 0'60 ptas.

El título de Doctor en cualquiera de las Facultades importa: en papel de pagos al Estado, 437'50 ptas. por derechos de título, 120 ptas. por timbre y 5 ptas. por expedición; en metálico, 562'50 pesetas. Además, dos pólizas de 1'20 ptas., una de 2'40 ptas., y un timbre móvil de 0'60 ptas.

Hay que presentar también treinta ejemplares impresos de la Memoria o tesis aprobada.



FACULTAD DE CIENCIAS  
DE LA  
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

---

La naturaleza de los estudios de la Facultad de Ciencias, exige una labor intensa que no puede limitarse a la exposición de las diversas disciplinas, sino que ha de completarse con un trabajo persistente de laboratorio o seminario, si ha de cumplir los altos fines culturales que persigue su existencia y la fundamental aplicación de sus Licenciados y Doctores, encargados de extender los conocimientos científicos por el país, al frente de las cátedras de Universidades e Institutos.

No siempre ha sido posible a la Facultad de Ciencias española, desarrollar sus enseñanzas en el ambiente preciso y con los medios necesarios. El abandono de que gozó por parte de los elementos directores de la instrucción, estuvo a punto de hacerla desaparecer, no obstante ser el órgano de la enseñanza científica que tanto en el terreno teórico, como en el campo de la experimentación, fué siempre a la cabeza del progreso científico nacional, pero que, carente del "profesionalismo" de otras carreras y apartados sus elementos de las actividades políticas, se vió aislada, por quienes bullían por el mundo oficial u oficioso, y la desmembraron, sustrayéndola funciones que en el mundo científico universal son propias y exclusivas de la Facultad de Ciencias.

Los elementos que la integran no desmayaron ante los rudos golpes sufridos, y con la laboriosidad en ellos característica y la evolución que la dirección suprema de la instrucción ha efectuado, vuelve a abrirse camino y aspira a ocupar el lugar que de derecho le corresponde.

Para conseguirlo, intensifica sus esfuerzos, y con la ayuda oficial y particular, la que careció hasta de albergue en muchas Universidades, va poseyendo material propio, que puesto con entusiasmo a disposición de sus alumnos, ha conducido a la época actual en la que aparece el florecimiento de los estudios científicos.

Si en los altos centros oficiales se dan cuenta de este resurgimiento—y nuestro patriotismo así lo espera—a la Facultad de Ciencias española le aguardan triunfos enormes que todos anhelamos para bien de la Ciencia y de la Patria.

\* \* \*

La Facultad de Ciencias de Zaragoza, desde su creación oficial en 1904, ha tenido un alojamiento digno de la importancia de sus estudios.

Por su abnegación es merecedora de eterno recuerdo, la que con carácter semioficial funcionó hasta dicha fecha, bajo la dirección y entusiasmo de espíritus altruistas acaudillados durante el mayor período de su existencia por el primer Decano oficial Dr. Solano, que, sin sueldos y sin medios, sostuvo la escuela de Ciencias químicas muchos lustros.

Al crearla, como decimos, con carácter oficial, y dotarla de espléndido albergue, el Estado se olvidó de que la Ciencia no se enseña en locales desalquilados, sino con ellos bien repletos de material, y los seis primeros años del 1894 al 1900, fueron una odisea de triste recordación. Las consignaciones que la Facultad recibía no hubieran bastado a cubrir las necesidades de una modesta familia. Se vivía del crédito personal del Decano y de los profesores. Las reformas del Sr. García Alix, intensificaron un poco los ingresos y la evolución que la Instrucción pública experimentó desde la creación del Ministerio del ramo, fué forjando—débilmente siempre—las fuentes de ingreso de los establecimientos de enseñanza, alcanzando su máximo con la creación del Patrimonio Universitario y la reforma de la enseñanza universitaria por el actual ministro Sr. Callejo, que representa para la Universidad española un porvenir brillante y un presente halagüeño, si se compara con la penuria en que se desenvolvían las Universidades en la época anterior.

La administración esmerada de la Junta de Facultad y la penetración en asuntos facultativos de todos sus miembros, que sólo anhelan el brillo de la casa solariega, han permitido llevar a la Facultad a un estado de florecimiento, crédito y respeto que son nuestro orgullo y causa de inmensa satisfacción. A sostenerlo y ampliarlo y a defender nuestra obra de más de treinta años, modesta pero patriótica, encaminamos nuestros esfuerzos.

No cabe en esta sucinta descripción una labor detallada de la Facultad, pero sí haremos una breve reseña que sirva para poner de manifiesto la organización de sus dependencias.

Ocupa la Facultad de Ciencias, en el edificio principal del conjunto de tres que forman el cerramiento donde está alojada juntamente con la de Medicina, una tercera parte del piso inferior, donde están instalados el Museo de Geología, Laboratorio de Química general y técnica, Laboratorio de investigaciones bioquímicas y Laboratorios de Física superior; la mitad del piso principal, el doble piso de los torreones NO. y S. y casi toda la torre del Observatorio, donde se hallan instalados, el Decanato y Secretaría, Sala de estudio y Biblioteca Galdeano; cátedras de Matemáticas, Museo y Laboratorio de Biología, Laboratorios de Química inorgánica, orgánica, teórica, Análisis químico y Electroquímica y el Gabinete y Laboratorio de Física general.

En uno y otro piso existen las cátedras para las enseñanzas orales, una en cada piso con cabina para aparato de proyecciones. Todas las dependencias tienen desde el curso actual (1928-29) calefacción por agua caliente, cuya instalación debemos a la buena acogida que el proyecto tuvo por parte del Sr. Ministro de Instrucción, D. Eduardo Callejo.

La organización y disposición de las citadas dependencias, sujetas al régimen acordado por la Junta de Facultad, se exponen brevemente a continuación.

#### SALA DE ESTUDIO.—BIBLIOTECA GALDEANO

A base de la magnífica biblioteca matemática, legada en vida a su Facultad por el benemérito catedrático de Matemáticas Doctor D. Zoel García de Galdeano y Yanguas, se organizó espléndida Sala de estudio, dirigida por el entusiasta catedrático de la Sección de Exactas Dr. D. Pedro de Pineda, que ayudado por el catedrático Dr. Marco Montón y el auxiliar de Secretaría Sr. Rivas, catalogaron no sólo las numerosas obras del Sr. Galdeano, sino las que modestamente pudo adquirir la Facultad.

Consta de dos salones independientes, con el confort necesario para esta clase de trabajo: uno para los Profesores y otro para los alumnos. Durante la mañana, sólo alumnos y Profesores pueden hacer uso de esta Biblioteca; pero durante la tarde se abre al público en general, estando el servicio a cargo del oficial Sr. Rivas.

El aumento de consignación para material científico, y el legado de mil pesetas para fomento de la Biblioteca, hecho por el Dr. Galdeano, permiten intensificar la adquisición de obras, principalmente matemáticas, y el poseer una extensa suscripción a revistas de ma-



temáticas, Física y Química (satisfecha, ya con la consignación de material científico de Exactas, bien con las particulares de los laboratorios) que forma el arsenal básico para la cultura bibliográfica, cada vez más indispensable en el estudio de la Ciencia.

Tanto las obras como las revistas, pasan a los laboratorios el tiempo necesario, sin trabas reglamentarias, único medio de que las bibliotecas den el máximo rendimiento. El profesorado, con esa libertad de acción, dispone de los libros y revistas necesarias para su trabajo.

En esta Sala de estudio se efectúan por los Profesores de la Sección de Exactas clases prácticas y trabajos de seminario, cada vez más necesarios para la formación científica de los alumnos.

Las revistas que actualmente recibe por suscripción la Facultad, en su Sala de estudios, además de las que poseen los Laboratorios, como socios de las entidades correspondientes, son:

*Mathematische Zeitschrift*.—Berlín.

*Bulletin de la Societe Mathematique de France*.—París.

*L'Enseignement Matematique*.—París-Geneve.

*Monatshefte für Mathematik und Physik*.—Leipzig.

*Jahresbericht des Deutschen. — Mathematiker-Vereinigung.* — Leipzig.

*Wiskundige Opgaven*.—Met de splossingen.—Groningen.

*Fundamenta Mathematicae*.—Warszarva.

*American Journal of Mathematics*.—Baltimore (E. U. A.).

*Bulletin Sciences Mathematiques*.—París.

*Abhandlung Mathematischen Jeniur*.—Leipzig.

*Revista Matemática Hispano Americana*.—Madrid.

*Mathematische Annalen*.—Berlín.

*Comenntari Mathematici Helvetici*.—Helvetia.

*Nieuw Archief Voor Wiskundi*.—Groningen.

*Revue Semestrielle des Publications Mathematiques*.—Groningen.

*Journal des Mathematiques pures et appliqués*.—París.

*Jahrsbruch über die Fortschichte der Mathematik*.—Berlín und Leipzig.

*Annali de Matematica*.—Bologna.

*Annales Scientifiques de L'Ecole Normale Superieur*.—París.

*Anales de Historia Natural de Montevideo*.

*Mittheilungen*.—Zoologischen Museum.—Berlín.

*Boletín Oficial del Observatorio del Ebro*.

*Annales de la Faculté des Sciences de l'Université de Toulouse*.—París.

*Boletín de la Universidad de Madrid*.

- Anales de la Sociedad Española de Estudios Fotogramétricos.*—Madrid.
- Revista de Obras Públicas.*—Madrid.
- Koninklijke Akademie Van Wetenschappen.*—Amsterdam.
- Revista UNIVERSIDAD.*—Zaragoza.
- Revista de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.*—Madrid.
- Boletín de Patología Vegetal de Madrid.*
- Boletín del Instituto de Radioactividad de Madrid.*
- Boletín Oficial de Minas y Metalurgia.*—Madrid.
- Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural.*—Madrid.
- Conferencias y reseñas científicas de la Real Sociedad española de Historia Natural.*—Madrid.
- Boletín de la Sociedad Ibérica de Ciencias Naturales.*
- Boletín de la Sociedad entomológica.*—Zaragoza.
- Memoirs of the College Of Science Kioto Imperial University.*—Kyoto.
- Japanse Journal of Enginecerig Abstracts.*—Tokyo.
- Japanase Journal of Zoology.*—Tokyo.
- Scientific Paper of the Institute of Pifisical and Chemical Rescadi.*—Tokyo.
- Anales de la Real Sociedad Española de Física y Química.*—Madrid.
- The Physical-Review.*—Minneapolis E. U.
- Zeitschrift für Physik.*—Berlin.
- Abstracts From Ribwaganbu kenkyu-jo iho.* Tokyo.
- The Philippine Journkal of Science.*—Manila.
- Zeitschrift für Electrochemie.*—Leipzig.
- Zeitschrift für Physikalische Chemie.*—Leipzig.
- Zeitschrift für Analitische Chemie.*—München.
- Analisis de Chemie Analytique et Chimie appliqué.*—París.
- Zeitschrift für anorganische und allegemeune Chemie.*—Leipzig.
- Journal Fur Praktische Chemie.*—Leipzig.
- Recueil des Travaux Chimiques des Pais-Bas.*—Amsterdam.
- Berichte Der Deutschen Chemischen Gesellschaft.*—Berlin.
- Helvetica Chimie Acta.*—Basilae et Genevæ.
- Journal de Chimie Physique.*—París.
- Chemical Abstracts.*—New York.
- Spisy Lekarske Fakulty Masarykovy University.*—Checoeslovaquia.



*Spisy Leyarske Fakulty Masarykovy University* — Checoslovaquia.

*Publications de la Faculté des Sciences de l'Université Masarik.*—Brno-Pisa.

*Rendiconti e memoire della Academia de Sciences, lettere ed arti degli Zelanti Acireale.*

*Biologiske Spisy.*—Checoslovaquia.

*Proceedings of the Imperial Academy.*—Tokyo.

*Bulletin of the Chemical Society of Japan.*—Japón.

*Colletion de travaux chimiques de Thécoslavaque.*

*Revue generale des Sciences pures et applliques.*—París.

#### FUNDACIONES "GARCÍA GALDEANO" Y "GREGORIO CASAÑAL"

La Facultad de Ciencias debe rendir un tributo de gratitud a sus bienhechores, el Dr. D. Zoel García de Galdeano y Yanguas y el Ldo. en Ciencias Químicas D. Gregorio Casañal Poza.

El Dr. Galdeano, ilustre Catedrático de esta Facultad de Ciencias, dedicó su vida al cultivo de la matemática, logrando ocupar un lugar preeminente entre los matemáticos de fines del siglo XIX. Laborioso y emprendedor, llegó a poseer una nutrida biblioteca de Ciencias exactas, que, indudablemente, era una de las mayores que en España existían, y unos pequeños ahorros. Aunque su separación de la cátedra, por haber cumplido la edad reglamentaria, fué para él rudo golpe, en sentido financiero, no suficiente a entibiar su entusiasmo por el cultivo de su ciencia, siguió colaborando constantemente en la enseñanza y honrando la cátedra de la que siempre fué su casa más querida, con sus luminosas concepciones. Un año antes de su fallecimiento entregó a la Facultad la mayoría de sus obras, que aún catalogó, a pesar de su decaimiento físico.

Queriendo demostrar su cariño a la Facultad, legó a su favor no sólo sus libros y algunas obras de arte, sino una renta líquida de 1.500 pesetas anuales para el fomento de la biblioteca y 500 para un premio a un alumno brillante de las secciones de Exactas o Físicas. Legalizada la testamentaria, la Facultad instituyó, con arreglo a las disposiciones vigentes, la *Fundación benéfica docente "García Galdeano"*, estableciendo el *Premio Galdeano* de 500 pesetas y la *Biblioteca Galdeano*, base, como antes se dijo, de la actual Sala de Estudio de la Facultad.

Por acuerdo de la Junta de Profesores, preside la biblioteca un busto del ilustre compañero, pobre recuerdo de afecto al hom-



bre bueno y altruista y al Catedrático preeminente, que tanto honró a la Facultad de Ciencias de Zaragoza

*Licenciado D. Gregorio Casañal Poza.*—Brillante alumno de la sección de Química de esta Facultad, se vió obligado, al terminar la licenciatura, a abandonar los estudios científicos, para encargarse del negocio tipográfico de su padre, fallecido en aquella época.

Joven, trabajador y entusiasta, impulsó la imprenta recibida de su progenitor, transformándola en su organización y rendimiento, hasta conseguir, como premio de sus afanes, un estimable capital.

A pesar de su alejamiento de los trabajos científicos, siempre guardó el mejor recuerdo para sus antiguos profesores, demostrando constantemente su afecto profundo hacia su Facultad, cual si sintiera la nostalgia de sus estudios. De todos los profesores era amigo y de todos era querido y respetado. Estos sentimientos suyos, y, seguramente, un hecho que mencionaré, fueron el motivo de que al ordenar su testamento hiciera a la Facultad el más cuantioso e importante de sus legados.

Al fallecimiento del Dr. Galdeano, de la Facultad de Ciencias, y del Sr. Sasera, de la de Derecho, se encontraba la Universidad sin personalidad jurídica, y por lo tanto sin capacidad para adquirir y poseer bienes de ninguna clase.

Reciente el advenimiento del Directorio, los Sres. Rector y Decano de Ciencias gestionaron del mismo el reconocimiento de aquella personalidad; el general Primo de Rivera acogió la petición con verdadero entusiasmo, y de acuerdo con el señor García de Leaniz, subsecretario de Instrucción Pública, se dictó el R. D. de 9 de junio de 1924, concediendo la personalidad jurídica a las Universidades y Facultades, para adquirir bienes, para poseerlos y para administrarlos.

Comentando esta disposición, el Sr. Casañal y el Decano que esto escribe, mostraba gran contento el antiguo alumno, sin que su interlocutor acertara a explicárselo de momento; encontró la explicación cuando, al fallecer D. Gregorio Casañal, invitado a abrir su testamento como albacea, supo que el testador legaba a la Facultad una buena parte de sus bienes, para intensificar las enseñanzas y premiar a un alumno brillante.

El capital que a la Facultad correspondió, en valores diversos del Estado, es de 135.730 pesetas nominales.

Se halla en tramitación la institución benéfico-docente "*Gregorio Casañal*"; pero mientras se tramita, la Facultad ha abierto tres concursos para conceder un premio anual de 1.000 pesetas al mejor trabajo que se presente, habiendo concedido dos premios "*Grego-*

rio Casañal" a los alumnos D. Nicanor Gálvez y D. José María Gallart Sanz, cuyos trabajos han aparecido en la Revista *Universidad* de ésta de Zaragoza.

Con el resto de los intereses se mejoran los laboratorios, nutriendolos de material, y actualmente se instala el laboratorio de *Electroquímica*, que no existía, y se ayuda a la instalación de Rayos X para el estudio de los cristales y demás trabajos de Atomística, en el laboratorio de Física superior.

¡Ojalá cundiera el ejemplo de los dos bienhechores de la Facultad, Sres. Galdeano y Casañal!

Sólo cuando los cresos de las ciudades se acuerden de que el progreso de los pueblos está en el fomento de la instrucción y contribuyan a que la Universidad sea grande por sus propios medios, la Patria será grande. La Facultad, favorecida con donativos para la intensificación de sus enseñanzas por el doble imperativo del deber y de la gratitud, se entrega al trabajo, intensificando con mayor entusiasmo su acción para honrar la memoria de sus bienhechores.

#### EL OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS

(*Catedrático Dr. Gabriel Galán*)

Al construirse el edificio universitario destinado a Facultades de Medicina y Ciencias, hace unos cuarenta años, con la plausible iniciativa y protección del Sr. Moret, sin duda no se pensó en que una de las enseñanzas que en él pudieran implantarse en lo porvenir, fuese la de Astronomía, en sus dos ramas primordiales de Astronomía esférica o de posición y Astronomía física, que actualmente existen.

De aquí que los deseos del profesor de Astronomía y Cosmografía quedasen anulados, como las iniciativas de los señores Decanos que siempre pensaron en dar carácter experimental a dichas enseñanzas.

Se adquirió pronto un teodolito geodésico de primer orden y un cronómetro, medios suficientes para realizar algunas prácticas como las de determinación de coordenadas geográficas de lugares terrestres. Algunos de estos trabajos fueron publicados en el Boletín de la Facultad de Ciencias de Zaragoza. Se disponía también de un modesto sextante, un teodolito topográfico y un anticuado anteojó con montura alta-zimutal.

Adquirida después una ecuatorial de once centímetros de aber-



tura, se pensó en la conveniencia, casi necesidad, de construir un pabellón donde estos aparatos pudieran estar convenientemente instalados y tener aplicación y conservación adecuada.

La cantidad generosamente otorgada por el Gobierno, completada con fondos de la Facultad, no fué suficiente para pensar en la instalación de una cúpula del tipo general adoptado; hemisférica y con sector giratorio, para visar por trozos toda la bóveda estrellada.

Se proyectó — y se ha realizado — un pabellón rectangular dividido en tres compartimientos: el primero destinado a observaciones meridianas o antimeridianas (pues el pabellón está previamente orientado) efectuadas con el teodolito o con el antejo meridiano, cuya adquisición para determinación rápida y frecuente de la hora sidérea sería de gran utilidad y no mucho coste.

El tercero es un taller fotográfico. Y en el central se ha instalado la ecuatorial, cubierta por una carrocería que, desplazada en uno u otro sentido en la dirección E. O., deja visible gran parte del cielo y permite la observación de astros, la zona próxima al horizonte, de escasa importancia y vedada a la observación por algunos edificios próximos; defecto bastante frecuente también en los observatorios cercanos a las grandes urbes.

Se ha instalado el pabellón en la parte central del antiguo Jardín Botánico de la Facultad de Ciencias, contiguo a la Residencia de Estudiantes universitaria, en lugar agradable y horizonte limpio y amplio.

El material apuntado es suficiente para adiestrar a los alumnos de Astronomía en las primeras prácticas de esta Ciencia.

Para que el profesor de ella pudiera dar un rendimiento de investigación, habría de concedérseles mayores medios y una permanencia próxima al observatorio, proyecto fácil, pues a poco coste, la casa que fué albergue del jardinero y cátedra de Botánica, podría transformarse en una vivienda digna, aunque modesta, para el profesor de Astronomía, que así podría utilizar fácilmente las noches en que el cielo brinda a la observación.

Y sería también provechoso destinar a los trabajos de observatorio y taller fotográfico a uno de los ayudantes numerarios adscritos a la Facultad de Ciencias, o al que para este fin exclusivo se nombrase.

Los trabajos proyectados para el curso próximo, serán los que tiendan a fijar los valores de las coordenadas geográficas de observatorio: Hora media, hora sidérea, longitud, latitud y pesantez..., aparte los datos meteorológicos convenientes.



LABORATORIO DE FÍSICA GENERAL Y DE COMPLEMENTOS DE FÍSICA

*Profesor, Dr. Gonzalo González Salazar (auxiliar)*

Este laboratorio, situado en el piso principal del edificio, y ocupando una extensión de  $273'5 \text{ m}^2$ , se encuentra dividido en dos departamentos: uno (de unos  $107 \text{ m}^2$ ), sirve de museo de material y aparatos, y otro más amplio ( $166'5 \text{ m}^2$ ) es el utilizado en las clases prácticas.

Con objeto de que éstas puedan darse en forma debida, es decir, siendo los mismos alumnos los que manejen los aparatos y hagan todos ellos las medidas y determinaciones correspondientes, y teniendo en cuenta que los Complementos de Física del primer curso de la asignatura, Licenciatura, Medicina y Farmacia tiene matrícula oficial muy numerosa, aumentada por buen número de alumnos libres que asisten a prácticas, se les distribuye en varios grupos que ocupan el gran número de mesas colocadas en el segundo de los indicados departamentos, todas ellas con las instalaciones necesarias de agua, gas y electricidad.

En estas clases prácticas se atiende esencialmente a familiarizar al alumno en el manejo y corrección de los aparatos que con más frecuencia han de utilizar en el curso de su carrera, como son, por ejemplo, las balanzas, termómetros, barómetros, esferómetros, cateómetros, higrómetros, fotómetros, microscopios, etc., etc., así como a efectuar medidas, ya con cierta precisión, de las constantes físicas de cada cuerpo que más haya de necesitar, como son, por ejemplo, densidad, calor específico, fuerza electromotriz, intensidad, resistencia y capacidad eléctrica, etc., etc.

Durante el curso actual, en el que por primera vez ha habido alumnos de la asignatura de Complementos de Física correspondiente al nuevo plan de estudios de Medicina, se han intensificado las prácticas que fuesen de aplicación de la Física a la Medicina, como, por ejemplo, utilización de Rayos X, etc., etc., aunque esta labor, desgraciadamente, no haya podido ser lo intensa que se proyectaba por el fallecimiento ocurrido tras larga enfermedad, durante el curso, del catedrático de la asignatura, el infatigable y querido maestro Dr. D. Jerónimo Vecino Varona, que dando una nueva prueba de entusiasmo con que siempre acogía lo que pudiese ser una mejora en la enseñanza, había obtenido con anterioridad una

pensión para trasladarse a Estrasburgo y así poder continuar en estos laboratorios ya con perfectísimo conocimiento de métodos y plan de investigación los trabajos que sobre *PH* tan cerca seguía y que tanta importancia tiene hoy en Física médica.

También se dispone de otros dos locales más pequeños, ambos juntos a la cátedra donde se da la clase oral, que es una de las más espaciosas y modernas de la Facultad: uno de ellos se utiliza para depósito accidental de los aparatos que se han de utilizar en las experiencias de cátedra, y el otro está dedicado a estación receptora y experiencias de radiotelegrafía y radiotelefonía.

A partir del curso 1929-30, la antigua asignatura de Física general, que era común a Medicina, Farmacia y Ciencias, sufre una evolución, adquiriendo carácter más elevado, correspondiendo a la nueva organización de los estudios de la Facultad, y a la mayor preparación matemática de los alumnos de la Sección de Ciencias Exactas, físico-químicas y químicas. Como consecuencia, el trabajo práctico ha de ser más extenso y con más carácter científico.

#### LABORATORIO DE FÍSICA SUPERIOR

(Electricidad y Óptica)

*Catedrático, Dr. D. Juan Cabrera y Felipe*

Este laboratorio está situado en la planta baja del edificio, formando un conjunto de tres departamentos, uno de los cuales, dedicado a laboratorio de Termología, está descrito en otro lugar; en comunicación con todos los departamentos, existe un ancho pasillo, donde se han dispuesto los armarios del material de trabajo y un banco de carpintería con las herramientas necesarias para facilitar en un momento determinado las instalaciones que se hayan de hacer.

En ellos se ha extendido una instalación completa de corriente eléctrica continua y alterna. Con una distribución de enchufe para tomas directas en cada lugar de trabajo; de modo análogo se dispone de una instalación de gas y agua. También se ha construido un cuadro que permite hacer la carga de los acumuladores y que, mediante una línea especial se puede utilizar en las diferentes mesas de trabajo.

Los alumnos de Ampliación de Física, Óptica y Electricidad realizan en estos laboratorios las prácticas correspondientes, para lo



cual utilizan los locales de tres a siete de la tarde, dedicando dos días de la semana a cada una de las enseñanzas, en las que encuentran una ayuda constante en los auxiliares respectivos, doña Jenara Vicenta Arnal Yarza, D. José Domingo Quílez y D. José María Royo Villanova Morales, encargados de dichas prácticas, bajo la dirección del catedrático Dr. D. Juan Cabrera Felipe.

Además de la organización de estos cursos se tiende a poner los locales en condiciones de poder realizar trabajos de investigación, tanto por el profesorado como por los licenciados. Actualmente se dispone ya de una instalación en marcha para la medida de coeficientes dieléctricos por el método de resonancia, y en el próximo curso se dispondrá de otra de mayor sensibilidad fundada en el método de las pulsaciones. Finalmente, para esa misma época estará en condiciones de trabajo una instalación de Rayos X, cuyo material se acaba de recibir, en la que se dispone de un transformador de 6 KVA, para un voltaje máximo de 120 KV y en la que se puede trabajar tanto con tubo Coolidge como con un tubo Hadding, el cual permite cambiar el anticátodo, pudiendo obtener a voluntad radiaciones de longitudes de ondas perfectamente determinadas. Esta instalación tiene como objeto principal el estudio de la constitución cristalina y las diferentes propiedades físicas de los Rayos X. A pesar del elevado coste de estas instalaciones, se han podido llevar a cabo gracias a la ayuda que para la Facultad representa el legado del antiguo alumno de la misma D. Gregorio Casañal, destinado en su mayor parte a la intensificación de las enseñanzas.

Por último, para poder seguir la obra científica mundial y realizar los trabajos con una buena fuente de bibliografía, se reciben periódicamente las siguientes revistas: *Revista de la Sociedad Española de Física y Química*, *Journal de Physique*, *Revue d'Optique Théorique et instrumentale*, *Science Abstracts*, *Philosophical Magazine*, *Nature*, *Proceeding of the Physical Society of London*, *Helvetica Physica Acta*, *Physical Review*, *Zeitschrift für Kristallographie* y *Physicalische Zeitschrift*. Es interesante advertir que estas revistas de Física se completan con una suscripción de la biblioteca de la Facultad a la *Zeitschrift für Physik*.



## LABORATORIO DE TERMOLOGÍA

*Profesor, Dr. Gonzalo González Salazar (Auxiliar)*

Ocupa un local de 33'5 m<sup>2</sup> en los laboratorios de Física Superior, situados en la planta baja. En él se encuentran los aparatos de esta parte de la Física que, por su gran precisión, solamente son manejados por alumnos ya adelantados en su carrera o por antiguos alumnos, ya licenciados, que con frecuencia realizan algunos trabajos de investigación. Tiene su correspondiente instalación de gas, electricidad y agua corriente y destilada, así como calefacción central, con la que se consigue mantenerlo a temperatura bastante constante cuando los trabajos así lo requieren. Su situación, en la planta baja y sobre tierra firme, pues el edificio carece de sótanos en esa parte, hace posible la instalación adecuada de aquellos aparatos que deban estar exentos de trepidaciones ni movimientos de ninguna clase, cuales son los comparadores, catetómetros, barómetros, etc., etc. Los alumnos de esta asignatura realizan determinaciones con toda clase de correcciones de densidades, incluso de vapores; coeficientes de dilatación, constantes elásticas, aceleración de la gravedad, calores específicos, calores de fusión y vaporización, termometría, etc., etc.

De este modo se acostumbra a efectuar medidas de todas estas magnitudes físicas con toda exactitud y precisión, como serían necesarias en un trabajo de investigación.

## LABORATORIOS DE QUÍMICA INORGÁNICA, QUÍMICA ORGÁNICA,

### ANÁLISIS QUÍMICO, QUÍMICA TEÓRICA

*Catedráticos: Dr. D. Gonzalo Calamita. Dr. D. Paulino Savirón*

Están situados en el piso principal y segundo del edificio, ocupando el ala O. del mismo, con departamentos independientes de trabajo de alumnos de cada una de las asignaturas; en el piso segundo, los de Análisis y Orgánica, y en el principal los de inorgánica y Teórica.

En ambos existen cámara oscura y departamento de balanzas

para alumnos; departamento de sulfhídrico en análisis y departamento del profesor.

El local de balanzas de precisión y termoquímica es común a todos los laboratorios. El almacén general de material y productos es también común, así como el despacho de profesores.

Existe un laboratorio destinado a los antiguos alumnos ya licenciados, que se dedican o al trabajo de investigación para sus tesis doctorales o a completar su preparación técnica o científica.

Además existe una bien dispuesta cátedra, donde se dan las clases orales y el trabajo de repaso a cargo de los profesores auxiliares.

La superficie total ocupada por los laboratorios y sus dependencias es de 900 m.<sup>2</sup>.

Todos los locales tienen las instalaciones precisas, agua, gas, corrientes eléctricas (continua y alterna), cuadro de distribución para disponer de corriente continua de constantes apropiadas a los diversos trabajos que se efectúan.

En todos se halla instalada la calefacción por agua caliente.

Los laboratorios se abren de nueve de la mañana a una y media y de las tres y media hasta las ocho.

Durante ese tiempo, los alumnos de inorgánica y orgánica, trabajan cuatro días durante la tarde; los de Química teórica, tres días por la mañana, y los de Análisis químico los seis días de la semana, tres por la mañana y tres por la tarde, sujetándose a las horas que les dejan libres las clases orales.

Los antiguos alumnos trabajan mañana y tarde.

Los alumnos del de inorgánica y orgánica se dedican principalmente a la preparación de especies, para ejercitarse en las operaciones propias del análisis inmediato, comprobando las constantes físicas de los cuerpos obtenidos, efectuando las experiencias que confirman sus propiedades químicas fundamentales, y las que comprueban las leyes estequiométricas. Alternan el trabajo con la resolución de problemas numéricos y los de Orgánica, primero, practican la investigación cualitativa de los componentes de las especies en el primer curso, y el análisis elemental cuantitativo en el segundo, iniciándose en el análisis funcional.

Los alumnos de Análisis químico, primer curso, además de ejercitarse en los ensayos de vía seca, tan interesantes no sólo como auxiliares del análisis general, sino en Geología, dedican el curso a la investigación cualitativa de cationes y aniones. Trabajan al principio en secciones de dos alumnos, hasta que adquieren la práctica del trabajo metódico de investigación, y después aisladamente, para

poder colocarse en condiciones de resolver el problema de análisis que ha de ser objeto del examen.

Los alumnos del segundo curso de Análisis, después de resolver algunos problemas de análisis cualitativo, para recordar el método de trabajo, dedican el curso a la práctica de la determinación cuantitativa de iones, gravimétrica y volumétricamente, fijándose en los problemas de análisis de más interés en la región.

Los alumnos de Química teórica hacen fundamentalmente determinaciones de constantes físico-químicas.

Al frente del trabajo se encuentran los profesores auxiliares don Fermín Romeo, de Química orgánica; D. Juan Bastero, de Química teórica; D. Juan M. Sauras, de Química inorgánica, y don Julián Bernal, de Análisis químicos, bajo la dirección de los doctores Savirón, catedrático de Química inorgánica y teórica, y Calamita, catedrático de Química orgánica y Análisis químico.

Dos mozos de laboratorio de la plantilla de porteros del Estado, están al servicio de los cuatro laboratorios.

Además de ser el laboratorio socio de las entidades Sociedad Química de París y Sociedad de Química Industrial, recibiendo por ese concepto las revistas correspondientes, contribuye a las suscripciones que la Sala de estudios tiene, y ya fueron descritas.

#### LABORATORIO ELECTROQUÍMICO

*(Profesor: Dr. Antonio Rius Miró)*

Hasta el momento actual, el trabajo práctico de Electroquímica se efectuaba aprovechando la magnífica instalación existente en el Laboratorio de investigaciones bioquímicas, pero la necesidad de intensificar los trabajos de uno y otro, obligó a dotar a la Facultad de laboratorio independiente. Durante el período de vacaciones se va a efectuar la instalación, en el piso segundo de la torre del Observatorio, aprovechando fondos del legado del antiguo alumno de la Facultad, D. Gregorio Casañal, que a su fallecimiento dejó parte de su fortuna a la Facultad de Ciencias, entre otros fines, con el de intensificar las enseñanzas.

Este laboratorio que se instaló y que ya posee buen material, tendrá todos los servicios necesarios a la índole de sus estudios. Requiere una elevación de agua, que permitirá salvar las deficiencias de presión en los otros laboratorios, y espera la Facultad extraordinario



rendimiento cultural del mismo, dada la competencia y entusiasmo del Doctor Rius y Miró, que a su cultura general, une la especialización en Electroquímica, adquirida en los principales centros científicos de Europa. A su labor contribuye con verdadero celo la profesora auxiliar de dicha enseñanza, Srta. Vicenta Arnal.

#### LABORATORIO DE QUÍMICA GENERAL Y TÉCNICA

*(Catedrático: Dr. D. Antonio de G. Rocasolano)*

Para la enseñanza de los Complementos de Química, y para las prácticas de Química técnica, se aprovecha el antiguo laboratorio de Química general, espacioso y bien dotado, donde por su capacidad y material pueden efectuar su trabajo experimental fuerte número de alumnos de las clases de complementos, y donde el trabajo sería más fructífero, dado el número de alumnos, si se dispusiera del personal auxiliar necesario. El cariño al trabajo experimental, inculcado a los alumnos de la Facultad, permite intensificar algo la parte práctica de los Complementos, supliendo las deficiencias del número de auxiliares, con la colaboración de los licenciados que asisten al Laboratorio de investigaciones bioquímicas anexo.

Los trabajos de los alumnos de Química técnica, orientados a la práctica de los ensayos químicos propios de la Química industrial, tienen lugar de modo intenso, no sólo por el número de alumnos, que permiten al profesor auxiliar colaborar con el catedrático Doctor Rocasolano, sino por la cultura científica que representan los tres cursos anteriores de enseñanza química.

#### LABORATORIO DE INVESTIGACIONES BIOQUÍMICAS

*(Director: Dr. D. Antonio de Gregorio Rocasolano)*

Creado oficialmente este Laboratorio por R. O. de 5 de junio de 1918, continúa su labor dirigida principalmente a iniciar en la investigación científica a jóvenes doctores o licenciados que estudian Química-física de la materia en estado coloidal, aplicada especialmente a la Bioquímica.

En los cursos comprendidos entre el 1923-1924 y el actual, han colaborado en sus trabajos con el Director y fundador, Profesor

D. Antonio de Gregorio Rocasolano, D. Juan B. Bastero, D. Juan Martín Sauras, D. Eduardo Gálvez Laguarda, D. Jesús Camón Fernández, D. Antonio Bastero Beguiristain, D. Antonio de Gregorio Rocasolano y Turmo, Srta. María A. Zorraquino, D. Antonio Ramón Vinós, D. Vicente Pelayo Oré, D. Jesús de Gregorio Rocasolano y Turmo, todos los cuales han realizado y publicado diversos trabajos de investigación personal en diferentes revistas nacionales y extranjeras.

El Director ha publicado en 1928 un *Tratado de Bioquímica*, en cuarto mayor, de 612 páginas, en el que se citan, formando cuerpo de doctrina, ciento dos trabajos originales realizados en este Laboratorio y publicados en diversas revistas.

Para su labor de investigación, personal y material científico, se han asignado a este Laboratorio 9.000 pesetas anuales de fondos del Estado, y el Excmo. Ayuntamiento de Zaragoza ha consignado en sus presupuestos una subvención anual de 5.000 pesetas.

Los trabajos publicados en forma de notas o memorias originales, son, hasta la fecha, ciento dieciocho.

#### LABORATORIO DE BIOLOGÍA

(Catedrático: Dr. D. Francisco Aranda)

Instalado en el ángulo N. del edificio, consta de un amplio salón rectangular de once metros de lado y cinco de altura, con diez ventanales, cinco a cada lado.

Posee quince microscopios para alumnos y tres para grandes aumentos y el material accesorio necesario, como micrótomos, estufas, etc.

Dedicado para la iniciación de trabajos prácticos de los alumnos de Medicina, allí se hacen disecciones de animales pequeños, gusanos, moluscos, artrópodos, batracios, etc.

Se halla además dotado de colecciones de preparaciones microscópicas de animales parásitos del hombre y de los animales domésticos, protozoos, gusanos, artrópodos y hongos.

Debajo del Laboratorio, en un salón de las mismas dimensiones, pero con siete metros de altura, está instalado el Museo zoológico, que contiene preparaciones en alcohol, siendo bastante completas las de esponjas, equinodermos, cefalópodos, anfibios y reptiles. El resto de las colecciones son muy modestas para mencionarlas aquí.



Adjunto al pequeño Museo se halla el laboratorio del Profesor, dotado de una biblioteca bastante completa de Biología general y muy modesta en Zoología y Botánica.

Además, el Laboratorio contaba hace años con un pequeño jardín botánico, hoy abandonado por falta de consignación.

En resumen: los laboratorios están bien orientados, con calefacción central, agua corriente, luz natural y eléctrica inmejorable y se pueden emprender en ellos trabajos de parasitología general y tropical.

#### LABORATORIO Y MUSEO GEOLÓGICO

(Catedrático: Dr. D. Pedro Ferrando)

*Laboratorio.*—Situado en el fondo del local del antiguo Museo de Historia natural, del cual ocupa una tercera parte, la mejor iluminada por dos grandes ventanales, el frontal y el lateral izquierdo. Consta de dos pisos: el superior, continuación de la galería del Museo, la cual recibe directamente la luz de los ventanales a los cuales están adosadas sendas mesas de trabajo. Contiene además los armarios de las Bibliotecas de la Academia de Ciencias Exactas, Físico-químicas y Naturales y la de la Sociedad Aragonesa (actualmente denominada Ibérica) de Ciencias Naturales.

El piso inferior del Laboratorio es continuación del Museo, del cual se halla separado por un tabique de madera que ha de servir de base al tabique de cristales que le ha de separar por completo del local del Museo, con el fin de poder caldearle convenientemente en invierno.

Consta de una cámara oscura situada debajo de la galería, destinada principalmente a observaciones goniométricas y en especial para el uso del goniómetro teodolítico. Contiene además los reactivos y material de ensayos químico-mineralógicos y petrográficos. Junto a ella está la escalera de comunicación con la galería superior de Laboratorio. En el piso inferior de éste, hay, además de la mesa de trabajo del Catedrático, tres más: una, con iluminación eléctrica, para observaciones microscópicas con luz ordinaria y polarizada, y dos para ensayos químicos. Contiene también la Biblioteca geológica y biológica del Laboratorio; las colecciones mineralógicas de la Comisión del Mapa Geológico de España, la regional donada por el ingeniero de Minas D. Angel Gimeno Cunchillos, las locales de minerales de plata de Hiendelaencina (Guadalajara) y de plomo,



plata y níquel del Priorato (Bellmunt-Tarragona) y de rocas recogidas en las excavaciones hechas con los alumnos.

**Museo Geológico.**—Consta de los armarios circundantes que contienen el material de enseñanza geológica y las colecciones generales de modelos cristalográficos en madera y cristal, la de minerales, rocas y fósiles. Existen además cuatro vitrinas centrales destinadas a la exposición de las colecciones regionales de minerales, rocas y fósiles aragoneses. La primera, situada junto a la puerta de entrada del Museo, contiene los minerales de hierro, cobre, aluminio, manganeso, antimonio, plata y zinc de los principales yacimientos metalíferos aragoneses. La segunda, rocas eruptivas, sedimentarias y de origen orgánico (resinas, betunes y carbones) de Aragón. Y las dos restantes contienen fósiles de animales invertebrados (equinodermos, moluscos y braquiópodos) y vertebrados (yacimientos de Nombrevilla (Daroca), Libros (Teruel) y Estada (Huesca).

\* \* \*

#### VISITAS A FÁBRICAS

La labor personal de profesores y alumnos de la Sección de Químicas (y a partir del curso próximo de la de Físico-químicas), tiene como complemento la visita a los establecimientos fabriles de la localidad y de la región.

Nada más instructivo que ver llevados a la realidad los problemas de Química planteados en la cátedra, y aunque la Universidad española, durante mucho tiempo, cultivó el utópico lema de que se dedicaba al cultivo de la Ciencia por la Ciencia, del que tanto partido se ha sacado, algunos centros, para combatirla y hasta impedir o intentarlo al menos, que los titulados universitarios tomaran parte en diversas actividades de la vida nacional, como sin ciencia no hay industria, ni producción, ni riqueza, ni vida en el sentido económico, la Facultad de Ciencias de Zaragoza, reaccionando contra ese absurdo criterio, trató siempre de enlazar los estudios teóricos con el conocimiento real de las aplicaciones, y constantemente ha organizado visitas a los centros productores ligados con los conocimientos de los alumnos.

Sólo dos veces desde 1894, ha conseguido que el Estado, o alguno de sus organismos, ayudara de modo irrisorio a las visitas a dichos centros, y contrastando con la forma en que lo efectúan los

alumnos de otros organismos oficiales, organizó dos visitas a los centros fabriles del M. de España, cubriendo el déficit, muy superior al de la consignación recibida, del peculio particular de los profesores y alumnos, que viajando en las clases más modestas, por la tarifa X 17, y alojándose en pensiones estudiantiles, sacrificaban su comodidad por el anhelo de ver y aprender los unos, de enseñar con la realidad los otros.

Actualmente, ni esas módicas ayudas existen, y sin embargo, aun limitando sus visitas a las factorías de la región, se aprovechan las festividades, para conocer las industrias en ella establecidas, siempre a expensas de sus propios medios, tanto los profesores como los alumnos.

El brillante resultado que se obtiene, sirve a todos de estímulo, contribuyendo a ello las atenciones de que son objeto por parte de las autoridades y centros de las poblaciones visitadas y la espléndida acogida de que son objeto por los elementos directores de las industrias, algunos de los cuales, por su situación especial de localidad, no sólo se ponen a disposición de los profesores para cuanto con la instrucción se refiere, sino que atendieron, obsequiaron y alojaron a los visitantes, con un desinterés que deja a esta Facultad tan obligada como reconocida.

Sirvan estas líneas de expresión de nuestra gratitud.

En el curso de 1928-29, bajo la dirección del Profesor auxiliar de Química técnica Dr. J. Bastero Beguiristain, y en algunas con la colaboración del Dr. Rius Miró, Profesor de Electroquímica, y Srta. Arnal Yarza, auxiliar de esa Cátedra, se efectuaron las siguientes visitas a centros fabriles:

- 1.—Fábrica del Gas.—Zaragoza.—Diciembre de 1928.
- 2.—La Oxhídrica.—Zaragoza.—Diciembre de 1928.
- 3.—Fábricas de aceite y de tri.—Alcañiz.—Día 29 enero 1929.
- 4.—Fábrica de curtidos (con tanino), de Monserrat.—Zaragoza, 31 de enero de 1929.
- 5.—La Industrial Química.—Zaragoza.—5 de febrero de 1929.
- 6.—Azucarera, Refinería y Alcoholar.—Epila. — 10 febrero de 1929.
- 7.—Fábrica de tartrato cálcico de Bruned.—Tarazona.—13 de febrero de 1929.
- 8.—Fábrica de cerillas.—Tarazona.—13 de febrero de 1929.
- 9.—Fábrica de curtidos (al cromo), de Montes.—Tarazona, 13 de febrero de 1929.
- 10.—Fábrica de jabones, de Mollat.—Zaragoza, 21 de febrero de 1929.

- 11.—Fábrica de chocolates, de Orús.—Zaragoza.—Marzo, 1929.
- 12.—Fábrica de harinas de la Sra. Viuda de Juan Solans.—Zaragoza.—Abril, 1929.
- 13.—Fábrica de cervezas "La Zaragozana". — Zaragoza, abril de 1929.
- 14.—Fábrica de pan, de Artiach "La Bilbaina".—Zaragoza, abril de 1929.
- 15.—Fábrica de aluminio.—Sabiñánigo.—6 mayo 1929.
- 16.—Fábrica de carburo cálcico.—Sabiñánigo.—6 mayo, 1929.
- 17.—Fábrica de amoníaco sintético.—Sabiñánigo.—6 mayo 1929.
- 18.—Fábrica de sulfato amónico.—Sabiñánigo.—6 mayo 1929.
- 19.—Fábrica de cloratos potásico y sódico.—Sabiñánigo, 6 de mayo de 1929.
- 20.—Fábrica de aire líquido y de hidrógeno electrolítico.—Sabiñánigo.—6 mayo 1929.
- 21.—Fábrica de ácido sulfúrico (cámaras).—Sabiñánigo, 6 de mayo de 1929.
- 22.—Fábricas de Flix.—Días 18 y 19 de mayo de 1929.



# UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

## FACULTAD DE CIENCIAS

Planes de estudios de las Secciones que se cursan en esta  
Facultad, con arreglo al R. D. Ley de mayo de 1928.

### SECCIÓN DE CIENCIAS EXACTAS

- Primer curso.* Análisis matemático, 1.º  
Geometría y Trigonometría.  
Dibujo geométrico.
- Segundo curso.* Análisis matemático, 2.º  
Geometría, 2.º (Analítica).  
Cosmografía.  
Física general.
- Tercer curso.* Análisis matemático, 3.º (Teoría de funciones).  
Geometría, 3.º (Proyectiva y descriptiva).  
Mecánica racional, con nociones de Mecánica celeste.
- Cuarto curso.* Análisis matemático, 4.º (Ecuaciones diferenciales).  
Geometría, 4.º (Líneas y superficies).  
Astronomía esférica y geodesia.  
Física matemática.

### SECCIÓN DE CIENCIAS FÍSICO-QUÍMICAS

A elección del alumno.

#### PRIMERA COMBINACIÓN

#### SEGUNDA COMBINACIÓN

##### *Primer curso*

Matemáticas especiales para Químicos, 1.º  
Química inorgánica.  
Dibujo geométrico.

Matemáticas, 1.º—El 1.º curso de análisis de Exactas.  
Química inorgánica.  
Dibujo geométrico.

##### *Segundo curso*

Matemáticas especiales para Químicos, 2.º  
Física general.  
Química orgánica.

Matemáticas, 2.º—Curso A.—El 2.º de análisis de Exactas.  
Matemáticas, 2.º—Curso B.—El 2.º de Geometría de Exactas.  
Física general.

*Tercer curso*

Complementos de Matemáticas.  
Mecánica.  
Física teórica y experimental,  
1.er curso. (Termodinámica y  
Electricidad).

Mecánica.  
Física teórica y experimental,  
1.er curso. (Termodinámica y  
Electricidad).  
Química orgánica.

*Cuarto curso*

Física teórica y experimental, 2.º curso. (Óptica y radiaciones).  
Química teórica.  
Análisis químico.

SECCIÓN DE CIENCIAS QUÍMICAS

*Primer curso.* Matemáticas especiales para Químicos, 1.º  
Química inorgánica, 1.er curso.  
Dibujo geométrico.

*Segundo curso.* Matemáticas especiales para Químicos, 2.º curso.  
Química orgánica, 1.º  
Análisis químico.  
Física general.

*Tercer curso.* Química inorgánica, 2.º  
Química orgánica, 2.º  
Análisis químico, 2.º  
Física teórica y experimental, 1.er curso. (Termodinámica y Electricidad).

*Cuarto curso.* Química teórica,  
Química técnica.  
Química biológica.  
Electroquímica.

OBSERVACIONES.—En el curso de 1929-30, sólo se admite matrícula de los dos primeros cursos de cada Sección; en el del 1930-31, de los tres primeros, y en el curso 1931-32, de la totalidad de los planes.

Los alumnos de la Sección de Química que deseen aplicar a la de Físico-químicas sus estudios, cursarán los complementos de Matemáticas, Mecánica y el 2.º curso de Física teórica y experimental.

Para todo lo que se refiere a incompatibilidades, véase la *Gaceta* del 3 de agosto de 1928.

# UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

# FACULTAD DE CIENCIAS

## CUADRO de enseñanzas del ANTIGUO PLAN que ha de regir en el curso de 1929-30

SECCIÓN DE EXACTAS				
ASIGNATURAS	DÍAS	HORAS	CÁTEDRA	PROFESOR
<i>Tercer curso</i>				
Elementos de cálculo.....	Diaria.....	8 .....	N.º 11.....	Dr. Amat y Castellar.
Cosmografía .....	m. j. s.....	12 .....	N.º 9.....	Dr. Galán y Ruiz.
Geometría de la posición.....	l. m. v. ....	10 .....	N.º 11.....	Dr. Pineda Gutiérrez.
<i>Cuarto curso</i>				
Geometría descriptiva.....	m. j. s.....	10 .....	N.º 11.....	Dr. Pineda Gutiérrez.
Astronomía esférica y Geodesia.....	l. m. v.....	12 .....	N.º 9.....	Dr. Galán Ruiz.
Complementos de Cálculo.....	l. m. v. s. ....	14 .....	N.º 11.....	Dr. Amat y Castellar.
Mecánica racional.....	m. a s.....	11 .....	N.º 11.....	Dr. Marco Montón.
SECCIÓN DE FÍSICAS				
<i>Tercer curso</i>				
Elementos de Cálculo.....	Diaria.....	8 .....	N.º 11.....	Dr. Amat y Castellar.
Cosmografía.....	m. j. s.....	12 .....	N.º 9.....	Dr. Galán y Ruiz.
Termología.....	m. j. s.....	10 .....	N.º 9.....	Dr. González Salazar. (Aux.)
<i>Cuarto curso</i>				
Complementos de Cálculo.....	l. m. v. s.....	14 .....	N.º 11.....	Dr. Amat y Castellar.
Mecánica racional.....	m. a s.....	11 .....	N.º 11.....	Dr. Marco Montón.
Acústica y Óptica.....	m. j. s.....	12 .....	N.º 10.....	Dr. Cabrera Felipe.
Electricidad y Magnetismo.....	m. j. s.....	8 y media..	N.º 10.....	Dr. Cabrera Felipe.



# SECCIÓN DE QUÍMICAS

## Tercer curso

Química orgánica, 1.º .....	l. m. v. ....	6 tarde ....	Laboratorio.	Dr. Calamita y Alvarez.
Química inorgánica, 2.º .....	m. y v. ....	10 y media ..	Idem. ....	Dr. Savirón Caravantes.
Química analítica, 2.º .....	viernes .....	12. <i>Prácticas, m. j. l.</i>	Idem. ....	Dr. Calamita y Alvarez.
Ampliación de Física .....	l. m. v. ....	9 .....	Cátedra n.º 8	Dr. Cabrera Felipe.

## Cuarto curso

Química orgánica, 2.º .....	m. y s. ....	6 tarde ....	Laboratorio.	Dr. Calamita y Alvarez.
Química teórica .....	m. y v. ....	9 .....	Idem. ....	Dr. Savirón Caravantes.
Química técnica .....	m. y j. ....	12 .....	Idem. ....	Dr. De Gregorio Rocasolano.
Electroquímica .....	m. y j. ....	9 y media ..	Idem. ....	Dr. Ríos Miró.

## ENSEÑANZAS DE APLICACIÓN PARA OTRAS CARRERAS

Geología con nociones de Cristalografía.	l. m. v. ....	11 .....	Cátedra n.º 5	Dr. Ferrando y Más.
Complementos de Física. (Medicina),...	l. y j. ....	11 .....	N.º 8 .....	Dr. González Salazar. (Aux.)
» de Química .....	l. y v. ....	11 y media ..	N.º 6 .....	Dr. De Gregorio Rocasolano.
» de Biología .....	m. y m. ....	11 .....	N.º 8 .....	Dr. Aranda Millán.
» de Química .....	l. m. v. ....	11 1/2. <i>Farmacia</i>	N.º 6 .....	Dr. De Gregorio Rocasolano.
» de Matemáticas .....	El primer curso de Matemáticas especiales de la Sección de Químicas.			
» de Física .....	El curso de Física general de la Sección de Químicas.			

Los programas de estas tres asignaturas de Farmacia son los oficiales de la Universidad de Madrid.

OBSERVACIONES. Las clases prácticas no especificadas en el cuadro anterior se establecerán por el Catedrático respectivo, atendiendo a las compatibilidades de horas de los alumnos.

Según las disposiciones vigentes, el material ordinario de trabajo de Laboratorio ha de ser propiedad de los alumnos. Para facilitar el cumplimiento de esta disposición, cada Laboratorio hará entrega a los alumnos del material necesario, abriéndoles una cuenta corriente y cargando a cada uno los desperfectos que produzcan.

## CUADRO de enseñanzas del NUEVO PLAN de estudios que ha de regir en el curso de 1929-30

SECCIÓN DE EXACTAS				
ASIGNATURAS	DÍAS	HORAS	CÁTEDRA	PROFESOR
Primer curso				
Análisis matemático 1.º.....	m., m., j., v. (orales)	10 y <sup>3</sup> / <sub>4</sub> .....	Núm. 10....	Dr. Ríos y Casas.
Geometría y Trigonometría.....	m., m., j., v. (id.)...	9 y <sup>1</sup> / <sub>2</sub> .....	Id. 6....	Dr. Silván Gonzalez.
Dibujo geométrico .....	En la Escuela Industrial o en la de Artes y Oficios.			
Segundo curso				
Análisis matemático 2.º.....	m., m., j., v. (orales)	12.....	Núm. 10....	Dr. Ríos y Casas.
Geometría 2.º curso (analítica).....	m., m., j. (id.).....	10 y <sup>1</sup> / <sub>2</sub> .....	Id. 6....	Dr. Silván González.
Cosmografía .....	l., m., v. ....	4 tarde....	Id. 9....	Dr. Galán Ruiz.
Física general.....	l., m., v. ....	9.....	Id. 8....	Dr. González Salazar (auxiliar).

## SECCIÓN DE FÍSICO-QUÍMICAS

Los alumnos podrán elegir cualquiera de los dos planes siguientes:

PRIMER PLAN — *Primer curso*

Matemáticas especiales 1.º .....	El mismo de la Sección de Químicas.
Química inorgánica .....	El primer curso de la sección de Químicas.
Dibujo geométrico .....	En la Escuela Industrial o en la de Artes y Oficios.

*Segundo curso*

Matemáticas especiales 2.º .....	El segundo curso de la Sección de Químicas.
Física general .....	Común con las Secciones de Exactas y Químicas.
Química orgánica .....	El primer curso de la Sección de Químicas.

SEGUNDO PLAN — *Primer curso*

Matemáticas 1.º .....	El primer curso de análisis de Exactas.
Química inorgánica .....	El primer curso de la Sección de Químicas.
Dibujo geométrico .....	

*Segundo curso*

Matemáticas 2.º (Curso A) .....	El segundo curso de análisis de Exactas.
Matemáticas 2.º (Curso B) .....	Geometría analítica de Exactas.
Física general .....	

SECCIÓN DE QUÍMICAS

*Primer curso*

Matemáticas especiales 1.º .....	l. a s. ....	9. ....	Cátedra n.º 7	Dr. Marco Montón.
Química inorgánica 1.º .....	m., j., s. ....	10 y 1/2 ....	Laboratorio.	Dr. Savirón y Caravantes.
Dibujo geométrico. ....	En la Escuela Industrial o en la de Artes y Oficios.			

*Segundo curso*

Matemáticas especiales 2.º .....	l. a v. ....	12. ....	Cátedra n.º 7	Dr. Iñiguez Almech.
Química orgánica 1.º .....	l., m., v. ....	6 tarde ...	Laboratorio.	Dr. Calamita y Alvarez.
Física general .....	l., m., v. ....	9. ....	Cátedra n.º 8	Dr. González Salazar (auxiliar)
Análisis químico 1.º .....	sábados. ....	12.—Prácticas: l., m., v., 3 tarde.		Dr. Calamita y Alvarez.

OBSERVACIONES. Los cursos tercero y cuarto no tienen desarrollo oficial.

Según las disposiciones vigentes, el material ordinario de trabajo ha de ser propiedad de los alumnos. Para facilitar el cumplimiento de esta disposición, cada Laboratorio hará entrega a los alumnos del material necesario, abriéndoles una cuenta corriente y cargando a cada uno los desperfectos que produzcan.



CURSOS B, ORGANIZADOS A TENOR DE LO DISPUESTO EN EL ART. 10 DEL R. D. DE 18 DE MAYO DE 1928

ASIGNATURAS	DÍAS	HORAS	PROFESOR
Cálculos numéricos y gráficos y Dibujo científico	m. y j.	4 tarde	Dr. Galán y Ruiz.
Topografía	Viernes (oral)	12	Dr. Galán y Ruiz.
Probabilidades con aplicación a los seguros	jueves	11	Dr. Silván González.
Hidrodinámica e Hidráulica	l. y m.	3 tarde	Dr. Marco Montón.
Química biológica	l. y m.	3 id.	Dr. Martín Sauras.
Microbiología industrial	l. y m.	10 y media	Dr. de Greg. <sup>o</sup> Rocasolano.
Atomística y constitución de la materia	m. y j.	3 tarde	Dr. Cabrera Felipe.
Análisis bromatológico	m. y v.	4 id.	Dr. Romeo y González Santa Cruz.
Mecanismos y motores empleados en la Industria química	m. y s.	4 id.	Se designará el Profesor.

CURSOS C

Estudios del elipsoide terrestre escaleno	lunes	4 tarde a partir enero	Dr. Galán Ruiz.
Hydrogenación catalítica en sistemas heterogéneos	lunes	4 id. trabajo diario febrero a mayo	Dr. Calamita y Alvarez.
Catálisis química en sistemas microheterogéneos	m. y v.	4 id. a partir febrero.	Dr. de Greg. <sup>o</sup> Rocasolano.
Sistemas dispersos	m. y s.	11, de octubre a enero	Dr. Martín Sauras.
Físico-química aplicada a la Bioquímica	m. y s.	4, de id. a id.	Dr. Rius Miró.
Combustibles	l. y j.	9, de febrero a mayo.	Dr. Savirón Caravantes.
Tecnología azucarera	m. y j.	11, de octubre a enero	Dr. Calamita y Alvarez.
Algunas aplicaciones de la teoría cinética a la Físico-Química	l. y m.	4, de febrero a mayo.	Dr. Iniguez Almech.
Teorías de la valencia y clasificación periódica	m. y v.	4, de id. a id.	Dr. Rius Miró.

# UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

## FACULTAD DE CIENCIAS

### ESTUDIOS DEL DOCTORADO

La Facultad ha solicitado de la Superioridad la colación del Grado de Doctor, a tenor de lo dispuesto en los artículos 58 y siguientes del Real decreto Ley de 18 de mayo de 1928, y para el caso de que le sea concedida la autorización correspondiente, ha planeado los Doctorados en las Secciones de Ciencias Exactas y Ciencias Químicas, no haciéndolo con el de Físico-químicas por estar pendiente una consulta elevada al Ministerio de Instrucción Pública, sobre las características de ese grado de Doctor,

Según lo dispuesto en el art. 60, los cursos para el Doctorado se compondrán de enseñanzas de las clases C y B, establecidas por la Facultad, habiendo hecho ésta la siguiente clasificación:

#### DOCTORADO EN CIENCIAS EXACTAS

Dos enseñanzas B, a elección del alumno, y dos cursos C.

#### DOCTORADO EN QUÍMICA

Se le dan tres orientaciones con vistas a la especialización, agrupándose los cursos B y C en el siguiente modo:

PRIMERO.—Especialización en Química Teórica.

##### *Cursos B.*

Atómica y constitución de la materia.

El curso normal de Óptica y radiaciones de la Sección de Físico-químicas o el curso de Acústica.

Y Óptica de la Sección de Físicas.

##### *Cursos C.*

Algunas aplicaciones de la teoría cinética a la Físico-química.

Sistemas dispersos.

Teoría de la valencia y clasificación periódica.

SEGUNDO.—Especialización en Ciencias Bioquímicas.

##### *Cursos B.*

Química biológica.

Microbiología industrial.

**Cursos C.**

Sistemas dispersos.  
Físico-química aplicada a la Bioquímica.  
Catálisis química en sistemas micro-heterogéneos.

TERCERO.—Especialización en Química aplicada.

**Cursos B.**

Microbiología industrial. Mecanismos y motores aplicados a la industria química. Análisis bromatológicos.	}	Dos, a elección del aspirante.
--	---	--------------------------------

**Cursos C.**

Combustibles.  
Hidrogenación catalítica en sistemas heterogéneos.  
Tecnología azucarera.



# UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

## FACULTAD DE CIENCIAS

Enseñanzas profesionales organizadas por la Facultad de Ciencias de Zaragoza, a tenor de lo dispuesto en el artículo 20 del R. D. Ley de 18 de mayo de 1928.

### ENSEÑANZAS DE METEOROLOGÍA

#### CURSOS B

Climatología . . . . .	} Octubre-enero .	} Profesores: Sres. D. Pío Pita, Jefe del Servicio meteorológico, y don José Domingo Quílez, Auxiliar de Meteorolo- gía.
Meteorología dinámica . . .		
Optica atmosférica . . . .		
Aerología y Termodinámica de la atmósfera. . . . .	} Febrero-mayo .	
Electricidad atmosférica . .		
Previsión del tiempo . . .		

#### CURSOS A

Cosmografía . . . . . El curso normal de la Sección de Exactas.

OBSERVACIONES. — Estos estudios se organizan para los Licenciados en cualquiera de las Secciones de Ciencias, que habrán de aprobar la Cosmografía o la Astronomía general, si no formare parte de su plan de estudios.

Las enseñanzas B serán teórico-prácticas, cada una de dos clases semanales.

Cursados los estudios, se efectuará un examen para poder adquirir el certificado de estudios a que hace referencia el art. 21 del citado R. D.

La matrícula y horario se anunciarán oportunamente.

El examen para adquirir el certificado se efectuará en junio y constará de dos partes: una práctica eliminatória y otra del grupo de asignaturas expuesto y de Astronomía general o Cosmografía.

# UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

## FACULTAD DE CIENCIAS

Enseñanzas profesionales organizadas por la Facultad de Ciencias de Zaragoza a tenor de lo dispuesto en el artículo 20 del R. D. Ley de 18 de mayo de 1938.

### ENSEÑANZAS DE METEOROLOGÍA

#### Cursos B

Profesor Don D. Pío	Ocupación anterior	Climatología
Prof. Jefe del Servicio meteorológico y don José Domingo Quirós		
Asesor de Meteorología	Fomento agrícola	Meteorología física
Asesor de Meteorología		
		Aerología y Termodinámica
		Cartografía atmosférica
		Previsión del tiempo

#### Cursos A

El curso normal de la Sección de Exactas

**OBJETIVOS.** — Este curso se organiza para dar a los estudiantes conocimientos en las ramas de la Climatología, la Meteorología y la Aerología, así como en las ramas de la Física y la Química que se relacionan con ellas.

Las enseñanzas B serán de carácter práctico, dada la importancia que tiene en la preparación del profesional el estudio de los fenómenos atmosféricos.

Constituirá la enseñanza A el estudio de los fenómenos atmosféricos en su totalidad, así como de los fenómenos físicos y químicos que se relacionan con ellos.

La enseñanza y práctica se desarrollará en el laboratorio de la Facultad de Ciencias de Zaragoza.

El examen para obtener el título de Graduado en Ciencias de la Meteorología y la Climatología se celebrará en el mes de mayo de cada año.

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



## PROGRAMAS

DE LAS

ENSEÑANZAS CORRESPONDIENTES

A LA

## FACULTAD DE CIENCIAS



UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

PROGRAMAS

DE LAS

ENSEÑANZAS CORRESPONDIENTES

A LA

FACULTAD DE CIENCIAS

## PROGRAMA DE ANALISIS MATEMATICO

(Primer curso)

LECCIÓN 1.<sup>a</sup> Caracteres formales de la igualdad.—Sentidos de la desigualdad.—Acotaciones.—Propiedades formales esenciales de la adición.—Magnitudes.—Propiedades monotónicas de la adición.—Magnitudes absolutas.—Operaciones perfectas.

LECCIÓN 2.<sup>a</sup> Substracción de magnitudes absolutas.—Condición de posibilidad.—Propiedades monotónicas.—Tránsito de los sistemas absolutos a los correspondientes sistemas reales.—Adición y substracción de magnitudes reales.

LECCIÓN 3.<sup>a</sup> Multiplicación por un número natural.—Homogeneidad del producto con el multiplicando.—Propiedades formales y monotónicas de la multiplicación, deducidas de las de la adición.—Consecuencias de las propiedades distributivas.

LECCIÓN 4.<sup>a</sup> División por un número natural.—Postulado de la divisibilidad.—Magnitudes mensurables. — Propiedades normales y monotónicas de la división exacta.—Multiplicación y división por un número fraccionario.—Extensión de las propiedades formales y monotónicas.

LECCIÓN 5.<sup>a</sup> Magnitudes conmensurables.—Comparación de magnitudes conmensurables.—Caso en que la razón es un número natural.—Método de las substracciones sucesivas.—Caso general.—Determinación de la máxima común medida de dos magnitudes.

LECCIÓN 6.<sup>a</sup> Fracciones continuas ordinarias.—Transformación de un número fraccionario en fracción continua.—Expresión de la razón de dos magnitudes conmensurables en fracción continua.—Ley de formación de las reducidas de una fracción continua.

LECCIÓN 7.<sup>a</sup> Cumulantes.—Propiedades de las reducidas de una fracción continua.—Clasificación de las reducidas de una fracción continua según su paridad.—Fracciones intercalares.

LECCIÓN 8.<sup>a</sup> Definiciones del multiplicador 0, y del multiplicador negativo.—Extensión de las propiedades formales.—Reglas de los signos.—Definiciones del divisor negativo.

LECCIÓN 9.<sup>a</sup> Multiplicación y división de números racionales reales.—Propiedades relativas a los valores absolutos.—Reglas de los signos.—Potencias de los números racionales reales.

LECCIÓN 10. Números triangulares, tetraédricos y figurados

de los diversos órdenes.—Triángulo aritmético.—Su formación y propiedades.

LECCIÓN 11. Potencias sucesivas de la suma y diferencia de dos números.—Fórmula del Binomio de Newton.—Suma, diferencia y producto de las potencias semejantes de la suma y diferencia de dos números.—Cuadrado y cubo de un polinomio.

LECCIÓN 12. Grado y peso de un monomio, respecto de una o varias letras.—Ordenación y grado de un polinomio.—Polinomios homogéneos.—Polinomios isobáricos.—Adición, sustracción y multiplicación de polinomios ordenados.

LECCIÓN 13. División de monomios.—Condiciones de divisibilidad.—Definiciones del exponente O. y del exponente negativo. Permanencia de las propiedades formales de la potenciación.—Monomios y polinomios pseudoenteros.—Extensión de las reglas de cálculo literal.

LECCIÓN 14. División de polinomios ordenados.—Condiciones de divisibilidad.—División exacta e inexacta.—División entera relativamente a una letra.

LECCIÓN 15. Ley de cocientes o Teorema de Ruffini.—Consecuencias.—División de  $x^m \pm a^m$  por  $x \pm a$ .—Factores lineales de un polinomio.—Identidad de polinomios.

LECCIÓN 16.—Raíces de un polinomio.—Determinación de las raíces enteras por aplicación de la ley de cocientes.—Caracteres de exclusión.—Determinación de las raíces fraccionarias.

LECCIÓN 17.—Fracciones literales.—Fracciones propias e impropias, puras e impuras.—Simplificación, codenominación y cálculo de las fracciones literales.

LECCIÓN 18.—Factorial de un número natural.—Máxima potencia de un número contenida en una factorial.—Divisibilidad de una factorial por el producto de otras.—Forma factorial de los coeficientes binómicos.—Reglas prácticas para el desarrollo del binomio.—Fórmula de Leibnitz, inducida de la de Newton, para las potencias de un polinomio.

LECCIÓN 19.—Indicador de un número natural.—Su determinación.—Indicador de un producto de factores primos entre sí dos a dos.—Suma de los indicadores de todos los divisores de un número.—Números congruentes, respecto de un módulo dado.—Restos de un número.—Restos mínimos.

LECCIÓN 20.—Clasificación de las coordinaciones lineales.—Agrupaciones, permutaciones y combinaciones sencillas.—Su formación y número. — Permutaciones con repetición determinada.—Su



formación y número.—Agrupaciones y combinaciones con repetición indeterminada.—Su formación y número.

LECCIÓN 21. Ley de formación del producto de factores de la forma  $x = a$ .—Nueva demostración de la fórmula del binomio de Newton.—Demostración directa de la fórmula de Leibnitz para las potencias de un polinomio.—Su descomposición en sumas parciales. Desarrollo ordenado de las potencias de un polinomio entero en  $x$ .

LECCIÓN 22. Inversiones en una permutación.—Paridad de una permutación.—Cambio de paridad cuando se trasponen dos elementos.—Consecuencias.—Supresión o agregación de elementos.—Paridad de una permutación compuesta de dos o más permutaciones principales.

LECCIÓN 23.—Substituciones.—Producto de una permutación por una substitución.—Producto de dos substituciones.—Potencias y grado de una substitución.—Descomposición de una substitución en transposiciones.—Paridad de una substitución.

LECCIÓN 24. Substituciones circulares.—Descomposición de una substitución en ciclos.—Grado de una substitución descompuesta en ciclos.—Substituciones regulares.—Grupos de substituciones.

LECCIÓN 25. Matrices.—Nomenclatura de sus líneas y elementos.—Diversas notaciones empleadas.—Determinante de los elementos de una matriz cuadrada.—Notación de las determinantes.—Desarrollo de una determinante por sucesión de términos.—Reglas prácticas para desarrollar las determinantes de segundo, tercero y cuarto orden.

LECCIÓN 26. Transmutaciones de las determinantes.—Característica de una transmutación.—Cambio mutuo de filas y columnas. Transposición y substitución de líneas homónimas.—Multiplicación de los elementos de una línea por un mismo número.—Consecuencias. Transformación de una determinante en otra con una línea de elementos iguales a la unidad.—Matrices múltiples.

LECCIÓN 27. Matrices y determinantes menores.—Número de menores de orden dado.—Característica de una menor.—Producto de dos menores complementarias.—Desarrollo de una determinante por las menores de varias líneas homónimas.—Desarrollo de una determinante por los elementos de una línea.—Consecuencias.

LECCIÓN 28. Descomposición de una determinante con líneas polinomias.—Recíproco.—Transformación de una determinante por adición y substracción de líneas homónimas.—Reducción del orden, y cálculo rápido de las determinantes.

LECCIÓN 29. Regla general para la multiplicación de determinantes.—Regla de Cauchy para multiplicar dos determinantes de



igual orden.—Diversas formas del producto.—Potencias de una determinante.—Multiplicación de matrices.

LECCIÓN 30. Sistemas adjuntos de menores de una determinante.—Relaciones entre una determinante y su adjunta.—Determinantes simétricas.—Determinante de Vandermonde.—Continuantes de Muir.—Otras determinantes especiales.

LECCIÓN 31. Ecuaciones.—Soluciones y raíces de una ecuación.—Ecuaciones equivalentes.—Preparación de las ecuaciones.—Forma preparada de una ecuación racional con una incógnita.—Resolución y discusión de la ecuación lineal con una incógnita.

LECCIÓN 32. Sistemas de ecuaciones.—Sistemas equivalentes. Sistema resolvente.—Procedimientos elementales de eliminación de una incógnita entre dos ecuaciones lineales.—Resolución del sistema de dos ecuaciones lineales con dos incógnitas.

LECCIÓN 33. Eliminación simultánea de dos o más incógnitas entre tres o más ecuaciones lineales.—Resolución del sistema determinado de tres ecuaciones lineales con tres incógnitas.—Procedimientos especiales de eliminación, y resolución de sistema de ecuaciones lineales de forma particular.

LECCIÓN 34. Sistema general de ecuaciones lineales.—Determinante principal del sistema.—Ecuaciones e incógnitas principales.—Determinantes características de las ecuaciones no principales. Demostración del teorema de Rouché.—Resultante del sistema  $n + 1$  ecuaciones lineales con  $n$  incógnitas.—Resultante del sistema de  $n$  ecuaciones lineales homogéneas con  $n$  incógnitas.

LECCIÓN 35. Cantidades constantes y variables.—Variables monótonas (crecientes o decrecientes), y variables oscilantes.—Variables indefinidamente grandes e indefinidamente pequeñas.—Cantidades infinitesimales y cantidades infinitas.—Caracteres de los productos y cocientes que tienen infinitesimal uno de sus términos o ambos.—Suma de un número finito de sumandos infinitesimales.

LECCIÓN 36. Sucesión de los valores de una variable.—Límite de una variable o de una sucesión.—Ejemplos.—Variación de una fracción cuyos dos términos aumentan de unidad en unidad.—Variación de una fracción decimal periódica cuando el número de períodos crece indefinidamente.—Sucesiones convergentes.

LECCIÓN 37. Operación del paso al límite.—Teoremas en que se funda.—Límites de una suma, de un producto, de una potencia y de un cociente.—Caso en que el límite del divisor sea cero.—Interpretación de los símbolos de imposibilidad e indeterminación correspondientes al segundo algoritmo.—Variación de una fracción de términos enteros en  $x$ , cuando  $x$  crece indefinidamente.



LECCIÓN 38. Magnitudes continuas.—Magnitudes inconmensurables.—Expresión de la razón de dos magnitudes cualesquiera en fracción continua.—Fracciones continuas limitadas o ilimitadas.—Primera definición del número inconmensurable.

LECCIÓN 39. Representación geométrica del conjunto de los números racionales.—Red de Möbius.—Puntos racionales y puntos irracionales en una recta.—Separación de la serie racional en dos clases contiguas.—Condiciones para que dos clases de números sean contiguas.—Ejemplos.—Definición abstracta del número inconmensurable.

LECCIÓN 40. Igualdad y desigualdad de dos números definidos por clases contiguas.—Clases contiguas separadas por el número 0.—Condición para que un número definido por clases contiguas sea positivo, nulo o negativo.—Adición y sustracción de números reales definidos por clases contiguas.—Signo del resultado.—Números igualmente opuestos.

LECCIÓN 41. Pares de sucesiones convergentes que pueden obtenerse de dos clases contiguas.—Recíproco.—Definición del número inconmensurable como límite común de dos sucesiones convergentes.—Igualdad y desigualdad, adición y sustracción de números definidos por sucesiones convergentes.

LECCIÓN 42. Multiplicación y división de números positivos definidos por clases contiguas, o por sucesiones convergentes.—Números inversos o recíprocos.—Multiplicación y división de números reales cualesquiera.—Permanencia de las leyes formales, y de las reglas de cálculo literal.

LECCIÓN 43. Potencias de exponente entero de un número definido por clases contiguas, o por sucesiones convergentes.—Permanencia de las propiedades formales y reglas de los signos.—Variación de las potencias de un número positivo, cuando el exponente crece indefinidamente.—Operaciones diversas de la potenciación.

LECCIÓN 44. Radicación por un índice natural.—Condiciones de posibilidad en el sistema natural, y en el racional absoluto.—Radicación exacta y radicación aproximada.—Radicación en la serie total de los números positivos.—Variación de la raíz de un número positivo, cuando el índice aumenta indefinidamente.

LECCIÓN 45. Radicación en el sistema real.—Casos en que la radicación es imposible, uniforme o biforme.—Determinación aritmética de un radical.—Radicación de monomios y de polinomios.

LECCIÓN 46. Principio fundamental del cálculo de los radicales aritméticos.—Simplificación y codenominación de radicales. Radicales semejantes.—Multiplicación y división de radicales.—Po-



tencias de un radical.—Potencias de un binomio que tenga un término racional y otro irracional.

LECCIÓN 47. Racionalización de los denominadores.—Cálculo de los radicales cuadráticos.—Expresión de un radical cuadrático en fracción continua.

LECCIÓN 48. Definiciones del exponente fraccionario y del exponente incommensurable.—Permanencia de las propiedades formales y de las reglas de cálculo literal.—Variación de las potencias de un número positivo, cuando el exponente tome todos los valores reales.—Variación recíproca del exponente, cuando la potencia tome todos los valores positivos.

LECCIÓN 49. Logaritmicación de números positivos.—Definición euleriana de los logaritmos.—Propiedades comunes a todos los sistemas de logaritmos.—Tránsito de un sistema a otro.—Definición neperiana.—Sistemas de logaritmos naturales y de logaritmos decimales.—Expresión del logaritmo de un número en fracción continua.

LECCIÓN 50. Tablas numéricas. — Tablas de logaritmos.—Tablas trigonométricas naturales y artificiales.—Tablas de Gauss para logaritmos de sumas y restas.—Construcción y uso de la tabla Long.—Descripción y uso de la regla de cálculo.

LECCIÓN 51. Sistemas de números complejos con dos o más dimensiones.—Condiciones de nulidad e igualdad de los números complejos.—Paso al límite.—Multiplicación de un número complejo por un número real.—Forma polinomia de los números complejos.

LECCIÓN 52. Números complejos ordinarios.—Unidad real y unidad imaginaria.—Números imaginarios puros.—Formas goniométricas de los números complejos ordinarios.—Módulo y argumento. Tránsito de unas formas a otras.—Adición y subtracción de números complejos dados en forma goniométrica.—Teoremas relativos al módulo del resultado.

LECCIÓN 53. Multiplicación de números complejos dados en forma binomia.—Permanencia de las propiedades formales.—División de números complejos dados en forma binomia.—Transformación de una fracción de términos complejos en otra de denominador real.—Recíproco de un número complejo.—División por  $\pm 1$ .

LECCIÓN 54. Multiplicación y división de números complejos dados en forma goniométrica.—Interpretación geométrica.—Potencias de exponente entero de los números complejos dados en forma goniométrica.—Potencias de las unidades modulares.—Su representación geométrica.

LECCIÓN 55. Potencias de los números complejos dados en forma binomia.—Expresión de la potencia  $m$ -ésima de la suma de

dos cuadrados por una suma de dos cuadrados. — Expresión de  $\operatorname{sen} mx$  y  $\operatorname{cos} mx$  en función de  $\operatorname{sen} x$  y  $\operatorname{cos} x$ , y de  $\operatorname{tg} mx$  en función de  $\operatorname{tg} x$ .

LECCIÓN 56. Raíces de índice natural de los números complejos, dados en forma goniométrica. — Fórmula de Moivre. — Número de las raíces. — Condición para que alguna de ellas sea real (positiva o negativa), o sea imaginaria pura. — Condición para que dos raíces sean conjugadas o para que sean igualmente opuestas.

LECCIÓN 57. Raíces de la unidad. — Su importancia. — Distinción entre las raíces de un mismo grado, y suma de sus potencias semejantes.

LECCIÓN 58. Resolución algébrica de la ecuación de segundo grado con una incógnita. — Procedimientos de Bhascara y de Lagrange. — Fórmulas más convenientes en los diversos casos prácticos. — Discusión de la ecuación de segundo grado. — Descomposición factorial del trinomio de segundo grado. — Relaciones entre los coeficientes y las raíces.

LECCIÓN 59. Ecuaciones racionales cuya resolución puede referirse a las de primero o segundo grado. — Reducción por descomposición en factores. — Reducción por cambio de variable. — Ecuaciones binomias.

LECCIÓN 60. Ecuaciones trinomias. — Resolución y discusión de la ecuación bicuadrada. — Transformación de un radical doble en la suma de dos radicales sencillos. — Cálculo de las fracciones continuas periódicas.

LECCIÓN 61. Resultante de dos ecuaciones de segundo grado con una incógnita. — Sistema de dos ecuaciones, una de primero y otra de segundo grado con dos incógnitas. — Sistema de dos ecuaciones de segundo grado con dos incógnitas.

LECCIÓN 62. Inecuaciones. — Resolución de la inecuación de segundo grado con una incógnita. — Sistemas de inecuaciones, de primero o segundo grado, con una incógnita.

LECCIÓN 63. Ecuaciones de congruencia. — Resolución de una congruencia lineal con una incógnita. — Soluciones enteras de una ecuación lineal con dos o más incógnitas; y de un sistema de  $n$  ecuaciones lineales con más de  $n$  incógnitas.

LECCIÓN 64. Resolución de algunas ecuaciones irracionales o trascendentes que pueden referirse a las racionales de primero o segundo grado. — Resolución directa de las ecuaciones exponenciales más sencillas. — Problemas de interés compuesto, anualidades y amortizaciones.

LECCIÓN 65. Series. — Su clasificación. — Ejemplos de series



convergentes.—Condiciones necesarias para la convergencia de una serie.—Divergencia de la serie armónica.—Condición necesaria y suficiente para la convergencia de una serie.—Supresión y agregación de términos en una serie.—Adición de series.—Multiplicación de una serie por un número.

LECCIÓN 66. Series absolutas.—Condiciones necesarias para su convergencia.—Criterios de d'Alembert y de Cauchy.—Casos dudosos.—Comparación de una serie con otra cuyo carácter se conozca.—Teorema de Cauchy para la asociación de términos en una serie absoluta decreciente.

LECCIÓN 67. Serie de los recíprocos de las potencias semejantes de los números naturales sucesivos.—Condición necesaria y suficiente para la convergencia de una serie, cuando sea infinito el producto  $n^x u_n$ .—Series cuyo término general  $u_n$  es función racional de  $n$ .—Criterio logarítmico.—Criterio de Duhamel.—Criterio de Raabe.—Criterio de Gauss.

LECCIÓN 68. Series alternadas.—Condiciones para su convergencia o indeterminación.—Transformación de una fracción continua limitada en serie convergente.—Series de términos reales cualesquiera.—Condición suficiente para su convergencia. — Teorema de Abel.

LECCIÓN 69. Series de términos complejos dados en forma binomia o en forma goniométrica.—Extensión de los criterios de d'Alembert y de Cauchy.—Series semiconvergentes y absolutamente convergentes.—Producto ordenado de dos o más series absolutamente convergentes.—Potencias de una serie absolutamente convergente.

LECCIÓN 70. Sumación de series convergentes.—Convergencia de la serie que define el número  $e$ .—Cálculo de este número con aproximación dada.—Límites de  $\left(1 + \frac{1}{m}\right)^m$  y de  $\left(1 + \frac{x}{m}\right)^m$  cuando  $m$  crece indefinidamente.—Límite de  $(1+x)^{\frac{1}{x}}$  cuando  $x$  tiende hacia 0.



## PROGRAMA DE ANÁLISIS MATEMÁTICO

(Segundo curso)

LECCIÓN 1.<sup>a</sup> Conjuntos finitos e infinitos. — Coordinación, agregación y composición de conjuntos. — Conjunto de valores de una variable real. — Conjuntos lineales de puntos. — Conjuntos acotados. — Conjuntos numerables.

LECCIÓN 2.<sup>a</sup> Potencia de un conjunto infinito. — Potencia del continuo. — Conjuntos continuables. — Intervalo. — Entorno de un punto. — Semientornos. — Puntos límites. — Conjuntos densos. — Conjuntos derivados.

LECCIÓN 3.<sup>a</sup> Conjuntos de dos, tres o más dimensiones. — Coordenadas de un punto. — Conjuntos acotados. — Dominios. — Rectintos. — Contornos. — Entorno de un punto. — Semientornos.

LECCIÓN 4.<sup>a</sup> Función de una variable, o de varias variables independientes. — Campo de variabilidad. — Funciones uniformes, multiformes e infinitiformes. — Funciones monótonas. — Funciones simples o inmediatas. — Funciones mediatas; su descomposición en rangos. — Funciones explícitas e implícitas. — Tránsito de unas a otras. — Funciones inversas.

LECCIÓN 5.<sup>a</sup> Funciones algebraicas y trascendentes. — Funciones racionales e irracionales. — Diversos órdenes de irracionalidad. — Funciones enteras y fraccionarias. — Estudio de la función entera de una variable real. — Funciones pares e impares. — Funciones periódicas.

LECCIÓN 6.<sup>a</sup> Funciones homogéneas. — Número de términos de una función entera, homogénea o no, de varias variables. — Funciones simétricas. — Funciones alternadas. — Funciones adscriptas a un grupo de substitutiones.

LECCIÓN 7.<sup>a</sup> Representación geométrica de una función real de una variable. — Aplicación a las funciones enteras, exponencial y logarítmica, y a las funciones circulares. — Cotas superior e inferior, de los valores de una función. — Oscilación. — Incremento.

LECCIÓN 8.<sup>a</sup> Continuidad de una función real de una variable para un valor dado de ésta. — Funciones continuas y semicontinuas. — Continuidad de una función en un intervalo. — Campo de continuidad de una función. — Soluciones de continuidad. — Sus diferentes clases. — Ejemplos. — Función de Dirichlet.

LECCIÓN 9.<sup>a</sup> Continuidad de la suma, del producto y del cociente de funciones continuas. — Continuidad de las funciones po-

tencial, exponencial y logarítmica.—Continuidad de las funciones circulares directas. — Continuidad de las funciones de función.—Continuidad de las funciones inversas.

LECCIÓN 10. Derivada de una función.—Funciones derivables y semiderivables.—Ejemplos clásicos de funciones no derivables.—Significación geométrica de la derivada.—Relación entre las derivadas de dos funciones inversas.—Derivadas de las funciones potencial, exponencial y logarítmica.—Derivada de una función de función.

LECCIÓN 11. Derivadas de una suma, de un producto y de un cociente de funciones derivables de una variable.—Derivada de un polinomio entero en  $x$ .—Derivada de una determinante cuyos elementos son funciones derivables de  $x$ .—Derivadas de las funciones circulares directas e inversas.

LECCIÓN 12. Diversos órdenes de cantidades infinitesimales. Expresión general de los infinitésimos de orden  $n$ .—Orden infinitesimal de la suma, diferencia, producto y cociente de varios infinitésimos.—Cantidades que difieren infinitamente poco.—Término principal de un infinitésimo dado en forma polinomia.—Principios fundamentales del cálculo infinitesimal.

LECCIÓN 13. Expresión del incremento de una función derivable.—Sentido de la variación de la función.—Teorema de Rolle.—Teorema del valor medio.—Diferencial de una función derivable.—Reglas de diferenciación.—Notación de la derivada como cociente o coeficiente diferencial.

LECCIÓN 14. Derivadas y diferenciales de órdenes sucesivos de una función de una variable.—Notación de las derivadas sucesivas como potencias simbólicas, y como coeficientes diferenciales.—Derivadas sucesivas de un polinomio entero.—Fórmula de Taylor. Derivadas sucesivas de un producto de funciones derivables.—Fórmula de Leibnitz.

LECCIÓN 15. Máximos y mínimos, y puntos de inflexión de una función de una variable.—Condiciones para su existencia.—Sentido de la curvatura de una función.—Concavidad y convexidad.

LECCIÓN 16. Campo de variabilidad de las funciones de dos o más variables independientes.—Determinación general de los recintos.—Uniformidad.—Continuidad.—Derivadas parciales de una función.—Su notación.—Diferenciales parciales y diferencial total. Teorema de la diferencial total.

LECCIÓN 17. Derivadas parciales sucesivas de una función de dos o más variables independientes.—Sus notaciones. Propiedad



conmutativa de los símbolos de derivación.—Número de derivadas de cada orden.—Extensión de la fórmula de Taylor a una función entera de dos o más variables.

LECCIÓN 18. Campo de variabilidad de las funciones compuestas.—Uniformidad.—Continuidad. — Derivada de una función compuesta.—Condiciones para su existencia.—Derivadas sucesivas.—Simplificación de las fórmulas, cuando las variables intermedias son funciones lineales de  $x$ .—Teorema de Euler relativo a las funciones homogéneas.

LECCIÓN 19. Derivadas y diferenciales sucesivas de una función implícita de una variable.—Derivadas y diferenciales sucesivas de varias funciones implícitas de una misma variable independiente. Derivadas parciales y diferenciales totales sucesivas de una o varias funciones implícitas de varias variables independientes.

LECCIÓN 20. Fórmula de Taylor para funciones de una variable.—Diversas formas del término complementario.—Fórmula de Mac Laurin.—Extensión de ambas fórmulas al caso de dos o más variables independientes.

LECCIÓN 21. Definición general de una función cuando se presenta bajo la forma indeterminada  $\frac{0}{0}$ .—Regla del marqués de L'Hôpital, para determinar la función en que esto ocurra, sea para un valor finito de  $x$ , sea cuando  $x$  crece indefinidamente.—Funciones que aparecen bajo las formas indeterminadas  $\frac{\infty}{\infty}$ ,  $0 \cdot \infty$ ,  $\infty - \infty$ . Formas indeterminadas correspondientes al tercer algoritmo.

LECCIÓN 22. Aplicación de la fórmula de Mac Laurin al desarrollo de funciones en serie.—Desarrollo de las funciones  $x^x$ ,  $\operatorname{sen} x$  y  $\cos x$ .—Fórmulas de Euler.—Cálculo de senos y cosenos.—Construcción de tablas trigonométricas.

LECCIÓN 23. Funciones hiperbólicas.—Expresión de las funciones hiperbólicas directas mediante exponenciales, y de las inversas mediante la función logarítmica.—Derivadas y diferenciales de las funciones hiperbólicas, directas e inversas.

LECCIÓN 24. Aplicación de la fórmula de Leibnitz al cálculo de las derivadas sucesivas de algunas funciones cuando  $x = 0$ .—Desarrollos en serie de  $\operatorname{arc} \operatorname{sen} x$ ,  $\operatorname{arc} \operatorname{tg} x$  y  $(\operatorname{arc} \operatorname{sen} x)^2$ .—Cálculo del número  $\pi$ .

LECCIÓN 25. Desarrollo en serie de  $(1 + z)^m$ .—Generalización de la fórmula del binomio.—Desarrollo de  $\log(1 + z)$ .—Cálculo de los logaritmos neperianos y vulgares.

LECCIÓN 26. Fórmula de Lagrange, deducida de la de Mac Laurin.—Casos particulares de la serie de Lagrange.—Aplicaciones.



LECCIÓN 27. Máximos y mínimos de una función implícita de una variable.—Máximos y mínimos de varias funciones implícitas de una misma variable independiente.—Máximos y mínimos de una función de dos o más variables independientes.

LECCIÓN 28. Eliminación de constantes. — Eliminación de funciones arbitrarias.—Obtención de ecuaciones diferenciales.

LECCIÓN 29. Cambio de la variable independiente.—Cambio simultáneo de dos o más variables, siendo independiente una sola de ellas.—Cambio simultáneo de dos o más variables independientes. Problema general del cambio de variables.

LECCIÓN 30. Estudio de la variable compleja cuyas coordenadas sean funciones de una misma variable real.—Uniformidad.—Continuidad.—Derivadas y diferenciales sucesivas.—Estudio de la variable compleja cuyas coordenadas sean funciones de dos variables reales.—Campo de variabilidad.—Uniformidad.—Continuidad. Derivadas parciales y diferencial total.

LECCIÓN 31. Variación del módulo de una función algebraica entera de una variable compleja  $z = x + yi$ .—Cotas superior e inferior de los módulos de las raíces de una ecuación algebraica entera.

LECCIÓN 32. Variación del argumento de una variable continua.—Variación del argumento de una función algebraica entera, cuando la variable describe un contorno simple.—Número de raíces de una ecuación algebraica entera.

LECCIÓN 33. Descomposición factorial de una función algebraica entera de una variable.—Caso en que los coeficientes sean reales.—Relaciones entre las raíces y los coeficientes de una ecuación algebraica.

LECCIÓN 34. Funciones simétricas de las raíces de una ecuación.—Expresión de las funciones simétricas simples en función de los coeficientes de la ecuación.—Problema recíproco.

LECCIÓN 35. Grado y peso de la función de los coeficientes en que se transforma una función simétrica de las raíces de una ecuación.—Funciones simétricas de las diferencias de las raíces de una ecuación.—Su determinación.—Ecuaciones características.

LECCIÓN 36. Ecuaciones simultáneas.—Resultante de dos ecuaciones con una incógnita.—Eliminación por las funciones simétricas.—Propiedades de la resultante.

LECCIÓN 37. Eliminación por el máximo codivisor.—Eliminación por los métodos de Euler y de Sylvester.—Regla práctica para formar la resultante euleriana.

LECCIÓN 38. Eliminación por los métodos de Bézout, Gau-

chy y Cayley.—Estudio de la resultante bezestiana.—Regla práctica para formarla.

LECCIÓN 39. Cálculo de las raíces comunes a dos ecuaciones.

LECCIÓN 40. Cálculo de las raíces múltiples de una ecuación.—Separación de las raíces de diferentes grados de multiplicidad.

LECCIÓN 41. Sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas. Descomposición del sistema cuando las ecuaciones tienen factores comunes, o factores dependientes de una sola incógnita.—Ecuación final del sistema reducido.—Su investigación y grado.

LECCIÓN 42. Funciones simétricas de las soluciones comunes a dos ecuaciones con dos incógnitas.—Eliminación simultánea de dos incógnitas entre tres ecuaciones.—Ecuación final de un sistema de tres ecuaciones con tres incógnitas.

LECCIÓN 43. Transformación de las ecuaciones.—Género de la transformación.—Transformaciones de primer género.—Transformaciones lineales elementales.—Aplicaciones prácticas.

LECCIÓN 44. Transformaciones de primer género, no lineales.—Valores conjugados de una expresión irracional, que sea función entera del único radical que contenga.—Norma de esta expresión irracional.—Factor racionalizante.—Ecuación de los cuadrados de las raíces de una ecuación dada.—Regla práctica para formarla.

LECCIÓN 45. Transformaciones de segundo género.—Caso en que la transformación es simétrica.—Ecuaciones de las diferencias, y de los cuadrados de las diferencias, de las raíces de una ecuación dada.

LECCIÓN 46. Reducción del grado de una ecuación.—Reducción por descomposición en factores.—Reducción por cambio de variable.—Ecuaciones que tienen raíces igualmente opuestas.

LECCIÓN 47. Ecuaciones recíprocas.—Sus caracteres y resolución.—Aplicación a las ecuaciones binomias y trinomias.—Ecuaciones cuasi recíprocas.

LECCIÓN 48. Resolución de la ecuación general de tercer grado.—Método de Hudde.—Discusión de la fórmula de Cardán.—Otros procedimientos.

LECCIÓN 49. Resolución de la ecuación general de cuarto grado.—Método de Euler.—Discusión de las fórmulas.—Otros procedimientos.

LECCIÓN 50. Diversos métodos indicados para la resolución algébrica de las ecuaciones.—Resultados de aplicar el método de Lagrange.—Imposibilidad de resolver algebricamente las ecuaciones generales de grado superior al cuarto.



LECCIÓN 51. Ecuaciones numéricas.—Paridad del número de raíces reales comprendidas en un intervalo dado.—Teoremas de Descartes, de Rolle y de Budan-Fourier.—Aplicaciones.

LECCIÓN 52. Teorema de Sturm.—Su demostración para una ecuación que sólo tenga raíces simples.—Caso de raíces múltiples.—Generalización de las funciones de Sturm.

LECCIÓN 53. Condición para que un número conmensurable pueda ser raíz de una ecuación.—Investigación de las raíces enteras y fraccionarias.—Cotas de las raíces reales.—Diversas reglas para determinar una cota superior de las raíces positivas.

LECCIÓN 54. Determinación de las raíces incommensurables. Su separación por substituciones sucesivas.—Su aproximación por interpolación proporcional, por el método de Newton.—Interpretación geométrica de los métodos de interpolación.—Métodos de Lagrange y de Hörner.

LECCIÓN 55. Investigación de las raíces complejas de una ecuación.—Caso en que los coeficientes de esta ecuación sean reales.

LECCIÓN 56. Descomposición de una fracción racional, en fracciones simples.—Asociación de los términos correspondientes a raíces complejas conjugadas.—Determinación de las constantes.

LECCIÓN 57. Integral definida en un intervalo dado, como suma de un número infinito de sumandos infinitesimos.—Interpretación geométrica.—Propiedades fundamentales de las integrales definidas.—Función integral.—Integral indefinida.—Paso de ésta a la integral definida.

LECCIÓN 58. Integrales inmediatas.—Integración por descomposición en sumandos.—Integración de las funciones enteras.

LECCIÓN 59. Integración por substitución o cambio de variable.—Reglas prácticas.—Integración por partes.—Diversas maneras de aplicar la fórmula de Bernoulli.

LECCIÓN 60. Integración de las funciones racionales, mediante su descomposición en fracciones simples.

LECCIÓN 61. Integración de las funciones irracionales en los casos más sencillos.—Cambios de variable que hacen desaparecer la irracionalidad.—Aplicaciones.

LECCIÓN 62. Integración de las diferenciales binomias.—Condiciones de integrabilidad.—Fórmulas de reducción de los exponentes.—Aplicaciones.

LECCIÓN 63. Integración de funciones trascendentes.—Aplicaciones del cambio de variables y de la integración por partes.

LECCIÓN 64. Integración de las diferenciales de la forma  $\sin x^m \cos x^n dx$ .—Reducción de estas diferenciales a las binomias.



Fórmulas de reducción de los exponentes directamente en la forma  $\sin x^m \cos x^n dx$ .—Integración de las expresiones finales.—Casos particulares.—Fórmula de Wallis.

LECCIÓN 65. Integración por series.—Principios en que se funda.—Aplicaciones al desarrollo de una función en serie.

LECCIÓN 66. Expresiones diferenciales de dos o más variables independientes.—Condiciones de integrabilidad.—Fórmulas para la integración en los casos de dos o tres variables independientes.

LECCIÓN 67. Definición de la integral definida, cuando la función a integrar se hace infinita en algún punto del intervalo de integración.—Definición de la integral definida cuando alguna de sus cotas, o ambas, se hacen infinitas.

LECCIÓN 68. Diferenciación e integración bajo el signo integral.—Aplicaciones.—Nociones acerca de las integrales dobles y múltiples.

LECCIÓN 69. Clasificación de las ecuaciones diferenciales.—Integración de las ecuaciones diferenciales de primer orden por separación de variables.—Ecuaciones homogéneas.—Ecuaciones lineales.—Factor de integrabilidad de la ecuación  $Mdx + Ndy = 0$ .—Soluciones singulares.

LECCIÓN 70. Integración de las ecuaciones diferenciales de primer orden y grado cualquiera.—Procedimiento general.—Casos particulares.—Integración de algunas ecuaciones diferenciales de orden superior en los casos más sencillos.

## PROGRAMA DE GEOMETRÍA Y TRIGONOMETRÍA

### I

#### FIGURAS PLANAS ELEMENTALES: RECTA, POLÍGONOS Y CIRCUNFERENCIA

- a) *Punto, recta y plano: primeras relaciones gráficas.*  
Carácter y fundamentos lógicos de la Geometría.  
Puntos, rectas y planos: determinación y relaciones de incidencia.  
Propiedades lineales de la recta: serie rectilínea.  
Propiedades superficiales del plano: haces de rectas.  
Triángulos y polígonos: líneas y recintos poligonales.
- b) *Congruencia o igualdad de figuras planas.*  
Igualdad y suma de segmentos y de ángulos.  
Relaciones de igualdad o desigualdad en los triángulos rectilíneos.  
Perpendiculares y oblicuas en el plano; simetrías.  
Circunferencia y círculo; arcos y cuerdas. Relaciones de igualdad y desigualdad.  
Congruencia de figuras planas cualesquiera y en particular de polígonos.
- c) *Continuidad de la recta y de la circunferencia.*  
Postulado de Dedekind acerca de la continuidad de la recta: divisibilidad de un segmento rectilíneo.  
Extensión del postulado de continuidad a los haces de rectas: divisibilidad de los ángulos rectilíneos.  
Continuidad y divisibilidad de la circunferencia. Intersección de rectas y circunferencias.  
Proposiciones de Arquímedes y Cantor: su relación con el axioma de Dedekind. Medida de un segmento.  
Construcciones gráficas con la regla y el compás: operaciones elementales y aplicaciones.
- d) *Paralelismo de rectas en el plano.*  
Rectas paralelas: ángulo de paralelismo. Conservación y reciprocidad del carácter de paralelismo.

Sentido del paralelismo: rectas paralelas a otra. Haz y punto impropio. Zona y trilátero planos.

Geometría euclídea y no euclídea. Primeras consecuencias del axioma de Euclides. Series y haces iguales.

Paralelógramos y trapecios.

Translaciones, giros y simetrías en el plano. Su composición. Grupo euclídeo del plano.

Métodos y sistemas de construcciones gráficas: aplicación a la resolución de problemas. Lugares geométricos: ejemplos.

Aplicación de las translaciones, giros y simetrías a la resolución de problemas.

c) *Proporcionalidad de segmentos: Semejanza, polaridad e inversión.*

Segmentos proporcionales: escalas. Series semejantes.

Semejanza de triángulos.

Razón simple de puntos de una recta. Idem exteriores a ella: consecuencias.

Productos y cuadrados de segmentos en el triángulo: consecuencias y aplicaciones.

Potencia de un punto respecto de una circunferencia: ejes y centro radicales.

Cuaternas armónicas en las series rectilíneas y en los haces de rectas.

Razones dobles en las series rectilíneas y en los haces de rectas.

Proyectividad de series y haces de rectas en el plano.

Involuciones cuadráticas.

Polígonos cortados por transversales: teoremas de Carnot, Menelao y Ceva. Aplicaciones.

Transformaciones por homotecia en el plano. Grupo de las homotecias planas. Homotecia de circunferencias.

Transformaciones por semejanza en el plano: polígonos semejantes. Grupo mixto o equiforme del plano.

Polaridad respecto de la circunferencia: figuras polares recíprocas.

Inversión respecto de una circunferencia. Grupo conforme en el plano.

Aplicaciones de la homotecia, la semejanza y la inversión a la resolución de problemas de construcciones geométricas.



f) *Medida de magnitudes geométricas.*

Medida de segmentos rectilíneos. Representación de la serie de números reales.

Representación de los puntos de un plano. Distancias en el plano: ecuación de la circunferencia.

Polígonos regulares convexos y estrellados: cálculo de sus elementos.

Longitud de una circunferencia o arco. Medida de ángulos.

Equivalencia de recintos poligonales: relaciones de equivalencia.

Área de un polígono: casos particulares. Áreas de un triángulo o polígono de vértices dados.

Áreas de recintos planos cualesquiera y en particular de figuras circulares.

Máximos y mínimos de áreas y perímetros planos. Ejemplos y aplicaciones.

Método algébrico para la resolución de problemas. Problemas resolubles con la regla y el compás.

g) *Trigonometría plana.*

Funciones circulares de un ángulo: su representación y variaciones. Casos particulares.

Relaciones entre las funciones circulares de un ángulo: cálculo de unas en función de otras.

Funciones circulares de ángulos suma o diferencia de otros: aplicaciones. Sumas o diferencias de funciones circulares.

Funciones circulares de ángulos múltiplos o submúltiplos de otros: fórmulas principales y aplicaciones.

Representación y cálculo de números complejos.

Fórmula de Moivre y aplicaciones.

Tablas de funciones naturales o de sus logaritmos: su empleo.

Preparación de fórmulas para el cálculo logarítmico: ángulos auxiliares. Ejemplos: resolución de ecuaciones.

Grupos de relaciones entre los lados y ángulos de un triángulo: su equivalencia. Casos particulares.

Resolución y construcción de triángulos rectilíneos: casos generales y aplicaciones. Cálculo de algunos elementos.

Algunas relaciones de poligonometría. Problemas y aplicaciones.

## II

### FIGURAS RADIADAS Y EN EL ESPACIO

#### h) Rectas, planos y diedros.

Espacio geométrico: relaciones de asociación y orden de sus elementos.

Diedros y haz de planos: relaciones de igualdad. Continuidad del haz de planos: divisibilidad de un diedro.

Perpendicularidad de rectas y planos.

Paralelismo de rectas y de planos: puntos, rectas y plano impropios. Consecuencias en la Geometría euclídea.

Proyección paralela, oblicua u ortogonal: relaciones entre una figura plana y su proyección.

Ángulos de rectas, de recta y plano y de planos. Distancias entre puntos, entre punto y plano o entre dos rectas.

Representación de puntos, rectas y planos en proyección acotada. Escalas de pendientes y líneas de nivel. Abatimientos.

Problemas gráficos y métricos elementales en proyección acotada.

Proyección perspectiva de rectas y planos. Relaciones proyectivas elementales.

Figuras homológicas planas. Afinidad homológica.

#### j) Anguloides y poliedros.

Radiación de rectas y planos. Radiaciones de vértice impropio. Anguloides cónicos y cilíndricos.

Relaciones gráficas y métricas en los anguloides poliedros. Anguloides suplementarios.

Proyección gnomónica: determinación de rectas y planos. Ángulos y perpendicularidad.

Superficies prismáticas y prismas. Paralelepípedos.

Superficies piramidales y pirámides. Tetraedros.

Redes poligonales y poliedros. Teorema de Euler y sus consecuencias.

Equivalencia de poliedros: relaciones de equivalencia. Igualdad y suma de recintos espaciales.

Concepto de volumen. Volúmenes de prismas y paralelepípedos.

Volúmenes de pirámides y prismatoides. Volúmenes de otros poliedros.

k) *Transformaciones métricas elementales.*

Igualdad de figuras en el espacio: translaciones, giros y simetrías respecto de un eje. Grupo de los movimientos.

Simetrías respecto de un centro o plano: cambio de centro o plano de simetría. Composición de simetrías y movimientos. Grupo euclídeo.

Transformaciones por homotecia: composición de homotecias. Grupo de las homotecias.

Semejanzas en el espacio: grupo de las semejanzas. Semejanza de poliedros.

Composición de homotecias, semejanzas y movimientos. Grupo equiforme.

l) *Cilindros, conos y esferas. Poliedros regulares.*

Superficies cilíndricas y cilindros. Volumen, área y desarrollo.

Superficies cónicas y conos. Volúmenes, áreas y desarrollos.

Superficie esférica y esfera: relaciones gráficas y de igualdad. Determinación y posiciones relativas.

Homotecia de esferas. Centros, ejes y planos radicales. Sistemas de esferas.

Polaridad respecto de la esfera.

Inversión respecto de una esfera: figuras inversas de un plano, una esfera y una circunferencia.

Estudio de figuras en la superficie esférica: triángulos, polígonos y círculos de la esfera.

Representaciones planas de la esfera. Proyección estereográfica: propiedades y aplicaciones.

Áreas de la esfera y de otras figuras esféricas.

Volúmenes de la esfera y de otras figuras esféricas.

Grupos fundamentales de fórmulas de trigonometría esférica. Expresiones del exceso esférico.

Construcción y resolución de triángulos esféricos.

Poliedros regulares convexos: sus propiedades. Rotaciones y simetrías.

Representación y construcción de los poliedros regulares convexos. Cálculo de sus elementos.

Idea de los poliedros regulares estrellados.



### III

#### SECCIONES CÓNICAS

Secciones planas de un cilindro o cono de revolución: definición como lugar plano de puntos cuya razón de distancias a un punto y a una recta es constante.

Construcción, ecuación y propiedades de la elipse. Proyección paralela de una circunferencia.

Construcción, ecuación y propiedades de la hipérbola; asíntotas. Hipérbolas conjugadas.

Construcción, ecuación y propiedades de la parábola. Diámetros de la parábola.

Secciones planas de un cilindro o cono de segundo orden. Proyección perspectiva de una circunferencia.

Relaciones proyectivas en la circunferencia y su aplicación a las cónicas. Teoremas de Pascal y Brianchen.

Polaridad respecto de una cónica. Secciones cónicas, como transformadas polares de una circunferencia respecto de otra.

Centro, diámetro y asíntotas de las cónicas.

## PROGRAMA DE GEOMETRÍA ANALÍTICA

### I

#### SERIES RECTILÍNEAS, HACES DE RECTAS Y HACES DE PLANOS

a) *Método analítico: coordenadas.*

Nociones preliminares: propiedades métricas y proyectivas. Geometrías sintética y analítica.

Coordenadas en la serie rectilínea. Problemas métricos: cambio de coordenadas.

Coordenadas en los haces de rectas o de planos. Problemas métricos.

Razones dobles de cuatro elementos de una serie o de un haz.

Cuaternas armónicas: sus propiedades.

Coordenadas proyectivas en las series y haces: casos particulares.

b) *Projectividad e involución.*

Projectividad de la razón doble.

Series y haces proyectivos: correspondencia real projectiva.

Propiedades métricas en una involución sobre una recta propia.

Semejanzas e igualdad.

Series o haces en involución: su determinación y propiedades.

Propiedades métricas en una involución sobre una recta propia.

Involuciones rectangulares; forma projectiva de la noción de ángulo.

Coordenadas proyectivas homogéneas. Elementos imaginarios.

Representación de una projectividad por una sustitución lineal homogénea.

Formas algebraicas binarias lineales y cuadráticas. Invariantes.

### II

#### GEOMETRÍA ANALÍTICA DEL PLANO

c) *Coordenadas de puntos y de rectas en el plano. Curvas y envolventes planas.*

Coordenadas cartesianas. Puntos de un segmento o serie rectilínea.

Ecuación de la recta en el plano. Problemas gráficos. Sistemas de rectas.

Problemas métricos: ángulos, paralelismo y perpendicularidad. Distancias y áreas.

Transformación de coordenadas cartesianas.

Coordenadas polares planas.

Representación geométrica de funciones de una variable; problema inverso.

Ecuaciones de líneas planas: curvas algebraicas y trascendentes.

Tangente a una curva en un punto. Normal.

Puntos comunes a dos líneas planas. Resolución de ecuaciones.

Sistemas de líneas planas. Concepto general de coordenadas en el plano.

Lugares geométricos: líneas de segundo orden como lugares planos.

Curvas en coordenadas polares.

Estudio analítico de la circunferencia. Sistemas de circunferencias.

Inversión respecto de la circunferencia.

Estudio de una curva en un punto: puntos ordinarios y múltiples.

Puntos singulares.

Concavidad, convexidad e inflexión. Curvatura en un punto.

Puntos impropios de una curva. Ramas infinitas y asíntotas.

Coordenadas de una recta en el plano. Ecuación del punto.

Problemas correlativos.

Envoltentes planas. Ecuaciones puntual y tangencial de una curva.

Ejemplos de curvas algebraicas de orden superior al segundo.

Conchoides de la recta y de la circunferencia. Podarios y anti-podarios. Curvas inversas de otras: ejemplos.

Curvas periódicas: ejemplos. Curvas sinuosodales, cicloides y epicloides.

Curvas exponenciales y logarítmicas. Espirales.

d) *Transformaciones lineales planas.*

Coordenadas proyectivas de puntos en el plano: casos particulares. Ecuaciones lineales. Coordenadas proyectivas homogéneas.

Series y haces proyectivas en el plano. Series y haces en involución.

Elementos imaginarios en el plano. Involución absoluta del plano.

Ecuaciones de curvas y envoltentes planas en coordenadas proyectivas homogéneas. Problemas correlativos.

Colineaciones planas: su determinación y propiedades. Grupo de las colineaciones planas.



Propiedades métricas de una colineación de base propia: afinidades, semejanzas e igualdad.

Elementos dobles en las colineaciones planas. Colineaciones de igual base.

Homologías planas: propiedades y determinación. Homología armónica.

Propiedades métricas de las homologías: homotecias, afinidad homológica, translaciones y simetrías.

Correlaciones planas. Grupo proyectivo.

Correlaciones de planos superpuestos: sus propiedades. Cónicas autorrecíprocas.

Polaridad recíproca. Cónica fundamental de la polaridad. Polaridad circular.

e) *Líneas de segundo orden*

Forma cuadrática ternaria y forma polar correspondiente.

Líneas de segundo orden en general: su determinación. Secantes y tangentes. Cónicas degeneradas.

Polaridad respecto de una cónica no degenerada. Las cónicas como lugares y como envolventes planas. Polaridad respecto de cónicas degeneradas; envolventes degeneradas.

Generación de una cónica por series o haces proyectivos. Teoremas de Pascal y Brianchon. Consecuencias y construcciones.

Projectividad sobre una cónica; involuciones sobre una cónica. Las cónicas como curvas racionales.

Elementos comunes a dos cónicas. Haces y series de cónicas.

Cónicas sujetas a condiciones lineales. Contactos de cónicas: círculo osculador.

Haces de cónicas proyectivos. Generación de cúbicas y cuárticas planas.

Centro y diámetros de las cónicas. Diámetros conjugados: asíntotas. Diámetros principales. Formas particulares de las ecuaciones de las cónicas.

Reducción de la ecuación general por transformación de coordenadas. Invariantes de una cónica: teoremas de Apollonio.

Clasificación de las líneas de segundo orden. Ecuaciones reducidas.

Focos de una cónica y directrices: sus propiedades. Ecuación focal de una cónica: excentricidad.

Cónicas homofocales. Series de cónicas homofocales.

Projectividad entre cónicas. Colineaciones que transforman una cónica en otra y en particular en sí misma.

Cónicas homológicas, afines, semejantes u homotéticas.

### III

#### GEOMETRÍA ANALÍTICA DEL ESPACIO

##### f) *Coordenadas en el espacio: figuras de primer orden.*

Vectores libres: operaciones elementales. Expresiones lineales.

Coordenadas cartesianas: puntos impropios.

Producto escalar: relaciones angulares. Distancia entre dos puntos.

Puntos alineados: ecuaciones de la recta. Cosenos directores.

Ecuación del plano: posiciones y formas particulares.

Problemas de determinación e incidencia de puntos, rectas y planos.

Series, haces de primer orden, formas planas y radiaciones del espacio de puntos.

Producto vectorial: momentos lineales. Coordenadas de una recta.

Producto mixto de vectores: su expresión, propiedades y aplicaciones.

Transformación de coordenadas cartesianas.

Coordenadas polares y semipolares.

Ángulos de rectas y planos. Paralelismo y perpendicularidad.

Distancias, áreas y volúmenes en coordenadas cartesianas.

Coordenadas del plano en el espacio. Ecuación del punto; ecuaciones de la recta.

Relaciones de incidencia: problemas correlativos.

Series, haces de primer orden, radiaciones y formas planas en el espacio de planos.

##### g) *Representación analítica de superficies y de líneas alabeadas.*

Funciones de dos variables, su representación cartesiana. Ecuación de una superficie: casos particulares. Ecuaciones paramétricas.

Representación analítica de una línea alabeada: ecuaciones paramétricas. Tangente y vector tangente. Planos tangentes y osculador; normales y plano normal. Cilindros proyectantes de una línea alabeada.

Plano tangente y normal a una superficie. Superficies regladas: superficies cónicas y cilíndricas.

Generación de superficies. Familias de superficies. Superficies de revolución y superficies de translación.

Superficie esférica. Haces, redes y complejos de esferas.

Inversión respecto de la esfera.



h) *Transformaciones lineales.*

Coordenadas proyectivas homogéneas de rectas y planos en la radiación. Ecuaciones lineales. Haces de primer orden en la radiación.

Dualidad en la radiación: problemas correlativos. Elementos imaginarios. Ecuaciones de conos en la radiación.

Projectividad de haces de primer orden en la radiación. Colineaciones en la radiación.

Correlaciones en la radiación: correlación ortogonal. Polaridad ortogonal en la radiación. Círculo absoluto del espacio.

Coordenadas proyectivas homogéneas de puntos y de planos en el espacio: casos particulares. Ecuaciones lineales. Series y haces de primer orden. Formas planas y radiadas.

Colineaciones espaciales: ecuaciones y propiedades. Casos particulares métricos.

Elementos dobles. Homologías y colineaciones axiales.

Correlaciones espaciales. Correlaciones involutivas. Polaridad.

i) *Superficies de segundo orden.*

Forma cuadrática cuaternaria: ecuación general de las superficies de segundo orden. Su determinación.

Puntos comunes a una superficie de segundo orden y una recta o plano. Rectas y planos tangentes. Cuádricas degeneradas.

Polaridad respecto de una cuádrica no degenerada. Elementos conjugados y autoconjugados. Polaridad respecto de una cuádrica degenerada.

Estudio de una cuádrica en un punto. Cuádricas regladas; sistemas de generatrices rectilíneas.

Haces y series de cuádricas.

Clasificación afín de las cuádricas: especies de cuádricas. Secciones planas paralelas.

Centro, diámetros y planos diametrales de una cuádrica. Cono asintótico. Ternas de diámetros conjugados.

Planos diametrales principales y ejes de las cuádricas: ecuación característica. Direcciones principales. Cuádricas de revolución. Relación con el círculo absoluto del espacio.

Formas reducidas de las ecuaciones de las cuádricas. Estudio elemental de éstas.

Reducción de la ecuación general por cambio de ejes. Invariantes de una cuádrica. Consecuencias. Determinación de la ecuación reducida.



Clasificación de una superficie de segundo orden definida por su ecuación general.

Secciones circulares y puntos umbilicales de las superficies de segundo orden. Su relación con el círculo absoluto del espacio.

Ejes focales y focos de una cuádrica. Cónicas focales.

Series de cuádricas homofocales. Coordenadas elípticas.

## IV

### DEL ESPACIO REGLADO

Coordenadas homogéneas de la recta: relación bilineal. Posiciones particulares. Condición de incidencia de rectas.

Los haces y las radiaciones de rectas en el espacio reglado. Problemas métricos.

Complejos lineales: condiciones determinantes. Complejos especiales. Sistema nulo o focal correspondiente a un complejo lineal: recíproco. Propiedades métricas de un complejo lineal y su relación con los movimientos helicoidales.

Haces de complejos lineales: congruencias lineales. Red de complejos lineales: haces alabeados de primer orden. Congruencias y haces de un complejo.

Sistemas lineales triple o cuádruplemente indefinidos de complejos lineales.

Complejos de segundo orden. Complejo tetraedral: su ecuación, generación y propiedades.

Complejo de los ejes de una cuádrica: su generación y propiedades.

Complejo de las tangentes a una cuádrica.

## PROGRAMA DE GEOMETRÍA DE LA POSICIÓN

### I

1. Axiomas de la Geometría proyectiva.
2. Leyes de dualidad. Teorema de Duargues; consecuencias.
3. Propiedades de las figuras armónicas.

### II

4. Teorema fundamental de la proyectividad.
5. Proyectividad entre figuras de primera categoría.
6. Figuras de primera categoría en involución.
7. Elementos imaginarios.

### III

8. Proyectividad entre figuras de segunda categoría.
9. Figuras homológicas de segunda categoría.
10. Figuras de segunda categoría en involución.
11. Sistemas polares planos y radiados.

### IV

12. Proyectividad entre figuras de tercera categoría.
13. Figuras homológicas de tercera categoría.
14. Figuras homográficas con dos ejes.
15. Figuras de tercera categoría en involución.
16. Figuras polares en general y focales en particular.
17. Sistemas polares propiamente dichos.

### V

18. Generación y clasificación de las figuras elementales de segundo orden.
19. Proyectividad entre figuras elementales.
20. Polaridad respecto de las curvas y conos de segundo orden.
21. Diámetros y centro en las cónicas y figuras análogas en los conos de segundo orden.

22. Elementos comunes a dos cónicas coplanarias. Correlativo. figuras elementales.

23. Focos y directrices en las cónicas y figuras análogas en los conos de segundo orden.

24. Homología y contactos de dos cónicas y de dos conos de segundo orden. Curvatura de las cónicas.

25. Haces y series de líneas y de conos de segundo orden.

## VI

26. Generación y clasificación de las cuádricas.

27. Polaridad respecto de una cuádrica.

28. Centro, diámetro y planos diametrales en las cuádricas.

29. Homología y contactos de dos cuádricas.

30. Haces y series de cuádricas.

## VII

31. Primeras nociones sobre las congruencias de rectas y estudio particular de algunas de primer orden.

32. Primeras nociones sobre los complejos de rectas y estudio particular del complejo lineal.

## VIII

33. Primeras nociones sobre correspondencias no lineales entre figuras elementales.

34. Transformación general de segundo orden en las figuras de segunda categoría y estudio particular de algunas transformaciones de esta naturaleza.

## IX

35. Principios de geometría no euclídea. Independencia de la geometría proyectiva del postulado de Euclides.





## CUESTIONARIO DE GEOMETRÍA DESCRIPTIVA

### *I.—Proyección gnomónica*

1. Representación de los elementos de una radiación por medio de una sección plana de la misma.
2. Problemas sobre ángulos y perpendicularidad.
3. Construcción de triedros y determinación de sus elementos desconocidos.

### *II.—Proyección cónica*

4. Representación de la recta, del plano y del punto. Problemas sobre elementos incidentes. Paralelismo.
5. Perpendicularidad. Problemas sobre ángulos y distancias.
6. Abatimientos. Problemas sobre figuras planas.

### *III.—Sistema de planos acotados*

7. Representación del punto, de la recta y del plano.
8. Problemas de mayor aplicación práctica.

### *IV.—Sistema de Monge*

9. Representación del punto, de la recta y del plano. Problemas sobre elementos incidentes. Paralelismo.
10. Perpendicularidad y distancias.
11. Abatimientos. Problemas sobre ángulos y figuras planas.
12. Cambio de elementos de referencia.
13. Traslaciones y giros.

### *V.—Axonometría*

14. Problemas fundamentales de la axonometría ortogonal.
15. Problemas sobre elementos incidentes. Paralelismo.
16. Perpendicularidad y distancias.
17. Abatimientos. Problemas sobre ángulos y figuras planas.
18. Ideas generales sobre axonometría oblicua. Perspectiva caballera.

## VI

19. Paso de uno a otro de los sistemas de representación.

## VII

20. Perspectiva práctica.

## VIII.—Representación de poliedros

21. Método general para representar un poliedro en cualquier sistema
22. Representación de pirámides, prismas y poliedros regulares. convexos.
23. Problemas más importantes sobre poliedros.

## IX.—Generalidades sobre líneas y superficies

24. Conceptos de línea y superficie. Recta, plano y cono tangentes. Plano osculador y rectas osculatrices. Normal y plano normal. Idea de los elementos singulares de las líneas y de las superficies. Enunciado de la regla de Standt relativa a la naturaleza de los elementos de una línea.
25. Cuádricas osculatrices de una superficie. Teorema de las tangentes conjugadas.
26. Teorema de Meusnier y relación análoga en las figuras correlativas. Indicatriz.
27. Líneas de curvatura, asíntóticas y geodésicas de las superficies.

## X.—Líneas y superficies desarrolladas

28. Superficie tangencial de una línea, su curvatura.
29. Desarrollo de estas superficies y operación inversa.
30. Propiedades más importantes de las superficies evoluta y rectificante de una línea.
31. Determinación de la línea común a dos superficies.
32. Determinación de la desarrollable circunscrita a dos superficies.
33. Determinación de los conos proyectantes de una línea.
34. Determinación de las secciones planas de una desarrollable.

*XI.—Estudio particular de algunas líneas y superficies desarrollables.*

35. Representación de superficies cónicas y cilíndricas. Secciones planas.
36. Desarrollo de las superficies cónicas y cilíndricas.
37. Problemas sobre superficies cónicas y cilíndricas de segundo orden.
38. Propiedades generales y representación de las superficies de igual pendiente.
39. Hélice ordinaria y helicoides desarrollables.
40. Determinación de la línea común a dos superficies desarrollables y, en particular, a dos superficies cónicas o cilíndricas.
41. Determinación de la desarrollable circunscrita a dos líneas y en particular a dos líneas planas.
42. Representación y propiedades más importantes de las cúbicas alabeadas y de las desarrollables de tercera clase.
43. Representación de las cuárticas de primera especie y de las figuras correlativas.

*XII.—Cuádricas.*

44. Representación de las cuádricas en los sistemas de representación paralela.
45. Representación de las cuádricas en proyección cónica, cuando el centro de proyección no pertenece a la superficie.
46. Proyección estereográfica de una cuádrica, ordinaria o alabeada, y en particular, de la esfera.
47. Estudio general de las líneas alabeadas contenidas en una cuádrica.
48. Líneas de curvatura de las cuádricas.

*XIII.—Superficies alabeadas*

49. Propiedades generales de las superficies alabeadas.
50. Propiedades especiales de las superficies alabeadas algebraicas.
51. Determinación y representación de las superficies alabeadas.
52. Conoide de Plücker.
53. Conoide circunscrito a una esfera.
54. Cuerno de vaca.
55. Representación de las cuárticas alabeadas de segunda especie.



*XIV.—Superficies helicoidales*

- 56. Propiedades generales y representación de las superficies helicoidales.
- 57. Serpentin.
- 58. Helicoide alabeado recto.
- 59. Helicoide alabeado oblicuo.

*XV.—Superficies de revolución*

- 60. Propiedades generales y representación.
- 61. Hiperboloide alabeado de revolución.
- 62. Superficies torales.

*XVI.—Superficies algebraicas*

- 63. Propiedades generales de las superficies algebraicas.
- 64. Representación de las superficies algebraicas. Monoides.
- 65. Generación de las superficies cúbicas. Rectas que contienen.
- 66. Representación de las superficies cúbicas.

*XVII.—Superficies topográficas*

- 67. Propiedades generales y representación.

## PROGRAMA DE MECÁNICA RACIONAL

### I.—TEORÍA DE VECTORES

LECCIÓN 1.<sup>a</sup> Cantidades escalares y vectoriales.—Vector: sus elementos y diferentes clases.—Adición de vectores: fórmulas y propiedades.—Multiplicación de vectores: fórmulas y propiedades referentes al producto numérico, al escalar y al vectorial.—Momento central de un vector: expresión analítica: componentes coordinados. Momento áxico: expresión analítica.—Momentos áxicos coordinados: coordenadas de un vector.—Momento máximo.

LECCIÓN 2.<sup>a</sup> Sistemas de vectores: clasificación.—Momentos de los sistemas de vectores.—Momentos de sistemas concurrentes: expresión general.—Momentos de sistemas paralelos: expresión general; centro del sistema.—Momentos plenarios.—Sistemas irreductibles: su momento: pares; eje de un par: propiedades.—Momentos de sistemas cualesquiera: expresión general.—Invariantes.—Eje central y momento mínimo.

LECCIÓN 3.<sup>a</sup> *Reducción de sistemas.*—Sistemas equivalentes. Sistemas nulos.—Reducción de sistemas concurrentes: vector único. Anulación del sistema.—Reducción de sistemas paralelos en sus diferentes casos.—Anulación de un sistema irreductible.—Composición de pares.—Sistemas ostáticos.—Reducción de un sistema cualquiera.—Par mínimo: torsor.—Sistema de torsores.—Caso de anulación de los invariantes.—Reducción conjugada.

LECCIÓN 4.<sup>a</sup> *Reducción de sistemas.*—Sistemas suprimibles o adicionables.—Operaciones elementales.—Reducción de sistemas paralelos.—Teoría de pares.—Composición de pares.—Transporte de un vector.—Reducción de un sistema cualquiera. — Determinación del eje central.—Rectas conjugadas.—Foco y característica de un plano.

### II.—CINEMÁTICA

#### a) Cinemática del punto

LECCIÓN 5.<sup>a</sup> *Generalidades.*—Definiciones y clasificación de los estudios cinemáticos.—Funciones del movimiento cinemáticamente considerado.—Definición general de la velocidad: su condición vectorial.—Definición general de la aceleración.—Análisis general

del movimiento de un sistema invariable.—Movimientos finitos e infinitesimales: movimiento continuo.—Diversos modos de movimiento de los sistemas invariables.—Composición de movimientos.

LECCIÓN 6.<sup>a</sup> *Teoría general de la velocidad.*—Velocidad media e instantánea en magnitud y signo: dimensiones.—Sentido de un movimiento; cambios de sentido y excursiones. La velocidad lineal considerada como vector.—Definición de la velocidad como derivada geométrica.—Teorema de la velocidad.—Componentes de la velocidad lineal de un punto, paralelas a tres ejes coordenados.—Determinación gráfica de la velocidad lineal.—Diversas clases de velocidades: expresiones de la velocidad areolar en coordenadas cartesianas y polares.—Componentes coordenadas de la velocidad de un punto en movimiento de rotación, en función de la velocidad angular.

LECCIÓN 7.<sup>a</sup> *Teoría general de la aceleración.*—Concepto general de la aceleración. — Incremento de velocidad adquirida y aceleración media. — Velocidad adquirida elemental y aceleración instantánea. — La aceleración instantánea definida como vector.—Aplicación a los movimientos rectilíneos.—Proyección de la aceleración sobre un plano o eje.—Componentes intrínsecas.—Determinación gráfica de la aceleración.—Hodógrafo y movimiento hodógrafo.—Expresión de la aceleración en función de la desviación. Aceleración angular media e instantánea: sus componentes áxica y normal.

LECCIÓN 8.<sup>a</sup> *Movimientos simultáneos del punto.*—Relatividad del movimiento.—Movimientos simultáneos del punto.—Movimientos relativos y compuestos según una dirección común.—Movimiento relativo, de arrastre y absoluto en el caso general.—Movimiento de un punto referido a coordenadas cartesianas, polares, semipolares y esféricas como aplicación de esta teoría.—Teorema de Coréolis.—Estudio analítico del movimiento relativo. — Expresión analítica de la aceleración complementaria: componentes.

LECCIÓN 9.<sup>a</sup> *Estudio de algunos movimientos interesantes del punto.*—Movimiento uniforme: diagramas de los caminos de hierro. Movimiento uniformemente variado: ecuación y propiedades.—Movimiento variado en general: diagramas de espacios, velocidades y aceleraciones.—Movimiento parabólico.—Movimiento de conjunto cuya aceleración es central y proporcional a la distancia.—Movimientos periódicos.—Movimiento armónico simple.—Movimiento vibratorio amortiguado: diagramas de ambos.—Composición de movimientos armónicos en distintos casos de importancia práctica.—



Aplicación del teorema de Fourier al estudio de los movimientos periódicos.

b) *Cinemática del sistema invariable*

LECCIÓN 10. *Movimiento plano de un sistema invariable.*—Generalidades sobre el movimiento de los sistemas.—Movimiento de un sistema invariable: traslación y rotación.—Centro instantáneo de rotación.—Movimiento epicicloidal plano: estudio geométrico y analítico.—Centro de aceleraciones: su determinación.—Círculos de inflexión y de aceleraciones normales.—Relación entre la velocidad angular y la de corrimiento del centro instantáneo.—Centro de curvatura.—Construcción de Savary.

LECCIÓN 11. *Movimiento de un sistema invariable alrededor de un punto fijo.*—Estudio geométrico.—Estudio analítico.—Proyecciones de la velocidad sobre los ejes móviles.—Movimiento epicicloidal esférico: estudio analítico.—Ecuaciones del cono, base y rulo.—Aceleración en el movimiento alrededor de un punto fijo.—Velocidad de rodadura.—Relación entre la velocidad angular de rotación y la de rodadura.

LECCIÓN 12. *Movimiento general de un sistema invariable.* Distribución de velocidades en un sólido en movimiento.—Movimiento helicoidal: eje instantáneo de rotación y deslizamiento.—Movimiento continuo de un sólido: axoides.—Movimientos simultáneos de un sólido: composición de traslaciones.—Composición de rotaciones en todos los casos.—Par de rotaciones.—Composición general de rotaciones y de éstas con traslaciones.—Composición de movimientos helicoidales.

III.—ESTÁTICA

LECCIÓN 13. *Definiciones y principios fundamentales.*—Estática.—Punto material.—Postulados de la Mecánica.—Ley de inercia: fuerza.—Ley de la aceleración.—Masa.—Fuerza definida como un vector.—Ley de la independencia de los efectos de las fuerzas.—Ley de Newton.—Composición de fuerzas aplicadas a un punto material.—Diversas clases de fuerzas que se consideran en la Mecánica.

LECCIÓN 14. *Trabajo de las fuerzas.*—Trabajo elemental: expresión analítica.—Trabajo total.—Trabajo útil o motor y pasivo o resistente.—Unidades de trabajo.—Potencia mecánica.—Cálculo del trabajo: a) Cuando la fuerza depende del tiempo o de la velo-

cidad. b) Cuando no depende más que de la posición del móvil: campo de fuerzas. c) Cuando el trabajo depende únicamente de las posiciones inicial y final del móvil: función de fuerzas.—Superficies de nivel.—Trabajo de una fuerza en un movimiento de rotación.—Trabajo de las fuerzas interiores.

LECCIÓN 15. Condiciones de equilibrio de un punto libre o ligado sin rozamiento, sobre una superficie o línea.—Caso en que existe función de fuerzas.—Equilibrio de un sistema de puntos materiales.—Reducción de fuerzas aplicadas a un sólido rígido.—Equilibrio de sólidos acondicionados.—Cálculo de centros de gravedad de líneas, superficies y volúmenes.—Teoremas de Guldin.

LECCIÓN 16. *Equilibrio de sistemas deformables.*—Equilibrio de hilos flexibles e inelásticos sometidos a fuerzas discontinuas: tensión.—Equilibrio de un hilo sometido a tres fuerzas.—Polígonos funiculares: su equilibrio y propiedades: solución analítica de los problemas sobre polígonos funiculares.—Polígono de suspensión de pesos; puentes colgantes.

LECCIÓN 17. *Equilibrio de hilos flexibles, inelásticos sometidos a fuerzas continuas.*—Ecuaciones de equilibrio de un hilo libre. Integrales.—Condiciones límites.—Ecuaciones intrínsecas.—Tensión cuando existe función de fuerzas.—Casos de ser las fuerzas paralelas o centrales.—Catenarias natural, de los puentes colgantes y de igual resistencia.—Hilos telegráficos y líneas eléctricas de poca luz. Equilibrio de un hilo ligado, sin rozamiento, sobre una superficie: líneas geodésicas.

LECCIÓN 18. *Nociones de Estática gráfica.*—Definición y notación gráficas.—Polígonos sumatorio o de fuerzas y funicular.—Teorema fundamental.—Condiciones de equilibrio.—Sistemas irreductibles.—Figuras recíprocas.—Propiedades del polígono funicular. Composición y descomposición gráfica de fuerzas paralelas.—Construcción gráfica del momento de un sistema.—Idem del centro de gravedad.—Casos importantes de anulación de un sistema.

LECCIÓN 19. *Equilibrio de polígonos articulados.*—Sistema deformable.—Polígonos articulados libres y suspendidos.—Sistemas triangulados.—Sistemas indeformables.—Equilibrio de sistemas indeformables.—Método de las figuras recíprocas o de Cremona.—Determinación de tensiones por los métodos de Ritter, Culmann y Zimmermann.

LECCIÓN 20. *Principio de las velocidades.*—Desplazamiento, velocidad y trabajo virtuales.—Principio de las velocidades virtuales para un punto material libre, o no libre, y un sólido libre.—Lema preliminar sobre el trabajo de las fuerzas de ligadura. — Demos-



tración del principio de las velocidades virtuales.—Ecuación general de la Estática.—Grados de libertad de un sistema: número mínimo de ecuaciones de equilibrio.—Sistemas holonomos: sus coordenadas. Método de los multiplicadores de Lagrange, para hallar las condiciones de equilibrio y las fuerzas de ligadura.

LECCIÓN 21. *Estática del sólido natural*.—Sólidos naturales: consideraciones generales.—Condición complementaria necesaria para el equilibrio de los mismos.—Definición mecánica de los sólidos naturales: condiciones de equilibrio.—Sólidos naturales en contacto con superficies: rozamiento, sus clases.—Rozamiento al deslizamiento: sus leyes; coeficientes, ángulo y cono de rozamiento.—Rozamiento al rodamiento y al pivotamiento.—Rigidez de las cuerdas.—Equilibrio de sólidos con rozamiento.—Manera de introducir el rozamiento en los cálculos gráficos.—Equilibrio de las máquinas simples teniendo en cuenta el rozamiento y la rigidez de las cuerdas.

#### IV.—DINÁMICA

##### a) *Dinámica del punto.*

LECCIÓN 22. *Teoremas generales*.—Ecuaciones diferenciales del movimiento del punto.—Integrales.—Integrales primeras.—Ecuaciones intrínsecas.—Cantidad de movimiento.—Teoremas de la proyección y del momento de la cantidad de movimiento.—Principio de las áreas.—Interpretación geométrica de estos teoremas.—Teorema de las fuerzas vivas.—Teorema del virial.

LECCIÓN 23. *Movimiento rectilíneo del punto*.—Ecuaciones del movimiento rectilíneo.—Casos en que la integración se reduce a cuadraturas.—Movimiento vertical de un punto pesado en el vacío suponiendo  $g$ , constante o variable.—Idem de un punto atraído o repelido por un centro fijo proporcionalmente a la distancia.—Idem en razón inversa del cuadrado de la distancia.—Movimiento vertical en un medio resistente: casos de resistencia proporcional a  $v$  y a  $v^2$ .—Dada la ley de un movimiento rectilíneo hallar la fuerza que lo produce.

LECCIÓN 24. *Movimiento curvilíneo del punto libre*.—Movimiento de un punto sometido a una fuerza de dirección constante: ecuaciones intrínsecas.—Movimiento de un punto pesado en el vacío, lanzado con una velocidad inicial, no vertical.—Movimiento curvilíneo en un medio resistente: caso de Legendre.—Determinar la fuerza paralela, supuesta conocida la trayectoria.

LECCIÓN 25. Ecuaciones del movimiento de un punto, some-



tido a la acción de una fuerza central.—Fuerza central función de la distancia: caso de ser la fuerza proporcional a la distancia.—Determinación de la fuerza central, cuando la trayectoria es conocida. Movimientos planetarios.—Problema directo.—Nociones de Mecánica celeste: problema de los cuerpos.—Determinación del tiempo en el movimiento elíptico.

LECCIÓN 26. *Movimiento del punto material sobre una curva, sin rozamiento.*—Movimiento del punto sobre una curva fija: ecuación del movimiento.—Ecuaciones intrínsecas y reacción normal.—Movimiento de un punto pesado sobre una curva fija.—Aplicación a una circunferencia de plano vertical: diversos casos según la velocidad inicial.—Péndulo simple en el vacío y en un medio resistente.—Movimiento sobre una curva variable: ecuación de Lagrange.

LECCIÓN 27. *Movimiento sobre una superficie, sin rozamiento.*—Ecuaciones del movimiento.—Ecuaciones intrínsecas y reacción normal.—Ecuaciones de Lagrange.—Líneas geodésicas.—Movimiento sobre una superficie de revolución.—Punto pesado sobre una superficie de revolución de eje vertical.—Péndulo esférico.

LECCIÓN 28. *Dinámica de los sistemas.*—Momentos de inercia: definiciones. — Teoremas generales. — Elipsoide de inercia.—Cálculo de momentos de inercia.

LECCIÓN 29. *Teoremas generales sobre el movimiento de los sistemas.*—Teorema de las proyecciones de las cantidades de movimiento.—Movimiento del centro de gravedad.—Teorema de los momentos de las cantidades de movimiento.—Principio de las áreas. Representación geométrica de estos teoremas. — Teorema de los momentos de las cantidades de movimiento en el movimiento relativo alrededor del centro de gravedad. — Interpretación geométrica.—Teorema de las fuerzas vivas.—Teorema de Koenig.—Teorema del virial.—Energía.—Conservación de la energía.

LECCIÓN 30. *Movimiento de un sólido alrededor de un eje fijo.*—Ecuación del movimiento.—Reacciones del eje.—Ejes permanentes y espontáneos de rotación.—Péndulo compuesto.—Movimiento de un sólido paralelamente a un plano fijo.

LECCIÓN 31. *Movimiento de un sólido alrededor de un punto fijo.*—Ecuaciones generales del movimiento: ecuaciones de Euler.—Ecuaciones que dan la reacción del punto fijo: componentes de ésta. Movimiento en el caso de Euler.—Poinsot: propiedades del movimiento.—Polodia y herpolodia.

LECCIÓN 32. *Caso de Lagrange.*—Poisson: ecuaciones del movimiento.—Primeras integrales; discusión y deducción elemental

de las propiedades del movimiento.—Sincopio: propiedades del movimiento.

LECCIÓN 33. *Movimiento de un sólido libre.*—Ecuaciones del movimiento.—Cuerpo pesado en contacto con un plano horizontal.—Aplicación al movimiento de la peonza libre.

LECCIÓN 34. *Equilibrio y movimiento relativo.*—Ecuaciones del movimiento relativo de un punto.—Equilibrio relativo.—Equilibrio y movimiento relativo en la superficie terrestre.—Caída libre de un punto pesado.—Péndulo de Foucault.

LECCIÓN 35. *Principio de d'Alembert.*—Ecuación general de la Dinámica para un sistema ligado, sin rozamiento.—Reducción de las ecuaciones al número mínimo.—Método de los multiplicadores de Lagrange para un sistema holónimo.—Ecuaciones de Lagrange para un sistema holónimo, sin rozamiento.—Sistemas no holónomos.

LECCIÓN 36.—Principio de Hamilton: deducir de él las ecuaciones de Lagrange.—Principio de la menor acción.—Principio de Gauss o del menor esfuerzo.

LECCIÓN 37. *Ecuaciones canónicas.* — Transformación de Poisson.—Hamilton.—Ecuaciones canónicas de Hamilton.—Integrales primeras de las ecuaciones del movimiento.—Paréntesis de Poisson: propiedades.—Teorema de Poisson.—Teorema de Jacobi.

LECCIÓN 38. *Choque y percusiones.*—Definiciones.—Teorema de las cantidades de movimiento: medida de la percepción.—Teorema de los momentos.—Ecuación general de la teoría de percusiones.—Teorema de Carnot.—Aplicación de la teoría de percusiones al choque directo de dos esferas.—Percusiones aplicadas a un sólido móvil alrededor de un eje fijo: centro de percusión: péndulo balístico.—Percusiones aplicadas a un sólido con un punto fijo y a un sólido libre.

## V.—MEDIOS CONTINUOS

LECCIÓN 39. *Campos vectoriales.*—Definición.—Fórmula de Green.—Flujo.—Divergencia.—Teorema de Stokes.—Torbello.

LECCIÓN 40. *Campo newtoniano.*—Campo de varios puntos aislados.—Potencial.—Ecuación de Laplace.—Flujo de fuerza.—Teorema de Gauss.—Cuerpo eléctrico. — Representaciones gráficas.

LECCIÓN 41. *Campo producido por una masa continua.*—Atracción sobre un punto exterior.—Potencial.—Ecuación de Laplace.—Potencial de una línea.—Idem de una simple capa.—Atracción de una capa esférica homogénea sobre un punto exterior.—



Atracción de un volumen continuo sobre un punto interior.—Ecuación de Poisson.

LECCIÓN 42. *Equilibrio y movimiento interior de una masa continua.*—Ecuaciones.—Esfuerzo ejercido sobre un elemento superficial: componentes.—Ecuaciones generales del movimiento.—Cuádrica directriz y elipsoide de esfuerzos.

LECCIÓN 43. *Equilibrio de flúidos.*—Condiciones de equilibrio de un flúido.—Presión en un punto.—Ecuaciones de equilibrio.—Ecuación característica.—Superficies de nivel.—Flúidos pesados.—Caso en que las fuerzas derivan de un potencial.—Flúidos superpuestos.—Principio de Arquímedes: demostración racional.—Equilibrio isotérmico.—Presión sobre un área plana: su determinación.—Equilibrio relativo de un líquido pesado animado de un movimiento de rotación alrededor de un eje horizontal o vertical.

LECCIÓN 44. *Equilibrio de los cuerpos flotantes.*—Condiciones necesarias para el equilibrio de un cuerpo flotante.—Definiciones.—Teoremas de Dupin.—Posiciones de equilibrio de un flotador.—Nociones sobre estabilidad de los cuerpos flotantes.

LECCIÓN 45. *Deformación de un medio continuo.*—Fórmulas de transformación.—Ecuación de continuidad.—Dilatación cúbica en un punto.—Deformación y corrimiento.—Funciones asociadas a una deformación.—Dilataciones lineal y angular alrededor de un punto.—Deformación infinitamente pequeña.

LECCIÓN 46. *Cinemática de medios continuos.*—Variables de Lagrange y de Euler.—Ecuación de continuidad.—Flujo a través de una porción de superficie en un elemento de tiempo.—Líneas de flujo.—Movimiento permanente.—Vórtice o torbellino.—Líneas de torbellino.—Potencial de velocidades; movimiento no rotacional.

LECCIÓN 47. *Dinámica de flúidos.*—Ecuaciones del movimiento de un flúido perfecto con las variables de Lagrange.—Condiciones iniciales y límites.—Ecuaciones en las variables de Euler.—Estudio del caso en que siendo la densidad función de la presión existe una función de fuerzas y un potencial de velocidades.—Teorema de Lagrange.

LECCIÓN 48. *Movimiento permanente de un flúido.*—Ecuación del régimen.—Aplicación a un líquido pesado y homogéneo.—Teorema de Bernoulli.—Teorema de Torricelli.—Extensión del teorema de Bernoulli al movimiento relativo y a los flúidos imperfectos.—Ecuación análoga a la de Bernoulli para los gases.

LECCIÓN 49. *Teoría de torbellinos.*—Ecuaciones del movimiento introduciendo el vector torbellino.—Ecuaciones de Ibdenholz.—Ecuaciones de la teoría de torbellinos.



## PROGRAMA DE ASTRONOMÍA GENERAL

### (Cosmografía)

- LECCIÓN 1.<sup>a</sup> Trigonometría esférica.  
LECCIÓN 2.<sup>a</sup> Desarrollos en serie.  
LECCIÓN 3.<sup>a</sup> Interpolación.  
LECCIÓN 4.<sup>a</sup> Teoría de errores.  
LECCIÓN 5.<sup>a</sup> Series periódicas.—Errores de excentricidad.  
LECCIÓN 6.<sup>a</sup> Movimiento de la esfera celeste.—Coordenadas.  
LECCIÓN 7.<sup>a</sup> Paralaje y refracción.  
LECCIÓN 8.<sup>a</sup> Globos y cartas. — Descripción del cielo.  
LECCIÓN 9.<sup>a</sup> Instrumentos astronómicos.  
LECCIÓN 10.<sup>a</sup> La Tierra como cuerpo geométrico.  
LECCIÓN 11.<sup>a</sup> Nociones de Geodesia.  
LECCIÓN 12.<sup>a</sup> Rotación de la Tierra. — Gravedad y pesantéz.  
LECCIÓN 13.<sup>a</sup> La eclíptica.—Longitudes y latitudes.  
LECCIÓN 14.<sup>a</sup> La elipse solar.—La órbita de la Tierra.  
LECCIÓN 15.<sup>a</sup> Aberración y paralaje anual.  
LECCIÓN 16.<sup>a</sup> Precesión y nutación.  
LECCIÓN 17.<sup>a</sup> Tiempo verdadero, medio y sidéreo.—Cuadrantes solares.  
LECCIÓN 18.<sup>a</sup> Problemas referentes al movimiento diurno.  
LECCIÓN 19.<sup>a</sup> Cálculo de coordenadas geográficas.  
LECCIÓN 20.<sup>a</sup> Los días y las noches.—El crepúsculo.  
LECCIÓN 21.<sup>a</sup> El globo solar.  
LECCIÓN 22.<sup>a</sup> Órbita de la Luna. — Revoluciones.—Rotación.  
LECCIÓN 23.<sup>a</sup> El globo lunar.—Gravitación.  
LECCIÓN 24.<sup>a</sup> El calendario.  
LECCIÓN 25.<sup>a</sup> Eclipses de Luna.—Eclipses de Sol.  
LECCIÓN 26.<sup>a</sup> Movimientos planetarios.  
LECCIÓN 27.<sup>a</sup> Monografías de los planetas.  
LECCIÓN 28.<sup>a</sup> Cometas.—Estrellas fugaces.—Bóridos.  
LECCIÓN 29.<sup>a</sup> Las estrellas.  
LECCIÓN 30.<sup>a</sup> Las nebulosas.—Cosmogonía.  
LECCIÓN 31.<sup>a</sup> Reseña histórica de la Astronomía.

## PROGRAMA DE ASTRONOMÍA ESFÉRICA Y GEODÉSICA

- LECCIÓN 1.<sup>a</sup> Trigonometría esférica.  
LECCIÓN 2.<sup>a</sup> Desarrollos en serie.  
LECCIÓN 3.<sup>a</sup> Interpolación.  
LECCIÓN 4.<sup>a</sup> Teoría de errores.  
LECCIÓN 5.<sup>a</sup> Series periódicas.—Errores de excentricidad.  
LECCIÓN 6.<sup>a</sup> Movimiento de la esfera celeste.—Coordenadas.  
LECCIÓN 7.<sup>a</sup> Paralaje y refracción.  
LECCIÓN 8.<sup>a</sup> Globos y cartas. — Descripción del cielo.  
LECCIÓN 9.<sup>a</sup> Instrumentos astronómicos.  
LECCIÓN 10.<sup>a</sup> La Tierra como cuerpo geométrico.  
LECCIÓN 11.<sup>a</sup> Nociones de Geodesia.  
LECCIÓN 12.<sup>a</sup> Rotación de la Tierra. — Gravedad y pesantez.  
LECCIÓN 13.<sup>a</sup> La eclíptica.—Longitudes y latitudes.  
LECCIÓN 14.<sup>a</sup> La elipse solar.—La órbita de la Tierra.  
LECCIÓN 15.<sup>a</sup> Aberración y paralaje anual.  
LECCIÓN 16.<sup>a</sup> Precesión y nutación.  
LECCIÓN 17.<sup>a</sup> Tiempo verdadero, medio y sidéreo.—Cuadrantes solares.  
LECCIÓN 18.<sup>a</sup> Problemas referentes al movimiento diurno.  
LECCIÓN 19.<sup>a</sup> Cálculo de coordenadas geográficas.  
LECCIÓN 20.<sup>a</sup> Los días y las noches.—El crepúsculo.  
LECCIÓN 21.<sup>a</sup> El globo solar.  
LECCIÓN 22.<sup>a</sup> Órbita de la Luna. — Revoluciones.—Rotación.  
LECCIÓN 23.<sup>a</sup> El globo lunar.—Gravitación.  
LECCIÓN 24.<sup>a</sup> El calendario.  
LECCIÓN 25.<sup>o</sup> Eclipses de Luna.—Eclipses de Sol.  
LECCIÓN 26.<sup>a</sup> Movimientos planetarios.  
LECCIÓN 27.<sup>o</sup> Monografías de los planetas.  
LECCIÓN 28.<sup>a</sup> Cometas.—Estrellas fugaces.—Bóolidos.  
LECCIÓN 29.<sup>a</sup> Las estrellas.  
LECCIÓN 30.<sup>o</sup> Las nebulosas.—Cosmogonía.

- LECCIÓN 31.<sup>a</sup> Reseña histórica de la Astronomía.  
LECCIÓN 32.<sup>a</sup> Estudio analítico del eclipse. *soide.*  
LECCIÓN 33.<sup>a</sup> Triangulación.  
LECCIÓN 34.<sup>o</sup> Medición de lados.  
LECCIÓN 35.<sup>a</sup> Medición de ángulos.  
LECCIÓN 36.<sup>a</sup> Medición de alturas. *medida*  
LECCIÓN 37.<sup>o</sup> Cálculo de lados.  
LECCIÓN 38.<sup>o</sup> Cálculo de longitudes, latitudes y azimutes.  
LECCIÓN 39.<sup>a</sup> Cálculo de arcos de meridiano o paralelo.  
LECCIÓN 40.<sup>a</sup> Figura y magnitud de la Tierra.  
LECCIÓN 41.<sup>o</sup> Péndulo.  
LECCIÓN 42.<sup>a</sup> Reseña histórica de la Geodesia.



## PROGRAMA DE FÍSICA GENERAL

### MECÁNICA

1. *Cinemática*.—Estudio del movimiento de un punto material y de un sólido rígido.
2. *Estática*.—Fuerzas en equilibrio.—Composición de fuerzas aplicadas a un punto y a un sólido.—Principio de Lagrange.
3. *Dinámica*.—Principio de inercia.—Masa.—Ecuación del movimiento.
4. Impulso y cantidad de movimiento.—Trabajo y energía cinética.
5. Movimiento de un sólido rígido.—Momento de inercia.
6. Campo gravitatorio.—Masa pesante e intensidad de la gravedad.—Identidad de la masa pesante y la masa de inercia.
7. Estudio del péndulo.—Medida de  $g$ .—Sus variaciones con la latitud y la altura.
8. Atracción universal: ley de Newton.—Constante de la gravitación y densidad media de la Tierra.
9. Principios generales de hidrostática.
10. Estudio de los fenómenos capilares.
11. Principios generales de hidrodinámica.
12. Viscosidad.—Fórmula de Poiseuille.—Viscosímetros.

### ÓPTICA GEOMÉTRICA

1. Leyes fundamentales.—Principio de Fermat.
2. Estudio de los sistemas centrados estigmáticos: fórmulas de Newton.—Elementos principales de un sistema.—Fórmula general de los puntos conjugados referidos a los planos principales.
3. Prisma óptico.—Mínima desviación.
4. Estudio general de los espejos esféricos: distancias focales. Dioptrio esférico.—Puntos estigmáticos de la esfera.
5. Combinación de sistemas centrados.—Lentes esféricas: Caso de las lentes delgadas.
6. Astigmatismo de los espejos y lentes.

7. Aberración esférica.—Invariantes de Abbe.—Aberración esférica mínima en las lentes.
8. Aberración cromática.—Acromatismo de un sistema de lentes.
9. Objetivo de microscopio.—Condición de los senos de Abbe.

#### TERMODINÁMICA

1. Efectos del calor.—Noción de temperatura.
2. Calores específicos y métodos de medida.
3. Energía interna de un sistema.—Conservación de la energía o primer principio de la Termodinámica.
4. Transformaciones isotérmicas y adiabáticas.—Trabajo efectuado en una transformación.
5. Transformaciones reversibles e irreversibles.—Segundo principio de la Termodinámica: Ciclo de Carnot.
6. Entropía.—Diagrama entrópico.—Ciclo de rendimiento máximo.
7. Ciclo irreversible.—Energía libre y energía ligada.—Tercer principio de la Termodinámica.
8. Aplicación de los principios de la Termodinámica al estudio de los gases perfectos.
9. Gases reales.—Fórmula de Van der Waals.—Estados correspondientes.
10. Regla de las fases.—Diferentes clases de sistemas.
11. Sistema de un solo componente.—Fórmula de Clapeyron: Aplicaciones; punto triple.
12. Teoría cinética de los gases.—Interpretación de la presión; ley de Boyle-Mariotte.—Interpretación de la temperatura.—Mezclas de gases: ley de Dalton.

#### ACÚSTICA

1. Cualidades del sonido.—Medida de la frecuencia de un sonido.—Intervalo de dos sonidos: escalas musicales.
2. Movimiento vibratorio armónico.—Energía de una partícula sometida a este movimiento.
3. Composición de movimientos vibratorios armónicos paralelos y de igual período.—Caso en que los períodos sean poco diferentes: Pulsaciones.
4. Composición de dos movimientos vibratorios armónicos rec-

tangulares de igual período.—Caso en que los períodos sean poco diferentes: curvas de Lissajoux.

5. Propagación de las vibraciones longitudinales en un cilindro.—Reflexión de estas vibraciones: ondas estacionarias.—Tubos sonoros.

6. Vibraciones transversales de las cuerdas.

7. Vibraciones longitudinales y transversales de las varillas.—Diapasón.

8. Propagación de las vibraciones en un medio indefinido.—Reflexión y refracción del sonido.—Principio de Döpler.

9. Velocidad de propagación del sonido.—Diferentes métodos para medirla.

10. Estudio de los resonadores.—Análisis y síntesis del sonido.

#### ELECTRICIDAD

1. *Electrostática*.—Carga y campo eléctrico.—Potencial.

2. Teorema de Gauss y sus consecuencias.

3. Sistema de conductores.—Condensadores.

4. Energía de un sistema de conductores.—Electrómetros.

5. Dieléctricos.—Coeficiente dieléctrico e inducción eléctrica.

6. *Electrocinética*.—Ley de Joule.—Expresión general de la ley de Ohm: diferencia de potencial y fuerza electromotriz.

7. Problema general de los circuitos derivados.—Lemas de Kirchhoff.—Punto de Wheatstone.

8. Electrólisis.—Leyes de Faraday.—Carga transportada por un átomo monovalente.

9. *Magnetismo*.—Masa y campo magnético.—Potencial y campo producido por un pequeño imán.—Energía de un imán en un campo: acción sufrida por el imán.

10. Campo magnético terrestre.—Medida de  $M \times H$  y de  $\frac{M}{H}$ : posiciones principales de Gauss.

11. Imantación inducida.—Fenómenos de histéresis.—Potencial y campo creado por una hoja magnética.

12. Campo magnético creado por una corriente.—Leyes de Ampère y Laplace.—Campo de un solenoide.

13. Acción entre un campo magnético y una corriente eléctrica. Leyes de Ampère y Laplace.—Fenómenos de inducción.

14. Estudio de los galvanómetros.



## ÓPTICA FÍSICA

1. Teoría ondulatoria de la luz.—Interpretación de la óptica geométrica.—Fenómenos de interferencias: experimentos de Young.
2. Difracción.—Principio de Huyghens.—Difracción producida por una rendija.
3. Estudio de las redes de difracción.—Su aplicación a la medida de longitudes de onda.
4. Polarización.—Experimentos fundamentales.—Producción y análisis de la luz rectilínea: prismas de Nicol.
5. Estudio de la polarización circular y elíptica.
6. Polarización rotatoria natural.—Poder rotatorio.—Substancias dextrogiros y levogiros.—Estudio de los polarímetros.

## PROGRAMA DE AMPLIACIÓN DE FÍSICA

### MECÁNICA

1. Estudio analítico de las diversas clases de movimiento.
2. Principios generales de la Dinámica: ecuaciones del movimiento.
3. Trabajo mecánico. Diversas expresiones del trabajo elemental y total. Virial.
4. Estudio del campo gravitatorio.
5. Condiciones de equilibrio de un sólido.
6. Principios generales de Hidrostática.
7. Fenómenos capilares.
8. Principios generales de Hidrodinámica.
9. Sistema de unidades. Unidades fundamentales y derivadas. Homogeneidad. Aplicación de la homogeneidad a la deducción de leyes físicas.

### ACÚSTICA

10. Movimiento periódico o vibratorio. Energía del movimiento vibratorio. (Deducir la expresión). Composición de movimientos vibratorios en distintos casos. Pulsaciones.
11. Ecuación del movimiento ondulatorio sinusoidal. Condensación en el movimiento ondulatorio. Velocidad de propagación en el seno de un fluido.
12. Reflexión, refracción y difracción del movimiento ondulatorio. Interferencias. Principio de Doppler-Fizeau.
13. Propagación del movimiento ondulatorio en los cuerpos sólidos.
14. Estudio de las cualidades del sonido.

### ÓPTICA GEOMÉTRICA

15. Fotometría: flujo luminoso.
16. Estudio de los espejos planos y esféricos. Focales. Caústicas.
17. Marcha de la luz a través de los cuerpos. Lámina de caras paralelas. Prisma y lentes delgadas.
18. Estudio de las lentes gruesas; observaciones.
19. Estudio de la dispersión de la luz por prismas y redes.

20. Estudio del acromatismo.
21. Estudio general de los instrumentos de óptica.
22. Medida de los índices de refracción. Teoría de los refractómetros.
23. Óptica meteorológica. Estudio de los principales fenómenos.

#### TERMOLOGÍA

24. Dilatación de sólidos y líquidos.
25. Dilatación de gases. Gases perfectos. Cálculo de  $R$ .
26. Densidad de gases y vapores.
27. Calores específicos.
28. Principio de la equivalencia, enunciado analítico.
29. Cantidad de calor que hay que comunicar a 1 gr. de un cuerpo, para producir en él una transformación infinitamente pequeña. Relación entre los coeficientes.
30. Transformaciones reversibles e irreversibles. Aplicación del principio de la equivalencia.
31. Principio de Carnot. Enunciado analítico de este principio. Ecuación de Clausius.
32. Estudio termodinámico de los gases perfectos. Gases reales. Ecuaciones de estado.
33. Transformaciones y ecuaciones isothermas y adiabáticas.
34. Fórmulas de Clapeyron.
35. Relación entre la energía libre y la total. Teorema de Nerst. Ecuación Helmholtz. Hipótesis de Planck.
36. Relatividad.

#### ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

37. Carga eléctrica. Unidades de carga. Acción de una esfera electrizada sobre un punto interior.
38. Potencial. Propiedades de las derivadas primera y segunda del potencial. Expresión de la fuerza en función del potencial. Unidades de potencial.
39. Capacidad eléctrica. Energía de un conductor.
40. Estudio de los dieléctricos.
41. Teoría de la condensación eléctrica. Condensadores. Capacidad. Energía y construcción de un condensador.
42. Estudio del campo magnético. Potencial e intensidad en punto del campo.
43. Campo magnético terrestre. Inclinação y declinación mag-



nética. Medida de la componente horizontal. Posiciones principales de Gauss.

44. *Inducción magnética*. Relación entre  $\gamma \propto \mu \beta$ . Medida directa de  $\chi$ . Histéresis. Trabajo de imantación.

45. Teoría del magnetismo. Magnetón. Construcción de los imanes.

46. Estudio de la corriente eléctrica.

47. Teoría de los solenoides.

48. Galvanómetros de cuadro móvil y de imán móvil. Galvanómetro balístico.

49. Resistencia de los conductores. Ley de Ohm.

50. Circuitos derivados. Teoría del puente de Weastone. Puente doble de Kelosk.

51. Teoría de los efectos Joule, Peltier y Thomson. Corrientes termoelectricas. Pares termoelectricos.

52. Teoría de la inducción electromagnética. Autoinducción.

53. Teoría de las máquinas electromagnéticas. Corrientes sinusoidales. Intensidad eficaz.

54. Estudio de las corrientes alternas. Alternadores.

55. Motores eléctricos. Campos magnéticos giratorios. Teoría de los transformadores.

56. Estudio del carrete de Rumchorf. Diversas clases de interruptores. Aplicación del carrete.

57. Estudio de las corrientes de alta frecuencia.

58. Teoría de la electrolisis.

59. Conductividad de electrólitos. Movilidad de iones. Cálculo del grado de disociación. Número de transportes. Teoría de la presión osmótica y de la presión de disolución.

60. Polarización eléctrica, fenómenos electrocapilares.

61. Estudio de la carga eléctrica. Medida de la velocidad de un electron, de la relación  $\frac{e}{m}$  y  $e$ .

62. Estudio de los rayos X. Teoría de los rayos X. Constitución de los cristales.

63. Estructura del átomo.

64. Radioactividad. Cálculo de la velocidad de pérdida radioactiva.

65. Ionización de los gases. Diversos modos de ionización.

66. Sistema de unidades. Relación entre las unidades de los sistemas electrostáticos y electromagnéticos.

## PROGRAMA DE ACÚSTICA Y ÓPTICA

LECCIÓN 1.<sup>a</sup> Óptica geométrica. Camino óptico: principio de Fermat. Deducción de las leyes de Descartes. Superficies de onda: teorema de Malus.

LECCIÓN 2.<sup>a</sup> Fórmulas generales del estigmatismo de un sistema: planos focales. Caso de los sistemas centrados: fórmulas de Newton. Aumentos laterales y longitudinal: planos y puntos principales: distancias focales principales.

LECCIÓN 3.<sup>a</sup> Signo de inclinación de un rayo. Aumento angular: puntos nodales. Construcción de imágenes. Relación de Lagrange. Fórmula de los puntos conjugados referida a los planos principales.

LECCIÓN 4.<sup>a</sup> Estudio del prisma óptico: condiciones de emergencia. Mínima desviación. Prisma de ángulo pequeño.

LECCIÓN 5.<sup>a</sup> Reflexión en una superficie esférica: distancias focales. Estudio del dioptrio esférico: invariante de refracción. Relación de las distancias focales. Construcción del rayo refractado. Puntos estigmáticos de una esfera.

LECCIÓN 6.<sup>a</sup> Combinación de dos sistemas centrados coaxiales. Estudio analítico y gráfico. Caso de un número cualquiera de sistemas: relación de las distancias focales. Teorema de Lagrange: invariante óptico.

LECCIÓN 7.<sup>a</sup> Fórmulas de las lentes gruesas: caso particular de las lentes delgadas. Determinación experimental de las constantes de un sistema.

LECCIÓN 8.<sup>a</sup> Estudio del sistema de dos lentes delgadas: convergencia de una lente. Símbolo de un ocular: oculares usuales.

LECCIÓN 9.<sup>a</sup> Empleo de haces de gran abertura.—Diafragma y pupilas de entrada y salida.—Diafragma de campo.

LECCIÓN 10. Estudio del astigmatismo: focales.—Astigmatismo de un dioptrio esférico: fórmulas de Young. Acumulación de astigmatismo: puntos astigmáticos conjugados de la esfera.—Astigmatismo de un espejo esférico: fórmulas de Petit.—Astigmatismo de un dioptrio plano.

LECCIÓN 11. Astigmatismo de un prisma: su supresión en mínima desviación.—Astigmatismo de una lente delgada.

LECCIÓN 12. Estudio del objetivo fotográfico.—Curvatura

del campo de una lente delgada.—Supresión del astigmatismo y de la curvatura.

LECCIÓN 13. Aberración esférica longitudinal y transversal. Aberraciones principal y de primer orden.—Invariantes de refracción de Abbebazos de un espejo y de un dioptrio esféricos: puntos estigmáticos conjugados de la esfera.

LECCIÓN 14. Aplicación de las invariantes de Abbe al cálculo de aberración principal de primer orden de una lente delgada: lente de aberración esférica numérica.

LECCIÓN 15. Aberración cromática: generalidades. Acromatismo de prismas de pequeño ángulo. Acromatismo de un sistema de dos lentes delgadas separadas: caso de estar acopladas.

LECCIÓN 16. Problema del objetivo de microscopio: Aplanatismo: condición de los senos de Abbe. Relación de Ilerschel. Incompatibilidad entre dos relaciones y la de Lagrange: significación física.

LECCIÓN 17. Fundamento de los objetivos de microscopio. Los puntos estigmáticos de una esfera, son aplanáticos. Idea de Amici para la construcción de los objetivos de microscopio. Comprobación de la condición de los senos: hipérbolas de prueba.

LECCIÓN 18. Fotometría. Intensidad y brillo de una dirección de un foco infinitamente pequeño: caso de un foco finito. Flujo luminoso: intensidad media esférica. Iluminaciones de una superficie. Fotómetros patrones de intensidad y brillo.

LECCIÓN 19. Iluminación y brillo de las imágenes. Claridad de las imágenes. Visión directa y a través de un instrumento de óptica.

LECCIÓN 20. Óptica física. Teoría de Newton de la emisión: explicación de la óptica geométrica. Teoría de las ondulaciones (Huggens): interpretación de la óptica geométrica. Diferentes métodos de medida de la velocidad de la luz: consecuencia.

LECCIÓN 21. Doble periodicidad de los fenómenos luminosos. Período, amplitud y fase; longitud de onda.—Composición de dos variables luminosos del mismo período.

LECCIÓN 22. Interferencias: generalidades. Condición general de interferencias: condición de coherencia. Estudio de las de Young y aparatos análogos.

LECCIÓN 23. Franjas de láminas delgadas. Observación por reflexión y transmisión en una lámina plano-paralela. Anillos de Newton. Lámina en forma de cuña. Explicación de los colores en láminas delgadas.

LECCIÓN 24. Observación de las franjas producidas por una



lámina isótropa plano-paralela iluminada con un foco extenso.—Interferómetro de Michelson; comparación de longitudes de onda.

LECCIÓN 25. Estudio del interferómetro de Faby y Perot. Constitución de las rayas y medida relativa de las longitudes de onda.

LECCIÓN 26. Fundamento de la fotografía en colores. Ondas estacionadas; experimentos de Wienes y de Gotton. Fotografía en colores de Lippananu.

LECCIÓN 27. Propagación rectilínea de la luz: principio de Huygens: su crítica. Principio de Huygens-Fresnel. Utilización de la onda entera. Interposición de pantallas y diafragmas circulares.

LECCIÓN 28. Fenómenos de difracción de Fresnel. Caso de una pantalla de borde rectilíneo indefinido. Curva de Cornu.

LECCIÓN 29. Fenómenos de difracción de Fraunhofer: diafragma rectangular. Difracción por una rendija. Observación con luz blanca.—Difracción por una abertura circular.

LECCIÓN 30. Teoría general de las redes de difracción.—Mínima desviación. Aplicación a la medida de las longitudes de onda. Dispersión de una red. Redes cóncavas.

LECCIÓN 31. Poder reparador de los instrumentos de óptica: casos del antejo humano. Poder reparador de un espectroscopio de prisma y de una red.

LECCIÓN 32. Teoría de Abbe de la formación de la imagen en el microscopio. Poder reparador: apertura numérica: incidencia óptica.

LECCIÓN 33. Polarización. Experimentos fundamentales.—Producción y análisis de la luz polarizada rectilíneamente. Prismas de Nicol.

LECCIÓN 34. Producción y análisis de la luz circular y la elíptica.

## PROGRAMA DE ELEMENTOS DE CÁLCULO INFINITESIMAL

LECCIÓN 1.<sup>a</sup> Indefinidamente pequeños.—Generalidades.—Orden.—Valor principal.

LECCIÓN 2.<sup>a</sup> Derivadas y diferenciales de las funciones de un variable.—Derivadas. Diferencial 1.<sup>a</sup>—Cálculo.—Propiedades.—Diferenciales 2.<sup>a</sup> y de orden superior.

LECCIÓN 3.<sup>a</sup> Derivadas y diferenciales de las funciones de varias variables.—Diferencial primera total.—Cálculo.—Propiedades.—Diferenciales 2.<sup>a</sup> y de orden superior.

LECCIÓN 4.<sup>a</sup>—Determinantes funcionales.—Definición y principales propiedades.

LECCIÓN 5.<sup>a</sup> Primeros ejemplos geométricos de indefinidamente pequeños.—Elemento de arco.—Curvatura de una curva plana.—Evolutas.—Tangente en el extremo de una curva diametral.

LECCIÓN 6.<sup>a</sup> Geometría infinitesimal. — Indefinidamente pequeños diversos.—Cálculo osculador; variación de la longitud de un segmento rectilíneo.—Teoremas de Graves y Charles.—Caústicas por reflexión.

LECCIÓN 7.<sup>a</sup> Cambios de variables.—Enunciado del problema.—Solución.

LECCIÓN 8.<sup>a</sup>. Cambios de variable.—Casos particulares y ejemplos.—Integración de la ecuación de las cuerdas vibrantes.

LECCIÓN 9.<sup>a</sup> Cambios de variables más generales.—Transformaciones de contacto.—Transformaciones de Legendre y de Lie.

LECCIÓN 10. Formación de las ecuaciones diferenciales.—Funciones de una sola variable.—Generalidades.—Ecuaciones diferenciales de las rectas, círculos y cónicas.

LECCIÓN 11. Formación de las ecuaciones diferenciales.—Funciones de varias variables.—Generalidades.—Ecuaciones diferenciales de los cilindros, cono, etc.—Ecuaciones entre derivadas parciales de las superficies regladas y de las desarrollables.

LECCIÓN 12. Procedimientos para efectuar los desarrollos en

serie.—Desarrollo de un producto y de un cociente.—Ejemplos.—Desarrollo de las funciones implícitas.

### *Principios de cálculo integral*

LECCIÓN 13. Procedimientos de integración.—Generalidades.—Integrales elementales conocidas. — Descomposición en elementos simples.—Integración por partes.—Cambio de variables.

LECCIÓN 14. Funciones algebraicas que se saben integrar.—Funciones racionales.—Método general.—Ejemplos.

LECCIÓN 15. Integración de funciones racionales de  $\left(\frac{ax-b}{cx-d}\right)^p$ . Ejemplos.—Diferencial binomia.—Integración de funciones racionales de  $x$  y de  $\sqrt{ax^2-bx-c}$ ; ejemplos.—Integración de funciones racionales de  $x$ ,  $\sqrt{ax-b}$  y  $\sqrt{cx-d}$ ; ejemplos.

LECCIÓN 16. Integración de funciones racionales de las coordenadas de un punto de una unicursal.—Teoremas fundamentales sobre las unicursales.—Lemiscata.

LECCIÓN 17. Funciones trascendentes que se saben integrar. Funciones racionales de  $\sin x$  y  $\cos x$ .—Ejemplos.—Funciones racionales de  $E^x$  ejemplos. Polinomios enteros  $x$ ,  $e^{ax}$ ,  $e^{bx}$ ,...  $\sin -x$ ,  $\cos x$ . Polinomios enteros en  $x$  y  $\log x$  o en  $x$  y  $\arcsin x$ .

LECCIÓN 18. Reducción de integrales indefinidas.—Reducción de las integrales  $\int e^{mx} \frac{P(x)}{Q(x)} dx$ , siendo  $P(x)$  y  $Q(x)$  dos polinomios en  $e^x$ .

LECCIÓN 19. Definición y propiedades de la integral definida.—Noción de la integral definida.—Existencia.—Propiedades fundamentales.—Integral como función de sus límites.

LECCIÓN 20. Cálculo de las integrales definidas.—Fórmula fundamental.—Procedimientos generales de cálculo.—Cambio de variables.—Fórmula de Wallis.

LECCIÓN 21. Áreas planas.—Su cálculo.—Ejemplos.—Eclipse, hipérbola y parábola.

LECCIÓN 22. Arcos de curvas.—Curvas planas y alabeadas en coordenadas cartesianas.—Coordenadas polares y semipolares.—Ejemplos.—Parábola, elipse y cicloide.—Ruletas.

LECCIÓN 23. Volúmenes y áreas de las superficies de revolución.



LECCIÓN 24. Extensión de la noción de integral definida.—Límites indefinidamente grandes.—Definición.—Observaciones generales.—Casos particulares usuales.—Integral  $\int^{\infty} \frac{\operatorname{sen} x}{x^n}$ : integrales de Fresnel.

LECCIÓN 25. Extensión de la noción integral definida.—Discontinuidad de la función.—Definiciones.—Casos particulares usuales.

LECCIÓN 26. Extensión de la noción de integral definida.—Aplicaciones y ejemplos.—Aplicaciones a las funciones racionales y a las exponenciales: caso singular. Cálculo de las integrales generalizadas: ejemplos.

LECCIÓN 27. Integración y derivación de las series.—Desarrollos de  $\operatorname{arc} x$ ,  $\operatorname{sen} x$  y  $\operatorname{arc} \operatorname{tg} x$ .

LECCIÓN 28. Derivación bajo el signo  $\int$ .—Regla de Leibnitz: observaciones.—Integral de las diferenciales totales.

LECCIÓN 29. Cálculo aproximado de las integrales definidas.

LECCIÓN 30. *Aplicaciones geométricas.*—Teoría del contacto.—Generalidades: puntos simples: distancia a una curva o superficie desde un punto indefinidamente próximo.—Contacto de dos curvas planas: de una curva y una superficie: de dos superficies.

LECCIÓN 31. Envolventes de las curvas planas y de las superficies.—Envolvente de una familia de curvas planas.—Envolvente de una familia de superficies simplemente infinitas.—Ejemplos.—Envolvente de una familia de superficies doblemente infinitas.

LECCIÓN 32. Envolventes de las curvas en el espacio.—Congruencias.—Envolvente de una familia simplemente infinita.—Congruencias.—Superficie focal.—Puntos o planos focales.—Congruencias normales.

LECCIÓN 33. Curvas planas.—Osculación.—Círculo osculador (Ecuación intrínseca).—Aplicaciones.—Parábola, Elipse, Cicloide y espiral logarítmica.

LECCIÓN 34. Curvas alabeadas.—Osculación.—Plano osculador.—Superficie polar.—Esfera osculatriz.

LECCIÓN 35. Curvas alabeadas.—Expresión de diversos indefinidamente pequeños.—Curvatura.—Torsión.—Diferencia entre elemento de arco y la cuerda (Fórmulas de Frenet).—Lugar de los centros de curvatura.—Aplicaciones varias.

LECCIÓN 36. Curvas alabeadas.—Evolutas de una curva alabeada.—Ejemplos.—Hélice general.—Hélice circular.

LECCIÓN 37. Longitudes y áreas sobre la superficie.—Plano tangente.—Distancia de este plano desde un punto indefinidamente próximo de la superficie.—Elemento de arco sobre una superficie.—Elemento de área.

LECCIÓN 38. Curvatura de las líneas trazadas sobre una superficie.—Indicatriz.—Curvatura de una sección normal.—Centro de curvatura y planos principales.—Curvatura de una línea cualquiera. De una sección plana.—Ecuaciones que determinan las direcciones principales, los radios de curvatura principales, las direcciones asintóticas, etc.

LECCIÓN 39. Líneas de curvatura.—Líneas asintóticas.—Definiciones varias.—Ejemplos.—Helizoides, superficie de revolución, superficies regladas y desarrollables.

LECCIÓN 40. *Continuación del cálculo integral.*—Noción de integral múltiple.—Retorno sobre la noción de áreas.—Expresiones de área.—Integral doble.—Volúmenes.—Integral triple.

LECCIÓN 41. Cálculo de las integrales múltiples.—Lemas.—Cálculos de la integral doble.—Cálculo de la integral triple.

LECCIÓN 42. Aplicaciones de las integrales múltiples.—Volúmenes.—Centros de gravedad.—Momentos de inercia.

LECCIÓN 43. Cambio de variables en una integral múltiple. Coordenadas polares.—Caso general.—Aplicación a las áreas.—Volúmenes y momentos de inercia.

LECCIÓN 44. Areas sobre la superficie.—Definición.—Ejemplos.

LECCIÓN 45. Extensión de la noción de integral doble y triple.—Campo infinito.—Función discontinua o sobre una línea.—Ejemplos.—Integrales múltiples en general.

LECCIÓN 46. Integración bajo el signo  $\int$ .

LECCIÓN 47. Cálculo de integrales definidas.—Cálculo de  $\int_0^\infty e^{-x^2} dx$ .—Integral de Fourier.

LECCIÓN 48. *Ecuaciones diferenciales.*—Definiciones y generalidades.—Orden.—Ecuaciones de primer orden.—Soluciones general y singular.—Interpretación geométrica.—Existencia de la solución singular.—Observación.—Aplicación a las fórmulas de adición de seno y logaritmo.

LECCIÓN 49. Ecuaciones de primer orden que se saben integrar.—Ecuaciones con las variables separadas.—Ecuaciones homogéneas.—Ecuaciones reductibles a las homogéneas.

LECCIÓN 50. Ecuaciones lineales.—Ecuaciones de Bernoulli.

Ecuaciones de Riccati.—Ecuaciones de Lagrange.—Ecuaciones de Clairaut.—Observaciones varias.

LECCIÓN 51. Ecuaciones generales de primer orden.—Artificio de integración.—Procedimiento por derivación.—Ejemplos.—Procedimiento del factor integrante.—Ejemplos.—Procedimiento de cambio de variable.—Ejemplo.

LECCIÓN 52. Aplicaciones de las ecuaciones de primer orden.—Problemas de las trayectorias.—Ejemplos varios.—Envolventes.—Trayectorias ortogonales de círculo.—Líneas de curvatura de las cuádricas con centro y del paraboloides.—Líneas asintóticas.—Superficie reglada.—Ejemplo particular.—Trayectoria sobre las superficies.—Ejemplos.—Sistemas conjugados.—Ejemplos.

LECCIÓN 53. Ecuaciones diferenciales de orden cualquiera. Casos de reductibilidad.

LECCIÓN 54. Aplicaciones de las ecuaciones diferenciales de un orden cualquiera.—Curva elástica.—Problema relativo a los diámetros.—Problema en coordenadas polares.—Curva de persecución.

LECCIÓN 55. Líneas geodésicas. — Ecuación diferencial.—Propiedades de las geodésicas.—Ejemplos.—Geodésicas de los cilindros de las superficies de revolución y del elipsoide.

LECCIÓN 56. Ecuaciones lineales, sin segundo miembro.—Propiedades fundamentales. — Ecuaciones lineales con segundo miembro.

LECCIÓN 57. Ecuaciones lineales particulares.—Ecuaciones con coeficientes constantes con segundo miembro.—Ecuaciones con coeficientes constantes con segundo miembro.—Ecuaciones de Euler.

LECCIÓN 58. Sistemas lineales.—Sistemas sin segundos miembros.—Sistemas con segundo miembro.—Sistemas con coeficiente sin segundo miembro.

LECCIÓN 59. Ecuaciones derivadas parciales. — Generalidades.

LECCIÓN 60. Ecuaciones lineales de primer orden entre derivadas parciales.—Ecuaciones lineales y homogéneas.—Ecuaciones lineales con segundo miembro.—Ejemplos.—Interpretación geométrica del método de integración.

LECCIÓN 61. Ecuaciones entre diferenciales totales.

LECCIÓN 62. Ecuaciones del tipo  $F(x, y, z, p, q) = 0$ .—Integración cuando se conoce una solución completa.—Interpretación



geométrica.—Determinación de una solución completa.—Caso de la ecuación  $F(x, y, p, q) = 0$ .—Casos particulares varios.

LECCIÓN 63. Ecuaciones entre derivadas parciales de orden superior al primero.—Observaciones generales.—Ejemplos.

LECCIÓN 64. *Cálculo de las variaciones*.—Variación primera y segunda.—Definiciones.—Objeto del problema.—Variación primera.—Ecuación de Euler.—Observaciones varias.—Variación segunda.—Condición de Legendre.—Condición de Jacobi.—Ejemplos.—Influencia de las condiciones precedentes.

LECCIÓN 65. Método de Weierstrass.—Condición de Weierstrass.—Función E.—Definición de campo de curvas extremales.—Existencia de un campo.—Fórmula de Hilbert.—Condiciones suficientes.—Máximo, fuerte y mínimo débil.—Caso de los extremos variables.—Extensión a las integrales dobles.

## PROGRAMA

### DE COMPLEMENTOS DE CÁLCULO INFINITESIMAL

LECCIÓN 1.<sup>a</sup> Integrales de líneas y de superficies.—Generalidades.—Integral curvilínea.—Integral de superficie.

LECCIÓN 2.<sup>a</sup> Fórmulas varias. — Fórmulas de Rieman.—Fórmula de Ostrogradsky.—Fórmula de Stouques.

LECCIÓN 3.<sup>a</sup> Problemas de Abel.—Curva tantocrona.

LECCIÓN 4.<sup>a</sup> Funciones eulerianas.—Función de segunda especie.—Producto de dos funciones  $T$ .—Función de primera especie. Valor aproximado de  $T(n)$  para  $n$  muy grande.

LECCIÓN 5.<sup>a</sup> Aplicaciones de las funciones eulerianas.—Cálculo de las integrales.—Transcendencia del número  $e$ .

LECCIÓN 6.<sup>a</sup> Funciones de una variable imaginaria.—Generalidades.—Definición de Cauchy.—Funciones analíticas.—Ejemplos.

LECCIÓN 7.<sup>a</sup> Funciones monodromas.—Definición.—Ejemplos de funciones monodromas y monodromas.—Continuidad de las funciones analíticas.—Series de términos analíticos.

LECCIÓN 8.<sup>a</sup> Reducción de las integrales hiperelípticas.—Generalidades.—Reducciones primera y segunda.—Conclusiones.

LECCIÓN 9.<sup>a</sup> Reducción de las integrales elípticas.—Caso en que el polinomio radicando es de tercero o cuarto grado.—Reducción al tercer grado.—Métodos diversos.—Fórmulas normales de Legendre.—Caso del polinomio de segundo grado.

LECCIÓN 10. Reducción de las integrales abelianas del género 1.—Definiciones.—Género. — Correspondencia unívoca.—Expresión de las coordenadas de una cúbica plana o de una curva del género 1.—Ejemplo.

LECCIÓN 11. Teoría de las funciones analíticas.—Generalidades.—Funciones analíticas.—Uniformidad.—Continuidad.—Funciones holomorfas.—Puntos críticos.—Funciones meromorfas.

LECCIÓN 12. Integrales definidas imaginarias.—Definición de integrales imaginarias.—Teorema fundamental de Cauchy y corolarios.

LECCIÓN 13. Integral de Cauchy.—Fórmula de la integral de Cauchy y corolarios.—Series de términos analíticos.

LECCIÓN 14. Desarrollo en serie.—Series de Taylor.—Serie de Lauvent.—Serie de Fourier.

LECCIÓN 15. Aplicaciones del desarrollo de Taylor.—Teorema de Lionville.—Ceros de una función holomorfa o meromorfa. Polos de una función meromorfa.—Desarrollo polar.—Teorema de los residuos.—Teorema de Cauchy sobre los ceros y los polos.

LECCIÓN 16. Teoremas generales sobre las funciones uniformes.—Funciones enteras.—Desarrollo de una función meromorfa en el plano.—Teoremas de Mittag-Leffler y de Weierstrass.

LECCIÓN 17. Cálculo de integrales definidas.—Lema.—Integrales racionales.—Integrales de Fresnell e integrales análogas.

LECCIÓN 18. Desarrollos en series de fracciones.—Desarrollo de  $\cot u$ .—Producto infinito para  $\sin u$ .

LECCIÓN 19. Integrales de diferenciales algébricas.—Estudio de  $\int^2 \frac{dz}{2-1^2}$  y de  $\int^2 \frac{dz}{1+z^2}$ .—Estudio de  $\int^2 \frac{dz}{\sqrt{1-z^2}}$ .—Estudio de la integral elíptica de primera especie.

LECCIÓN 20. Funciones elípticas. — Generalidades.—Definiciones.—Teoremas sobre los períodos.—Teoremas sobre las funciones elípticas.

LECCIÓN 21. Funciones fundamentales.— $Su$ ,  $pu$  y  $Qu$ .—Funciones  $En$  y  $pu$ ; propiedades. — Función  $Qu$ ; propiedades.—Fórmulas de homogeneidad.—Observaciones.—Sistemas de períodos equivalentes.

LECCIÓN 22. Relaciones entre  $pu$  y  $pu$ .—Invariantes.—Invariante absoluta.—Función modular.

LECCIÓN 23.—Expresiones diversas de una función elíptica.—Expresión por un cociente de  $x$ .—Expresión por la función y sus derivadas.—Tres expresiones por la función y sus derivadas.

LECCIÓN 24. Fórmulas de adición.

LECCIÓN 25. Funciones  $\sqrt{pu - e_x}$  y su  $u$ .

LECCIÓN 26. Definición de  $pu$  por las invariantes  $g^2$  y  $g^3$ .—Expresión de los períodos en función de las variantes.—Otra forma de las fórmulas de homogeneidad.—Estudio de  $pu$  para  $u$ ,  $g^2$  y  $g^3$  reales.

LECCIÓN 27. Cálculo de las integrales elípticas.—Primer método.—Otro método.

LECCIÓN 28. Curvas del género 1.—Cúbicas planas.—Curvas del género 1.—Cúbica plana.—Propiedades geométricas.—Diferenciales abelianas pertenecientes a una cúbica plana.—Ejemplos.

LECCIÓN 29. Péndulo simple.—Ley del movimiento.—Discusión.



LECCIÓN 30. Teorema de Poncelet.—Lema.—Teorema de Poncelet.—Consecuencia.—Aplicación al péndulo.—Arco de Lemniscata.

LECCIÓN 31. Cálculos numéricos.—Retorno a la función  $x$ . Función  $z$ . — Cálculos definitivos.

LECCIÓN 32. Ecuación de Euler.—Integración algébrica.—Formas diversas de la integral algébrica.—Aplicación.—Fórmula de adición de  $p u$ .

LECCIÓN 33. Sistemas de ecuaciones diferenciales.—Generalidades.—Teorema de Cauchy.—Forma canónica.—Teorema de Cauchy.—Caso de los sistemas lineales.—Aplicación a la ecuación diferencial general.—Integrales primera.—Estudio de las soluciones de un sistema.

LECCIÓN 34. Sistema de ecuaciones diferenciales.—Aplicación del teorema de Cauchy.

LECCIÓN 35. Estudio de las integrales de una ecuación lineal.—Generalidades.—Forma de las integrales en los alrededores de un punto crítico.—Enunciado de un problema fundamental.—Solución.—Resumen.

LECCIÓN 36.—Estudio de las integrales de una ecuación lineal.—Aplicaciones.—Reconocer si la integral general es meromorfa en el plano.—Reconocer si es holomorfa.—Reconocer si es racional.—Ejemplos.

LECCIÓN 37. Ecuación de Lamé.—La solución general es meromorfa.—Forma de esta solución.—Integración: Caso de  $n = 1$ .

LECCIÓN 38. Ejercicios sobre la teoría de las funciones analíticas y elípticas.—Ejercicios sobre las funciones analíticas.—Ejercicios sobre la expresión de una función elíptica en  $pu$   $p'u$ .—Ejercicios sobre la integración y la fórmula de Hermite.—Ejercicios sobre la expresión  $p u$ .—Ejercicios sobre la multiplicación completa.—Ejercicios sobre la invariante geométrica de una cúbica plana.—Ejercicios sobre las ecuaciones diferenciales.

LECCIÓN 39. Funciones  $se$   $un$   $cn u$  y  $dn u$ .—Funciones en  $u$ . Funciones en  $u$  y  $dn u$ .—Derivadas de  $sn u$ ,  $un u$  y  $dn u$ .—Desarrollos en serie.—Degenerencias.—Adición de los argumentos.—Ecuación de Euler.—Multiplicación del argumento de las funciones  $sn u$ ,  $cn u$  y  $dn u$ .

LECCIÓN 40. Funciones Theta.—Función  $\Theta$ : expresión de  $pu$ ,  $su$  y  $uo$  por medio de esta función.—Funciones  $\Theta 1u$ ,  $\Theta 2u$  y  $\Theta 3u$ : expresiones de  $sn u$ ,  $cn u$  y  $dn u$  por las funciones  $\Theta$ . Cálculo de  $pu$ ,  $sn$  y  $dn$  en funciones de períodos.



LECCIÓN 41. Sobre las nociones sobre la representación conforme.—Interpretación geométrica de la derivada.—Investigación general de las transformaciones conformes.—Representación conforme de un plano sobre un plano.—Teorema de Riemman.—Cartas geográficas.—Curvas isotermas.

LECCIÓN 42. Prolongación analítica. — Definición de una función analítica por uno de sus elementos.—Primera idea de la prolongación analítica.—Nueva definición de las funciones analíticas.—Puntos singulares.—Problema general.

LECCIÓN 43. Espacios lagunares.—Ejemplos.—Singularidades de las expresiones analíticas.—Fórmula de Hermite.

LECCIÓN 44. Transformaciones infinitesimales.—Grupos con un parámetro.—Aplicación a las ecuaciones diferenciales.—Transformaciones infinitesimales.

LECCIÓN 45. Series trigonométricas.—Series de Fourier.—Condición necesaria y suficiente de convergencia.—Criterios de convergencia de las series de Fourier.—Ejemplos de desarrollo en series de Fourier.—Series de Fourier cualquiera.—Singularidades de las series de Fourier.—Series trigonométricas cualquiera; unicidad del desarrollo.

LECCIÓN 46. Series divergentes.—Condiciones para que una serie divergente sea sumable.—Límite generalizado de  $S_m$ . — Función asociada.—Propiedades y aplicaciones.

LECCIÓN 47. Funciones continuas sin derivadas. — Función de Weierstrass.—Otras funciones continuas sin derivadas.—Generalización del concepto de curvas.—Curvas de Peano y Hilbert.

LECCIÓN 48. Ecuaciones integrales.—Ecuación de Volterra. Trabajo de Volterra.—Teorema de Volterra.—Fórmula de Volterra.—Nudo resolvente.—Relación entre la ecuación de Volterra y las ecuaciones diferenciales lineales.—Sistemas de ecuaciones de Volterra.—Observaciones finales.

LECCIÓN 49. Ecuación de Fredholm. — Fórmulas de Fredholm.—Primer teorema de Fredholm.

LECCIÓN 50. Estudio profundo del nudo resolvente.—Funciones ortogonales y biortogonales.—Funciones principales.—Segundo y tercer teorema de Fredholm.—Desarrollos varios.

LECCIÓN 51. Nudos especiales. — Nudos simétricos.—Nudo bisimétrico alabeado.—Nudos simetrizables.

LECCIÓN 52. Ecuación de Fredholm de primera especie.

LECCIÓN 53. Ecuaciones singulares.—Ecuación singular de Volterra.—Ecuación singular de Fredholm.—Ecuaciones integrales de orden superior.

## PROGRAMA DE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

LECCIÓN 1.<sup>a</sup> Electrostática. Campo eléctrico y carga eléctrica.—Potencial: su relación en el campo.

LECCIÓN 2.<sup>a</sup> Teorema de Yauss: consecuencias: 1.<sup>a</sup>, ecuación del campo electromagnético.—Fórmulas de Poisson y Laplace: consecuencias.

LECCIÓN 3.<sup>a</sup> Sistema de conductores.—Problema de la distribución.—Coeficientes de capacidad, inducción y potenciación.—Caso de la influencia total: pantalla eléctrica.

LECCIÓN 4.<sup>a</sup> Conductor aislado: su capacidad y unidad.—Condensadores: estudio de los condensadores plano, cilíndrico y esférico.—Asociación de condensadores.

LECCIÓN 5.<sup>a</sup> Energía de un sistema de conductores: sus diferentes expresiones.—Fuerzas generalizadas en los casos de mantener constantes las cargas o las potenciales. Casos de un conductor aislado y de un condensador.

LECCIÓN 6.<sup>a</sup> Teoría de los electrómetros.—Electrómetro absoluto de Lord Kelvin.—Electrómetro absoluto cilíndrico.—Electrómetro de cuadrante.

LECCIÓN 7.<sup>a</sup> Teoría de los dieléctricos: coeficientes dieléctricos.—Inducción eléctrica.—Refracción de las líneas de fuerza en la superficie de separación de dos dieléctricos.—Medida del coeficiente dieléctrico.

LECCIÓN 8.<sup>a</sup> Capacidad de un condensador plano entre cuyas armaduras se ha intercalado una lámina de un dieléctrico. Polarización del dieléctrico.—Intensidad de polarización.—Susceptibilidad.

LECCIÓN 9.<sup>a</sup> Energía de un dieléctrico: densidad cúbica de energía. Cálculo de fuerzas generalizadas: caso de un cuerpo de pequeñas dimensiones: Medida del coeficiente dieléctrico.

LECCIÓN 10. Electrodinámica.—Intensidad de una corriente: unidad. Efecto Joule. Ley de Ohm: generadores y receptores. Resistencia eléctrica: su unidad.

LECCIÓN 11. Teoría general de las redes de conductores: lemas de Kirchoff. Puente de Wheaistone.



LECCIÓN 12. Magnetismo. Campo magnético de una corriente: experimentos de Biot y Savart. Primera ecuación elemental de Laplace.

LECCIÓN 13. Intensidad del campo en punto en función del ángulo sólido bajo el cual se ve el circuito. Potencial magnético. Teorema de Ampère: tercera ecuación del campo electromagnético.

LECCIÓN 14. Campo de un solenoide en un punto exterior: masas magnéticas equivalentes al solenoide. Campo en el interior de un solenoide indefinido: caso del solenoide finito.

LECCIÓN 15. Energía de una corriente en un campo magnético. Inducción y permeabilidad magnéticas.—Fuerzas generalizadas: su expresión como derivadas de la energía: aplicación a un circuito plano y un solenoide recto colocados en un campo magnético uniforme.

LECCIÓN 16. Segunda ley elemental de Laplace.—Balanza de Cotton.—Rueda de Barlow.

LECCIÓN 17. Potencial vector. Cálculo de la energía total de un sistema de corrientes.—Fundamento de los electrodinamómetros. Sistema de unidades electromagnéticas.

LECCIÓN 18. Inducción electromagnética.—Corriente y fuerza electromotriz inducidas. Autoinducción e inducción mutua.

LECCIÓN 19. Fuerza electromotriz elemental. Rueda de Barlow invertida: método de Lorentz para la medida absoluta de resistencias.

LECCIÓN 20. Descarga de un condensador a través de un circuito con autoinducción. Caso de dos circuitos en presencia: corrientes alternas.

LECCIÓN 21. Deducción de la ley de Ohm para las corrientes alternas. Generalización de los lemas de Hirschhoff: aplicaciones.

LECCIÓN 22. Potencia de un generador de corriente alterna: intensidad y fuerza electromotriz eficaces: factor de potencia. Caso de dos circuitos en presencia con capacidades infinitas y con coeficientes de inducción y autoinducción constantes.

LECCIÓN 23. Medios magnéticos. Permeabilidad y susceptibilidad magnéticas. Clasificación magnética de los cuerpos.

LECCIÓN 24. Métodos para la medida de susceptibilidades y resultados generales en el caso de los cuerpos diamagnéticos y paramagnéticos.

LECCIÓN 25. Cuerpos ferromagnéticos. Curva de imantación. Variación del ferromagnetismo con la temperatura: Punto de Curie.

LECCIÓN 26. Estudio del campo magnético terrestre.

LECCIÓN 27. Estudio de los galvanómetros: Amperímetros y voltímetros.

LECCIÓN 28. Ecuaciones generales del campo electromagnético. Campo engendrado por una carga eléctrica de movimiento. Quinta ecuación del campo. Expresiones de las energías de los campos eléctrico-magnético. Vector de Poynting.

LECCIÓN 29. Ecuaciones de propagación de una onda electromagnética: su velocidad. Medida de la velocidad partiendo de las relaciones entre los sistemas E. E. y E. M.: su identidad con la velocidad de la luz.

## PROGRAMA DE MATEMÁTICAS ESPECIALES

(Primer curso)

Series de razones iguales.—Propiedades fundamentales.

Progresiones aritmética y geométrica. — Propiedades más importantes.

Propiedades de las potencias.—Exponentes negativos y fraccionarios: su interpretación.

Logaritmos: definición.—Propiedades fundamentales de los logaritmos en general y especialmente de los vulgares.

Propiedades de los polinomios enteros.

Variaciones ordinarias y con repetición: su número.

Permutaciones ordinarias y con repetición: su número.

Inversiones de una permutación. — Combinaciones ordinarias y con repetición.

Sistemas de ecuaciones lineales.—Métodos de eliminación.

Matrices cuadradas y rectangulares.—Determinantes.—Regla de Sarrus.—Descomposición de un determinante en suma de otros.—Recíproco.—Desarrollo de un determinante por los elementos de una línea.—Regla de Cramer.—Teorema de Rouché.

Compatibilidad de un sistema de ecuaciones lineales homogéneas.

Medida de segmentos y ángulos.—Abscisa de un punto.—Principio de Charles.—Coordenadas cartesianas en el plano y en el espacio.—Función de una variable.—Representación cartesiana de algunas leyes notables Gay-Lussac, Boyle-Mariotte; caída de los graves. — Determinación gráfica aproximada de las raíces de una ecuación.

Razones trigonométricas.—Funciones circulares. Su variación y representación cartesiana.—Proyección ortogonal de una línea poligonal sobre un eje, y de un área sobre un plano.—Expresión de las razones trigonométricas de un ángulo en función de una de ellas.

Razones trigonométricas de la suma y diferencia de dos ángulos en función de las de éstos.—Razones de los ángulos duplo y mitad de uno dado.—Transformación de la suma y diferencia de senos y cosenos, en producto.

Resolución de triángulos rectilíneos.—Fórmulas fundamentales de la trigonometría esférica.



Coordenadas polares y planas.—Coordenadas semipolares y esféricas.—Paso a las cartesianas y viceversa.

Diagramas triangulares.

Expresión de los cosenos directores de una recta. Coseno del ángulo de dos rectas en función de sus cosenos directores.—Condición de perpendicularidad. Vector: sus componentes.—Operaciones con los vectores.

Ecuación cartesiana de la recta. — Ecuaciones particulares.—Ecuación normal.—Ecuación polar.—Paso de un sistema de coordenadas a otro.

Resolución gráfica de un sistema de dos ecuaciones lineales con dos incógnitas.—Ángulo de dos rectas.—Distancia de un punto a una recta.

Ecuación cartesiana del plano.—Formas particulares.—Ecuaciones de la recta.—Plano determinado por tres puntos.—Resolución gráfica de un sistema de tres ecuaciones lineales con tres incógnitas.

Ecuaciones cartesianas y polares de la circunferencia y superficie esférica.

Números complejos.—Representación gráfica.—Operaciones con los mismos.—Resolución de las ecuaciones binomias.

Fórmula de resolución de la ecuación de segundo grado.—Ecuaciones que se reducen a las de segundo grado.

Ecuación de la elipse referida a sus ejes.—Forma de la curva.

Ecuación de la hipérbola referida a sus ejes.—Forma de la curva.—Ecuaciones paramétricas de la elipse y de la hipérbola.—Anomalía excéntrica.

Reducción de la ecuación de segundo grado con dos variables a tipos sencillos.

Hipérbola equilátera.—Ecuación referida a sus asíntotas.

Estudio de algunas curvas planas de frecuente aplicación.

Estudio de algunas superficies.

Límites.—Límites de los resultados operativos.

Infinitamente pequeños de diversos órdenes.—Propiedades.

Series numéricas: sus clases.—Progresión geométrica indefinida. Condición general de convergencia.—Series alternadas: condición suficiente de convergencia. — Comparación de series.—Criterios de d'Alembert y Cauchy.—Series armónicas.—Regla de Raabe o Duhamel.

Concepto de derivada.—Interpretación geométrica. — Velocidad de un movimiento y de una reacción.—Diferencial de una función.

Límites de  $\left(1 + \frac{1}{m}\right)^m$  cuando  $m$  crece indefinidamente.

Límite de  $\left(1 + \frac{x}{n}\right)^n$  cuando  $n$  crece indefinidamente.

Límites de  $\frac{\text{sen. } x}{x}$  y  $\frac{\text{tg } x}{x}$  cuando  $x$  tiende a cero.

Límites de  $(1 + \frac{x}{h})^{\frac{1}{x}}$  al tender  $x$  a cero y de  $\frac{(1+h)^m - 1}{h}$ .

Concepto de función de una variable: funciones uniformes y multiformes, implícitas y explícitas, funciones inversas.—Funciones continuas y discontinuas.—Ejemplos de leyes naturales discontinuas.

Funciones racionales, irracionales y periódicas.

Funciones circulares directas e inversas.—Función exponencial y su inversa.

Derivadas diferenciales de las funciones inversas.—Derivada de la función de función.—Idem de la suma de funciones.—Derivación logarítmica. Derivada de un producto, potencia y raíz.

Derivadas de las funciones exponencial, logarítmica y circulares directas e inversas.

Teorema de Rolle y fórmula de incrementos finitos.

Derivadas sucesivas.—Acelaración de un movimiento.

Fundamento y manejo de la regla de cálculo.

## PROGRAMA DE MATEMÁTICAS ESPECIALES

(Segundo curso)

1. Funciones de dos o más variables.—Límites.—Continuidad. Funciones implícitas.
2. Representación geométrica, sobre un plano, de una función de dos variables.—Abacos de puntos alineados.
3. Representación triangular.—Aplicación al estudio de las propiedades de las mezclas ternarias.
4. Coordenadas cartesianas de un punto en el espacio.—Representación de una función de dos variables.—Ecuación de una superficie.—Ecuaciones de una línea.—Ecuaciones paramétricas de líneas y superficies.
5. Representación en el plano de las figuras del espacio.—Nociones elementales de los sistemas diédrico, axonométrico y de planos acotados.—Proyección estereográfica.
6. Distancia entre dos puntos en coordenadas cartesianas rectangulares.—Centro de distancias proporcionales.—Centro de gravedad de un sistema de puntos.
7. Vectores en el espacio. — Adición.—Productos escalar y vectorial.—Momento de un vector con respecto a un punto.—Ángulos de vectores.—Perpendicularidad y paralelismo.
8. Ecuaciones de la línea recta en coordenadas cartesianas.—Ángulos de rectas.—Perpendicularidad y paralelismo.—Problemas sobre rectas y puntos.
9. Ecuación del plano.—Intersección de planos.—Intersección de planos con rectas.—Ángulo de dos planos y de un plano con una recta.—Perpendicularidad y paralelismo.—Problemas sobre puntos, rectas y planos.
10. Lugares geométricos.—Esfera.
11. Superficies en general.—Superficies de revolución.—Elipsoide.—Cilindros.—Superficies algebraicas.
12. Coordenadas semipolares y polares.
13. Derivadas de las funciones de dos o más variables.—Derivadas parciales.—Diferencial total.—Derivada en una dirección.
14. Derivadas de las funciones compuestas de una variable.—Fórmula de Euler para las funciones homogéneas.



15. Derivadas parciales sucesivas.—Serie de Taylor para las funciones de dos o más variables.—Máximos y mínimos.
16. Derivadas de las funciones implícitas.
17. Aplicación al estudio de las curvas planas.—Tangente.—Normal.—Asíntotas.—Máximos y mínimos.—Puntos singulares.—Curvatura.—Envolvente de una familia de curvas.
18. Aplicaciones al estudio de las curvas alabeadas.—Tangente.—Plano osculador.—Normales.
19. Aplicaciones al estudio de las superficies.—Derivada de una función en dirección normal a una superficie.
20. Derivación bajo el signo integral.—Integrales dobles y múltiples.
21. Aplicaciones de las integrales múltiples.—Áreas y volúmenes.—Centros de gravedad.
22. Cambio de variable en las integrales múltiples.—Coordenadas curvilíneas.
23. Integración de las diferenciales totales.
24. Integrales curvilíneas y de superficie.—Fórmulas de Stokes, de Green y de Gauss.
25. Campos vectoriales.—Potencial.—Flujo. — Divergencia.—Rotacional.
26. Ecuaciones diferenciales. — Integral general. — Integrales particulares y singulares. — Interpretación geométrica.
27. Integración de las formas más importantes de las ecuaciones diferenciales de primer orden.
28. Integración de las ecuaciones diferenciales de segundo orden.—Ecuaciones diferenciales lineales.
29. Sistemas de ecuaciones diferenciales.
30. Series de Fourier.
31. Ecuaciones en derivadas parciales.
32. Ecuación de Laplace.—Funciones armónicas.
33. Funciones de variable compleja.—Nociones elementales.
34. Funciones elípticas.
36. Cálculo de probabilidades.—Aplicaciones.
37. Teoría de errores.—Errores medio, promedio y probable.
38. Escalas logarítmicas.—Su aplicación a la representación de funciones.—Deducción de fórmulas empíricas.

## CUESTIONES DEL CURSO DE COMPLEMENTOS DE FÍSICA

- Estudio de los sistemas de unidades.
- Construcciones gráficas.
- Principios de cinemática, estática y dinámica.
- Estudio del movimiento vibratorio, así como de los aparatos fundados en este movimiento que tienen aplicación en Medicina.
- Principios de Hidrostática y de Hidrodinámica (1).
- Circulación por tubos capilares y no capilares.
- Barometría.
- Termometría.
- Calorimetría.
- Estudio de las disoluciones. Viscosidad. (2).
- Principios fundamentales de la óptica geométrica.
- Estudio de los aparatos de óptica que tienen aplicación en la Medicina.
- Estudio de índices de refracción en el espectro visible y en el ultravioleta.
- Importancia de estas dos cuestiones en Biología.
- Teoría elemental de las interferencias y de la difracción como preparación para el estudio de la teoría del microscopio de Abbec.
- Estudio de la polarización. Polarímetros.
- Principios fundamentales de la Acústica y estudio de los aparatos que, fundados en estos principios, se emplean en Medicina.
- Leyes fundamentales de electrostática y magnetismo.
- Inducción electrostática.—Condensadores.
- Corriente eléctrica.
- Pilas hidroeléctricas. Pilas patrones.
- Galvanómetros. Galvanómetro de cuerda.
- Fenómenos electrocapilares. Electrómetro capilar.
- Amperímetros y voltímetros.
- Ley de Ohm.
- Circuitos derivados.
- Medida de resistencias de conductores.

---

(1) Con más extensión.

(2) Duplicado; se estudia también en la Química.

Electrolisis.  
Acumuladores.  
Disoluciones coloidales.  
Medida de intensidades.  
Medida de f. e. m.  
Potenciómetros.  
Determinaciones de PH.  
Punto isoelectrico.  
Medida de conductividades de electrolitos.  
Inducción electrodinámica.  
Principio de los transformadores.  
Estudio especial del carrete de Rumkorf.  
Diversas clases de interruptores.  
Sucinta idea de las corrientes alternas.  
Fundamento de dinamos, alternadores y motores.  
Corrientes de alta frecuencia, su aplicación a la medicina.  
Rayos X.  
Sustancias radioactivas.  
Principales cuestiones de climatología.



## PROGRAMA DE COMPLEMENTOS DE QUÍMICA

### CONCEPTOS GENERALES

Cuerpos.—Moléculas.—Átomos.—Electrones.  
Energía y sus formas.—Unión indisoluble de materia y energía.  
Teoría cinético-molecular.  
Estados físicos: gas, líquido y sólido.  
Estudio general de los sistemas dispersos.  
Salutoides.—Teoría de la ionización.—Concepto del ión: valencia de los iones.—Difusión de las disoluciones.—Presión osmótica.—Crioscopia y ebulloscopia.  
Dispersoides.—Concepto del estado coloidal.—Obtención de coloides.—Iones coloidales.—Iones difusibles y no difusibles.—Membrana.—Cargas eléctricas en las partículas de grado coloidal.—Suspensiones y emulsiones.  
Separación de la fase dispersa en los sistemas dispersos.—Coagulación y cristalización.—Gelatinización. — Geles y cristales.—Identidad de constitución químico-física en los sistemas dispersos y sus analogías con los gases.—Fenómenos electrosmóticos.—Influencia de la concentración iónica.—Acidez, total y actual.—Exponente de hidrógeno.

### DINÁMICA QUÍMICA

Reacciones limitadas e ilimitadas; reacciones reversibles.  
Ley de Gulbeerg y Waage.—Velocidad de reacción.—Equilibrio químico.—Constante de equilibrio.—Orden de las reacciones.—Ley de las fases.—Sistemas invariantes, monovariantes, etc.—Punto de transición.  
Modificadores de la velocidad de la reacción.—Fenómenos catalíticos: generalidades.  
Equilibrio de membranas.—Ecuación de Donnan.—Fenómenos de hinchamiento.—Potencial de membrana. — *Transformaciones de la energía en los fenómenos químicos.*—Principio de la equivalencia.—Principio del estado inicial y final.—Principio del trabajo máximo.—Termogénesis.  
Fotoquímica.—Efectos químicos producidos por radiaciones de corta longitud de onda.

Acciones químicas producidas por la electricidad.—Electrolisis.  
Electrobiogénesis.

#### QUÍMICA MINERAL

Elementos químicos.—Clasificación periódica.—Número atómico.  
Las propiedades de los cuerpos simples son función periódica de sus números atómicos.

Átomos estables o inestables.—Radioactividad.

Pesos atómicos.—Elementos isótopos, isóbaros y normales.

Función metálica y no metálica.—Métodos generales de aislamiento de cuerpos simples. (Al citar los ejemplos hágase referencia al hidrógeno, halógenos, oxígeno, nitrógeno y grupos de metales).

Estudio del agua.

Funciones químicas de cuerpos compuestos.

Función ácida.—Métodos generales de obtención de ácidos.—Aplicación a los ácidos más importantes (clorhídrico, sulfúrico, indicaciones de series de ácidos).

Función base.—Estudio de los hidróxidos.—Métodos generales de obtención.—Referencia de las bases más importantes.—Concepto de alcalinidad.—Fenómenos hidrolíticos en medios ácidos y alcalinos.

Función sal.—Métodos generales de obtención de las sales.—Estudio de las sales más empleadas en Medicina.—Iones complejos.

Estudio del aire.—Argónidos.

#### INTRODUCCIÓN DE LA QUÍMICA ORGÁNICA

Substancia orgánica.—Materia viva.—Análisis orgánico.—Fundamentos para la investigación cualitativa y cuantitativa de los elementos que entran en los compuestos del carbono.

Ideas generales de isomería.

Síntesis de los compuestos del carbono.

Compuestos acíclicos y cíclicos.

Exposición de las principales funciones conocidas en la materia orgánica.

Ideas generales de la nomenclatura de la Química del carbono.

#### HIDROCARBUROS

Hidrocarburos acíclicos.—Cadenas hidrocarbonadas.—Hidrocarburos saturados, no saturados, etínicos y no saturados etínicos.

Estereoquímica de los compuestos saturados.—Estructura de los

no saturados etínicos.—Valencias dobles conjugadas.—Hidrocarburos cíclicos hidro-aromáticos.—Ciclanos y ciclooleinas.

Carburos cíclicos aromáticos.—Núcleos.—Benceno y sus homólogos.—Constitución del benceno e isomeria de los derivados ben-cénicos.

#### COMBINACION DE ALCOHILOS CON ALGUNOS RADICALES

La halogenación en Química orgánica.—Derivados halogenados de los hidrocarburos aliáticos y aromáticos.

Especies importantes.

La sulfonación.—Acidos sulfónicos.—La nitración.—Derivados nitrados.

Derivados órgano-metálicos y órganohalógeno-magnésicos.

#### FUNCIONES OXIGENADAS FUNDAMENTALES

Función alcohol.—Alcoholes sencillos saturados.—No saturados. Dieles, Wiolesy polioles superiores.

Alcoholes aromáticos propiamente dichos.

Función fenol.—Fenoles sencillos y múltiples.

Alcoholes fenoles.

Función aldehído.—Principales aldehídos alisáticos y aromáticos.

Función cetona.—Dicetonas.—Propiedades comunes y diferenciales de las funciones aldehídica y cetónica.

Quinonas.

Función ácida.—Acidos monobásicos alifáticos saturados.—Idem no saturados.—Acidos polibásicos.

Acidos aromáticos.

Cloruros de ácidos.

Anhídridos de ácido.

#### ETERES Y OTROS CUERPOS QUE A ELLOS PUEDEN REFERIRSE

Función éter óxido.

Función éter-eteres de ácidos minerales ( $H_2S$ ,  $SO_4H_2$ ,  $NO_2H$ ,  $NO_3H$ ,  $PO_4H_3$ )

Sulfuros y sulfonas.

Eteres de ácidos orgánicos.

#### FUNCIONES MIXTAS DE LAS PRECEDENTES

Descripción de las más interesantes y especies comprendidas.—

Acidos alcoholes.—Lactonas.



## FUNCIONES NITROGENADAS FUNDAMENTALES

Función amina.—Principales mono-aminas alifáticas.—Amonios substituidos.

Poliaminas.—Aminas de la putrefacción cadavérica.

Aminas fenólicas.

Función amida.

Nitrilos y carbilaminas.

## CUERPOS DE FUNCION NITROGENADA

### (Continuación)

Acidos cianhídrico y sus derivados.—Cianuros simples y complejos.—Derivados del trifenil metano.

Fuccinas.—Ftaleinas.

Hidracinas.

Compuestos diazoicos y azoicos.

Materias colorantes.

Compuestos oxicianogenados y sulfocianogenados.

Estereoquímica del nitrógeno.

## REPRESENTACION DE LAS ANTERIORES FUNCIONES DE LOS COMPONENTES ORGÁNICOS QUE ENTRAN A FORMAR PARTE DEL ORGANISMO

### GLUCILOS Y LIPILOS

*Glucidos*: su origen: monosacaridos; disacaridos.—Polisacaridos (anhidrosas).—Glucosidos y pentésidos (descripción en cada caso de las especies de mayor interés).

*Lipidos*: caracteres generales.—Clasificación de los lipoides.—Materias grasas.—Ceras.—Esteroles.—Cerebrósidos.—Fosfátidos.—Protogones.—Liponomas.

*Prótidos*: Métodos de estudio.—Acidos aminados.—Péptidos y polipéptidos.—Síntesis.—Ideas actuales sobre la constitución química de los prótidos.—Modos de encadenamiento, etc., etc.

Propiedades generales y reacciones características.

Clasificación de los prótidos.—Monografías de los más importantes.—Bases exónicas.

Albúminas y globulinas.—Toxialbúminas.—Sueros antitóxicos.—Fibrinógenos y fibrinas.—Caseinógeno y caseinas.—Mucinas.

Mucoides.—Nucleinas: ácidos nucléínicos.—Hemoglobinas.  
Materias colágenas y queratínicas.—Amiloide.—Proteosas y peptonas.

MATERIAS NITROGENADAS NO ALBUMINOIDEAS.—SERIE HETEROCÍCLICA

*Materias nitrogenadas no albuminoideas:* Urea y sus derivados.  
Grupo de la guanidina.

*Serie heterocíclica:* Anillos heterocíclicos: sus clases.—Grupos y especies importantes.—Alcaloides.—Leucomainas.—Tomainas.

FUNCIONALISMO O DINAMISMO EN BIOQUÍMICA

*Catalisis bioquímica*

Catalizadores microheterogéneos.

Diastases o fermentos.—Su origen: su composición química.—  
Modo de acción; complementos activo y activante.

Influencia de la composición, del medio, de la temperatura, etc.

Obtención de fermentos y métodos de purificación (concentración).

Estudio general de las hidrolasas.

Diastases oxidantes y reductoras.

Fermentos de defensa.—Inmunidad.

Trabajo químico de los fermentos.

Métodos de medida.

Tóxicos y antisépticos.

Reacciones de oxidación: fenómenos de respiración.

Síntesis de los fermentos.—Oxidases y catalasas sintéticas.

Kinasas.—Cofermentos y anti fermentos.

## PROGRAMA DE COMPLEMENTOS DE BIOLOGÍA

- 1.º La vida y la muerte.—Fuerzas que obran en los organismos.
- 2.º Elementos biológicos.
- 3.º Teorías sobre el origen de la vida.
- 4.º Las condiciones de la vida.—Integridad de la estructura. La temperatura.—El agua.—La presión osmótica.—La presión manométrica.—Las sustancias oxidables y el oxígeno.—Medios impropios para la vida.—Las conservas alimenticias.
- 5.º La especificidad de las exigencias.—La acomodabilidad al agua, a la temperatura, a la presión osmótica, al régimen alimenticio, al oxígeno.
- 6.º La vida latente.—La muerte.—La inmortalidad primitiva. Origen de la mortalidad.—Modalidades de la muerte.—La línea germinal.—La pérdida de la mortalidad.—Duración de la vida.
- 7.º La célula y su estructura, dimensión y número de células. El protoplasma.—Las secreciones celulares.
- 8.º Comunicaciones intercelulares. — Plasmodesmas.—Apocitias.—Simplástidas.—Evolución de la célula.—Relación entre los órganos de la célula.
- 9.º Disposición de las células.—Lugar de formación de las células.—Células iniciales en las plantas.—Primeras fases embrionarias: tejidos, su origen.
10. Funciones de la célula.—Fenómenos moleculares.—Turgencia y plasmolisis.—Movimiento amiboides e higroscópicos.
11. Los cambios de materia. — Fermentos, clasificación.
12. Modos de alimentación.—Alimentación vacuolar y difusiva.—Mecanismo de la asimilación.
13. Las vitaminas.
14. Alimentación autotrofa.—Las cromófilas. — Mecanismo de la fotosíntesis.
15. La producción de energía y las bacterias.—Respiración aerobia, anaerobia e intramuscular.—Ciclo del nitrógeno y carbono en la Naturaleza.—Desasimilación.
16. La irritabilidad.—Reflejos no nerviosos.—La excitación.—Organos sensoriales.—La anestesia.
17. Excitantes externos: mecánicos, físicos y químicos.



18. Excitantes internos.—Polaridad.—Ritmos.
  19. Las hormonas.
  20. La conducción de la excitación.—La reacción.—Tonos, interferencias y respuestas.
  21. Duración e intensidad de los períodos de un reflejo.—*Mínimum y optimum*.—Relación entre la excitación y la reacción.
  22. Génesis de las células.—División directa e indirecta.—Número de cromosomas.
  23. Conjugación. — Reducción cromática. — Sinapsis.—Fecundación.—Ovogénesis y espermatogénesis.
  24. Interpretación de la carioquinesis y de la sinapsis.—Partenogénesis y efebogénesis.
  25. Determinación del sexo.
  26. Los factores de la evolución.—La herencia.—Híbridos intermedios, unilaterales y generales.
  27. Híbridos mendelianos: sus leyes.
  28. La variación.—La fluctuación.
  29. La mutación.—Aparición de las variaciones.
  30. La selección.—Prolificidad de los organismos.—Lucha por la existencia.—Caracteres seleccionables.
  31. La selección natural, artificial y sexual.—La adaptación.—La transformación, la convergencia y la regresión.
  32. La filogenia y la ontogenia.
  33. Aparato neuro endocrino y vegetativo autónomo.
  34. Transplantaciones, crecimiento, proliferación, regeneración.
- Metastasis.
35. Compendio de embriología de los vertebrados.
  36. Biología de los protozoos parásitos.
  37. Biología de los hongos parásitos.
  38. Biología de los platelmintos parásitos.
  39. Biología de los nematelmintos parásitos.
  40. Biología de los artrópodos parásitos.

## PROGRAMA DE GEOLOGÍA

### GENERALIDADES

*Aplicaciones* LECCIÓN 1.<sup>a</sup> Geología: concepto y división de la misma.—~~Importancia~~ *Importancia* de la Geología.—Historia de la Geología en general y en España.—Breve reseña del XIV Congreso geológico internacional.

## GEOGRAFÍA FÍSICA

### LA TIERRA COMO PLANETA

LECCIÓN 2.<sup>a</sup> *Movimientos, gravedad y magnetismo terrestre.*—Forma y dimensiones de la Tierra.—Movimientos de la misma; sucesión de días y noches y explicación de su desigual duración. Precesión de los equinoccios.—Nutación.—Densidad de la Tierra y variaciones del valor de la gravedad.—Anomalías positivas y negativas. — Magnetismo terrestre: declinación, inclinación e intensidad magnéticas.—Su aplicación a la prospección subterránea.

*Fisiografía*

### ESTRUCTURA Y FISIOLOGÍA TERRESTRE

LECCIÓN 3.<sup>a</sup> Hipótesis sobre el origen y estructura de la Tierra.—Atmósfera.—Composición química y propiedades físicas del aire.—Litosfera e hidrosfera; su distribución en el Globo.—Forma de los continentes.—Caracteres de las grandes cuencas oceánicas.—Depresión mediterránea.

### CLIMATOLOGÍA

LECCIÓN 4.<sup>a</sup> Clima y tiempo; factores climáticos.—Distribución geográfica de la temperatura; isotermas.—Presión atmosférica y su repartición geográfica.—El viento. — Diversos tipos de vientos.—Humedad y lluvia; su repartición geográfica.—Nubes.—Nociones sobre la previsión del tiempo.—Clasificación de los climas; clima de la península ibérica.

### OCEANOGRAFÍA

LECCIÓN 5.<sup>a</sup> Determinación de la profundidad del mar y su repartición.—Naturaleza del fondo del mar.—Propiedades físicas y

químicas del agua del mar; composición, salinidad y densidad.—Color, transparencia y temperatura del mar.—Movimientos: oleaje, mareas y corrientes marinas.

#### HIDROGNOSIA

LECCIÓN 6.<sup>a</sup> *Limnología*. — Definición, estudio y clasificación de los lagos.—*Aguas subterráneas, fuentes y ríos*.—Capas acuíferas libres y cautivas.—Alumbramiento de aguas subterráneas.—Corrientes subterráneas.—Fuentes; sus clases.—Ríos; determinación del caudal y de la velocidad del agua.—Régimen hidrográfico de los ríos.

#### FENÓMENOS GEOLÓGICOS INTERNOS

LECCIÓN 7.<sup>a</sup> *Tectónica geológica*.—Plegamientos; clases de pliegues.—Fallas; sus clases.—Macizos y fosas tectónicas.—Explicación de los fenómenos de plegamiento: teoría del geosinclinal.—Teorías orogénicas de la contracción y de la isostasia.

#### TRASLACIONES CONTINENTALES Y MOVIMIENTOS LENTOS DE LA CORTEZA TERRESTRE.

LECCIÓN 8.<sup>a</sup> Teoría de las traslaciones continentales de A. Wegener: fundamentos de la misma y aplicaciones a la explicación de los fenómenos geológicos.—Movimientos lentos de la corteza terrestre (epirogénicos).—Pruebas de levantamiento y de hundimiento en las costas ibéricas, escandinavas e italianas.

#### VULCANOLOGÍA

LECCIÓN 9.<sup>a</sup> *Volcán*.—Sus partes y naturaleza de los materiales que emiten.—Tipos de erupciones y clases de conos volcánicos.—Fumarolas: su clasificación.—Fuentes hipógenas.—Distribución geográfica de los volcanes.—Teoría del volcanismo y el volcanismo en España.

#### SISMOLOGÍA

LECCIÓN 10. *Terremotos*.—Hipocentro y epicentro.—Ondas sísmicas longitudinales y transversales.—Intensidad y velocidad de las mismas.—Aparatos sísmicos. — Sismogramas.—Fenómenos que



acompañan a los terremotos y efectos de los mismos.—Distribución geográfica de los terremotos y explicación de la misma.—Los terremotos en España.

#### FENÓMENOS GEOLÓGICOS EXTERNOS

LECCIÓN 11. Agentes geológicos externos.—Ciclos geológicos: orogénesis, gliptogénesis y litogénesis.—Erosión; descomposición química y disgregación mecánica. — Denudación (arranque y transporte) y sedimentación. — *Acción geológica del viento*.—Formaciones eólicas.—Dunas: fijación de las mismas.—Dunas de la Península ibérica.—Fenómenos de corrosión.—Loes.—El desierto.

#### ACCIÓN GEOLÓGICA DEL AGUA

LECCIÓN 12. Aguas salvajes.—Aguas corrientes; torrentes, sus partes.—Ríos; rápidos y cascadas; su evolución; modelado de las vertientes; aluvionamiento; meandros.—Perfil de equilibrio; penillanuras.—Capturas.—Terrazas.

#### ACCIÓN GEOLÓGICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA

LECCIÓN 13. Cavernas; estalagmitas y estalagmitas.—Simas, torcas y resurgencias.—Franas o deslizamientos y desprendimientos de tierras.—Acciones químicas del agua subterránea; disolución.—Hidratación; oxidación; caolinización y cementación.

#### ACCIÓN GEOLÓGICA DE LA NIEVE Y DEL HIELO

LECCIÓN 14. Aludes o avalanchas.—Glaciares; formación, estructura y caracteres del hielo glaciario.—Movimiento de los glaciares; su explicación.—Accidentes de las superficies de los glaciares. Régimen hidrográfico del glaciar.—Tipos de glaciares.—Morrenas. Formaciones fluvioglaciares.

#### ACCIÓN GEOLÓGICA DEL MAR

LECCIÓN 15. *Acción geológica en las costas acantiladas*.—Retroceso de los acantilados; formación de la plataforma litoral (de erosión y de sedimentación).—Costas longitudinales y transversales. Foradadas e islas de erosión.—*Acción geológica del mar en las costas bajas*.—Transporte y acumulación; formación del cordón

litoral.—Playas, diques, albuferas, espigas y tómbolos.—*Acción geológica del mar en la desembocadura de los ríos.*—Barras, estuarios y deltas.

#### ACCIÓN GEOLÓGICA DE LOS SERES VIVOS

LECCIÓN 16. *Formaciones vegetales continentales*; turbales o tollas; condiciones de formación, su distribución geográfica y yacimientos españoles.—*Acción geológica de los animales y del hombre.* *Formaciones marinas de los seres vivientes.*—Algas calcáreas.—Arrecifes e islas madreporicas; sus condiciones de formación.—Teorías de Darwin y de Supan-Murray.—Distribución geográfica de las islas madreporicas.

### MINERALOGÍA. — MORFOLOGÍA MINERAL CRISTALOGRAFÍA

#### CONSTITUCIÓN DE LOS CRISTALES Y CONSTANCIA DE SUS ÁNGULOS DIEDROS

LECCIÓN 17. Minerales cristalizados, cristalinos y amorfos. Cristalización y cristal.—Constitución reticular de los cristales.—Ley de la constancia de los ángulos diedros.—Goniómetros de reflexión de un solo limbo.—Goniómetros teodolíticos.

#### SIMETRÍA DE LOS CRISTALES

LECCIÓN 18. Elementos de simetría; centro, ejes y planos.—Relaciones que les ligan.—Formas sencillas y compuestas.—Truncadura, bisel y apuntamiento.—Ley de simetría: formas holoédricas y hemiédricas.

#### PARÁMETROS Y NOTACIONES

LECCIÓN 19. Planos y ejes cristalográficos.—Parámetros y símbolos de las caras.—Formas primitivas y secundarias.—Ley de la racionalidad de los parámetros.—Notaciones cristalográficas de Weiss y de Miller.—Zonas e índices de zona.—Ley de las zonas.

#### DIBUJO Y CÁLCULO CRISTALOGRAFICO

LECCIÓN 20. Representación gráfica de los cristales.—Proyección esférica y perspectiva estereográfica.—Proyección gnomó-



nica.—Cálculo cristalográfico y marcha que se sigue.—Cálculo de la relación áxica de la forma primitiva.—Cálculo de las formas secundarias.—Problemas de zonas.

#### FORMAS MONOMÉTRICAS

LECCIÓN 21. *Clasificación de las formas cristalinas.*—Cristales monométricos.—Formas holoédricas: su notación.—Clases de formas hemiédricas.—Clase tetartoédrica.

#### FORMAS DIMÉTRICAS

LECCIÓN 22. Formas tetragonales holoédricas: su notación.—Clases de formas hemiédricas.—Clase exagonal holoédrica.—Ejes cristalográficos.—Descripción y notación de las pirámides y prismas. Clases hemiédricas.—Clases tetartoédricas y hemimórficas.

#### FORMAS TRIMÉTRICAS

LECCIÓN 23. *Clases de simetría rómbica.*—Formas holoédricas: su notación según Miller.—Clases hemiédrica y hemimórfica.—*Clases de simetría monoclinica.*—Formas holoédricas, hemiédrica y hemimórfica.—*Clases triclinicas, holoédrica y hemiédrica.*

#### AGRUPACIONES E IRREGULARIDADES DE LOS CRISTALES

LECCIÓN 24. Agrupaciones de cristales.—Distintas clases de maclas.—Irregularidades de los cristales.—Formas y estructuras de los minerales cristalinos.—Inclusión de los minerales.

### FÍSICA MINERAL

#### CARACTERES MECÁNICOS

LECCIÓN 25. Elasticidad, cohesión, fractura y exfoliación de los cristales.—Dureza; procedimientos de medida y su relación con la exfoliación.—Curvas de dureza.—Figuras de percusión y maclas por presión.—Procedimientos de determinación del peso específico.



GENERALIDADES SOBRE CARACTERES ÓPTICOS

LECCIÓN 26. Reflexión y refracción de la luz en los cristales.—Reflexión total y refractómetros.—Brillo de los minerales.—Apreciación de diferencias de índices de refracción con el microscopio: cristales uniáxicos y biáxicos.—Cristales positivos y negativos. Relación entre la simetría geométrica y la óptica de los cristales.

APARATOS DE POLARIZACIÓN — LUZ PARALELA

LECCIÓN 27. Prisma de Nicol y microscopio polarizante.—Ortoscopio y conoscopio.—Platina teodolítica.—Caracteres con luz polarizada paralela; colores de interferencia; determinación de los ángulos de extinción y del signo óptico.—Medida de la birrefringencia.

CARACTERES CON LUZ POLARIZADA CONVERGENTE

LECCIÓN 28. Figuras de interferencia en los cristales uniáxicos.—Figuras de interferencia en los cristales biáxicos; curvas isocromáticas e isogiras.—Medida del ángulo de los ejes ópticos.—Polarización rotatoria en luz polarizada paralela y con luz convergente.—Policroísmo.—Fenómenos de polarización en las maclas.

LECCIÓN 29. Caracteres térmicos y electromagnéticos de los cristales.—Magnetismo y radioactividad de los minerales.

QUÍMICA MINERAL

LECCIÓN 30. Composición química de los minerales.—Compuestos hidratados.—Polimorfismo e isomorfismo.—Series isomorfas importantes.—Cristales de mezcla isomorfa; sus propiedades físicas.

ENSAYOS PIROGNÓSTICOS

LECCIÓN 31. Constitución de la llama; dardos de oxidación y de reducción.—Análisis cualitativo por vía seca; ensayos en tubo abierto y cerrado; ensayos sobre el carbón; coloración de la llama; ensayos con las perlas y ensayos de fusibilidad.

ENSAYOS HIDROGNÓSTICOS Y MICROQUÍMICOS

LECCIÓN 32. Disolución de los minerales.—Clasificación de los elementos metálicos.—Reconocimiento de los metales de los cinco grupos.—Reconocimiento de los principales ácidos.—Reacciones microquímicas.

CARACTERES GEOLÓGICOS Y MINEROGÉNESIS

LECCIÓN 33. Distintas clases de yacimientos y asociación de minerales.—Experiencias de síntesis mineralógica.

TAXONOMÍA Y NOMENCLATURA MINERALÓGICA

LECCIÓN 34. Grupos taxonómicos y nomenclaturas. Clasificaciones mineralógicas.—Clasificación adoptada.

CLASE I.—ELEMENTOS QUÍMICOS

LECCIÓN 35. *Orden I. Metaloides.* — Azufre, diamante y grafito.—*Orden II. Semimetales.*—Arsénico, antimonio y bismuto.—*Orden III. Metales pesados.*—Pt, Fe, Au, Ag, Cu y Hg.

CLASE II. COMBINACIONES DEL S, SE, TE, AS, SB Y BI ENTRE SÍ Y CON LOS DEMÁS METALES

LECCIÓN 36. *Orden I. Sulfuros y arseniuros sencillos.*—Protosulfuros; galena, blenda y cinabrio.—Subsulfuros; argentita y calcosina.—Compuestos arseniales; rejalgar y niquelina.—Sesquisulfuros; oropimente, antimonita y bismutita.—Bisulfuros; piritas de hierro, esmaltina, cobaltina y mispikel.

LECCIÓN 37. *Orden II. Sulfuros compuestos o sulfosales.* Sulfosales de hierro y cobre; calcopirita y bornita.—Sulfosales de plata; pirargirita, proustita y frieslebenita.—Sulfosales de cobre (tetraedritas); cobres grises antimoniales y arsenicales.—Sulfosales de plomo.

CLASE II. ÓXIDOS E HIDRATOS

LECCIÓN 38. *Orden I. Óxidos anhidros.*—Monóxidos: cuprita y melaconita.—Sesquióxidos: corindón y oligisto. — Bióxidos:

Cuarzo, tridimita, calcedonias, ágatas y sílex.—Rutilo, zircón, casiterita y pirolusita.—*Orden II. Óxidos hidratados.*—Opalo, limonita y bauxita.

CLASE IV. SALES HALOIDEAS

LECCIÓN 39. *Orden I. Cloruros.*—Sal gema, silvina y carnalita.—*Orden II. Fluoruros.*—Flourita y criolita.

CLASE V. NITRATOS Y CARBONATOS

LECCIÓN 40. *Orden I. Nitratos.*—Nitro y nitratina.—*Orden II. Carbonatos.*—Serie romboédrica y serie rómbica de carbonatos neutros.—Carbonatos básicos de cobre y de cinc.

CLASE VI.—SULFATOS, CROMATOS, TUNGSTATOS Y MOLIBDATOS

LECCIÓN 41. *Orden I. Sulfatos anhidros.*—Anhidrita, baritina, celestina y anglesita. — *Orden II. Sulfatos hidratados.*—Yeso, epsomita, alunita, goslarita, melanterita y calcantita.

CLASE VII.—ALUMINATOS Y FERRATOS

LECCIÓN 42. Espinela y magnetita.

CLASE VIII.—FOSFATOS Y ARSENIATOS

*Orden I. Fosfatos anhidros.*—Apatito y piromorfita.—*Orden II. Fosfatos y arseniados hidratados.*—Monoclínicos: Vivianita, Eritrita y Annabergita.—Fosfatos hidratados uraníferos: Uramita y Autunita.—Fosfato básico: Turquesa.

CLASE IX.—SILICATOS

LECCIÓN 43. Ácidos silícicos y su clasificación.—*Orden I. Silicatos anhidros.*—Silicatos básicos de metamorfismo y hemimórficos.—Ortosilicatos normales y ácidos.

METASILICATOS, POLISILICATOS Y SILICATOS HIDRATADOS

LECCIÓN 44. *Metasilicatos.*—Piroxenos rómbicos y monoclinicos.—Principales especies de anfíboles.—Feldespatoides.—*Polisilicatos.*—Feldespatos potásicos y calcosódicos.—*Orden II. Silicatos hidratados.*—Cristalizados (ceolitas) y amorfos.



## PETROGRAFÍA

### MÉTODO DE ESTUDIO DE LAS ROCAS

LECCIÓN 45. Concepto de roca y procedimientos para su estudio.—Separación de los elementos constitutivos de las rocas.—Estudio microscópico de las mismas.—Análisis químico de las rocas.

### PROPIEDADES GENERALES DE LAS ROCAS

LECCIÓN 46. Composición mineralógica de las rocas.—Minerales petrográficos; esenciales, accesorios, autígenos, alotígenos, cristalinos, idiomorfos y alotrimorfos.—Microlitos, cristalitos y esferolitos.

LECCIÓN 47. Estudio de la composición química de las rocas.—Principales estructuras de las mismas.—Clasificación de las rocas.

### ROCAS ERUPTIVAS

#### CARACTERES GENERALES Y FORMACIÓN

LECCIÓN 48. Orden de cristalización de los minerales: consecuencias.—Teorías de las mezclas y de la diferenciación.—Modificaciones y alteraciones de los minerales petrográficos.—Tectónica de las rocas eruptivas.—Estructura y textura de las mismas: su relación con el yacimiento.—Clasificación de las rocas eruptivas.

#### DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES ROCAS ERUPTIVAS

LECCIÓN 49. *Rocas granitoideas*.—Granitos sienitas, dioritas, gabros y peridotitas.—Caracteres de estas rocas, yacimientos españoles y aplicaciones.

LECCIÓN 50. *Rocas filonianas*.—Pórfidos graníticos, sieníticos y dioríticos.—Aplitas y pegmatitas.—Lampródidos.—Caracteres de estas rocas, yacimientos españoles y aplicaciones.

LECCIÓN 51. *Rocas efusivas o volcánicas*.—Relación entre las rocas intrusivas, las efusivas modernas y las antiguas.—Riolitas, pórfidos cuarcíferos, obsidianas, pómez, pechstein y perlitas.—Traqui-

tas, ortófidos y fonolitas.—Dacitas, andesitas y porfiritas.—Diabasas y ofitas; basaltos y meláfidos; picritas.—Caracteres, yacimientos y aplicaciones.

#### ROCAS SEDIMENTARIAS

LECCIÓN 52. Definición; composición mineralógica y química; diagénesis; modos de yacer; estructuras y clasificación.—*Precipitados; su formación.*—Conservación de las sales solubles en las formaciones geológicas.—Criaderos de sales.—Yacimientos españoles de sales; descripción del de Cardona.—Cuenca de sales potásicas Cardona-Suria.

LECCIÓN 53. *Rocas detríticas o clásticas.*—Cascajo, grava y arena; falun y tierra vegetal.—Conglomerados, pudingas y brechas. Areniscas, arcosas y grauvacas.—Arcillas, pizarras y margas.—Caracteres y aplicaciones de estas rocas.

LECCIÓN 54. *Carbonatos.*—Calizas, lumaquelas, creta, toba caliza o travertino, alabastro y caliza litográfica.—Dolomias.—Caracteres y aplicaciones.—*Rocas silíceas.*—Tripoli o tierra de diatomeas; lidita o piedra de toque, sílex molar y travertino silíceo.—Caracteres y aplicaciones.

LECCIÓN 55. *Rocas carbonosas.*—Turba, lignito, hulla y antracita.—Formación de los carbones minerales.—Yacimientos españoles.—*Asfaltos, betunes y pez mineral.*—Yacimientos españoles y aplicaciones.—*Petróleos o aceites minerales.*—Obtención de los distintos productos industriales derivados de ellos.—Yacimientos célebres.—Cuenas petrolíferas españolas.—Investigación de yacimientos petrolíferos.—Origen de los petróleos.

LECCIÓN 56. *Rocas ferruginosas más importantes.*—Rocas sedimentarias de origen volcánico (piroclásticas).—Conglomerados, brechas y tobas volcánicas.

#### ROCAS METAMÓRFICAS O PIZARRAS CRISTALINAS

LECCIÓN 57. Metamorfismo; sus agentes.—Zonas o niveles críticos; minerales de cada uno de ellos.—Metamorfismo de contacto o regional.—Influencia de la roca afectada por el metamorfismo.—Endomorfismo.—Estructura de las rocas metamórficas.—Yacimiento y clasificación de las mismas.—Descripción de las principales rocas metamórficas.—Yacimientos españoles y aplicaciones.

## APÉNDICE AL ESTUDIO DE LAS ROCAS

### METEORITOS

LECCIÓN 58. Caracteres, composición mineralógica y estructura.—Clasificación de los meteoritos.—Meteoritos caídos en España.

LECCIÓN 59. Disyunción y divisibilidad de las rocas y propiedades técnicas de las mismas.

## GEOLOGÍA ESTRATIGRÁFICA O HISTÓRICA PALEONTOLOGÍA

### ESTRATIGRAFÍA

LECCIÓN 60. Estratificación regular y cruzada.—Huellas superficiales.—Estratos concordantes y discordantes; discordancia paralela y angular.—Transgresiones y regresiones marinas.—Explicación de las transgresiones y regresiones; leyes de Haug.

### GEOLOGÍA HISTÓRICA

LECCIÓN 61. Métodos petrográfico y paleontológico.—Concepto y clasificación de las facies; su aplicación a la determinación de las circunstancias paleogeográficas.—Determinación de la edad de las rocas sedimentarias.—Idem de las rocas eruptivas.—Determinación de la edad de las rocas sedimentarias.—Idem de las rocas eruptivas.—Determinación de la edad de las montañas y plegamientos.—Paleogeografía; su método.—Divisiones estratigráficas y cronológicas.

### PALEONTOLOGÍA

LECCIÓN 62.—Fósiles y fosilización.—Importancia geológica de los fósiles.—Clases principales de vegetales y animales fósiles.

### ERA ARCAICA

LECCIÓN 63. Definición y división.—Sistema arcaico; caracteres y distribución geográfica.—El arcaico en España.—Sistema algonquino; rocas y fósiles; distribución geográfica.—Paleogeografía de la era arcaica.



ERA PRIMARIA O GRUPO PALEOZOICO

LECCIÓN 64. Definición.—Paleontología: foraminíferos, espongiarios, celentéreos (graptolites), equinodermos, braquiópodos, cefalópodos, trilobites, peces y reptiles primarios.—Flora primaria.—Estratigrafía.—División de la era primaria. — Sistemas o períodos cámbrico, silúrico, devónico y antracólico (carbonífero y pérmico). Fósiles y rocas de cada uno de ellos.—Paleografía.—Distribución en España.

ERA SECUNDARIA O GRUPO MESOZOICO

LECCIÓN 65. Definición y limitación.—Paleontología.—Corales.—Equinodermos, braquiópodos, cefalópodos (ammonites y belemnites), rudistidos, peces, batracios, reptiles, aves y mamíferos secundarios.—Estratigrafía.—División del grupo mesozoico.—Sistemas o períodos triásico, jurásico y cretácico.—Fósiles, rocas, paleografía y distribución en España de cada uno de ellos.

ERA TERCIARIA O GRUPO CENOZOICO

LECCIÓN 66. Definición y limitación.—Paleontología.—Numulites.—Mamíferos terciarios.—Estratigrafía.—División de la era terciaria.—Sistemas o períodos eógenos (eoceno y oligoceno) y neógenos (mioceno y plioceno).—Fósiles, rocas, paleogeografía y distribución en España de cada uno de ellos.

ERA CUATERNARIA O GRUPO ~~PLEISTOCENO~~ antropozoico.

LECCIÓN 67. Definición y separación de los pisos superiores <sup>del Terciario</sup>.

Glaciarismo cuaternario; hipótesis para su explicación. — Paleontología.  
División en períodos: Glacial, Siberial o pleistoceno y aluvial u holoceno.

Lección 68. Prehistoria.

Antigüedad del hombre.

Razas prehistóricas.

Épocas y edades correspondientes a los períodos paleolítico, neolítico y de los metales. Prehistoria española y vascuense.

## LECCIONES PRÁCTICAS

### PROYECCIÓN DE PANORAMAS GEOLÓGICOS

#### FENÓMENOS GEOLÓGICOS DE ORIGEN INTERNO

Plegamientos y fallas.

Panoramas volcánicos de fumarolas y de fuentes hipógenas.

#### FENÓMENOS GEOLÓGICOS EXTERNOS

Acción geológica del viento. Panoramas de dunas.

Idem geológica de las aguas continentales.

Idem de la nieve y del hielo. Panoramas de glaciares.

Idem erosiva de los mares.—Panoramas de erosión costera.

### PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Prácticas goniométricas.

Determinación de la simetría de cristales.

Observación de parámetros y notaciones de los mismos.

Proyección estereográfica de formas cristalinas.

Reconocimiento de formas holoédricas y hemiédricas de las distintas clases de simetrías monométricas, dimétricas y trimétricas.

Determinación de la dureza y peso específico de minerales.

Reconocimiento microscópico de minerales y rocas.

Obtención de preparaciones microscópicas para su estudio óptico.

Observación de caracteres ópticos con luz polarizada paralela.

Idem con luz polarizada convergente.

Idem de fenómenos de polarización rotatoria.

Ensayos pirométricos de minerales.

Ensayos hidrométricos y reacciones microquímicas.

Reconocimiento óptico y ensayos químicos de los principales minerales descritos en las clases orales.

Observación microscópica de la composición mineralógica y estructura de rocas ígneas.

Idem de rocas sedimentarias y metamórficas.

Reconocimiento y clasificación de fósiles.



PRÁCTICAS DE CAMPO: EXCURSIONES

Estudios estratigráficos y recolección de minerales, rocas y fósiles.

Excursiones por la ribera del Huerva para la observación de las siguientes formaciones geológicas:

- 1<sup>a</sup> Superposición de los sedimentos cuaternarios (aluviales y diluviales) sobre los yesos miocenos (terciarios) puestos al descubierta en el meandro que forma el río Huerva, junto al Rincón de Goya en el parque de Primo de Rivera.
- 2<sup>a</sup> Estudio de las formaciones jurásicas de Muel (cerro negro) y las del pantano de Mezalocha.
- 3<sup>a</sup> Idem de los sedimentos jurásicos, cretácicos y paleógenos (terciarios) del embalse del proyectado pantano de las Forcas de Fosos.
- 4<sup>a</sup> Idem de la formación siluriana de la región alta del río Huerva. Reconocimiento de sus rocas intrusivas.



## PROGRAMA DE QUÍMICA INORGÁNICA

(Primer curso).—Plan nuevo.

LECCIÓN 1.<sup>a</sup> Naturaleza del fenómeno químico. Combinación.—Descomposición.

Elemento y cuerpo simple.

Leyes estequiométricas de la transformación química.

LECCIÓN 2.<sup>a</sup> Fenómenos que se manifiestan en la transformación química.

Energía.

Termoquímica.

LECCIÓN 3.<sup>a</sup> *Propiedades de los gases.*

Leyes.

Teoría cinético-molecular.

Licuaación de los gases.

Licuaación de los gases.—Temperatura crítica.

LECCIÓN 4.<sup>a</sup> Leyes volumétricas de las combinaciones gaseosas.

Pesos moleculares y de combinación.

Pesos atómicos.

LECCIÓN 5.<sup>a</sup> Idea acerca de la constitución del átomo.

Primera noción sobre la valencia.

Pesos equivalentes.

LECCIÓN 6.<sup>a</sup> *Disolución:* Su estudio. Difusión.

La temperatura y la solubilidad. Calor de disolución.

Disolución de los disolventes no miscibles. Ley de partición.

Disolución de los gases. Ley de Henry.

LECCIÓN 7.<sup>a</sup> Tensión de vapor y punto de ebullición de las disoluciones.

Presión osmótica y sus leyes.

LECCIÓN 8.<sup>a</sup> Hidrógeno.

LECCIÓN 9.<sup>a</sup> Halógenos.

LECCIÓN 10. Halogenuros de hidrógenos.—Hidrácidos.

Combinaciones de los halógenos entre sí.

LECCIÓN 11. Oxígeno. Catalisis.

LECCIÓN 12. Agua. Disociación.

LECCIÓN 13. Ozono. Agua oxigenada.—Alotropia.

LECCIÓN 14. Oxidos, anhídridos y oxiácidos de los halógenos.

LECCIÓN 15. Azufre. Sulfuro de hidrógeno.

LECCIÓN 16. Bióxido de azufre. Acido sulfuroso.  
Sulfitos.—Trióxido de azufre: Su obtención por contacto.

LECCIÓN 17. Acido sulfúrico. Proceso de las cámaras de plomo. Propiedades.—Sulfatos.

LECCIÓN 18. Acido tiosulfúrico y tiosulfato.  
Idem persulfúrico y monopersulfúrico.  
Idem hidrosulfuroso e hidrosulfulto.

LECCIÓN 19. Serie tiónica.  
Derivados halogenados del azufre y de su oxácido.  
Selenio y telurio: sus principales compuestos.

LECCIÓN 20. *Equilibrios químicos.*

Idea elemental de velocidad de reacción; influencia sobre ella de la temperatura.

Reacciones reversibles. Ley de la concentración molecular o de la masa.

Sistemas homogéneos y heterogéneos.

Influencia de la temperatura en el equilibrio.

Leyes de Van't Hoff y de Le Châtelier.

LECCIÓN 21. Equilibrio en sistemas heterogéneos. Regla de las fases.

LECCIÓN 22. Acidos, base y sales. Definiciones.

Radicales.

Propiedades comunes de estas funciones químicas.

#### COMPUESTOS NO ELECTROLITOS

Ionización.

Iones y electrolisis. Transporte iónico. La ionización, la conductibilidad y la actividad química.

LECCIÓN 23. Desplazamiento. Serie electromotriz de los motores.

Equilibrio iónico. Precipitación y neutralización.

Volumetría en general.

Electrolisis de las sales.

LECCIÓN 24. Nitrógeno.

Amoniacó. Amoniacatos.

LECCIÓN 25. Hidrácina. Hidrosilamina. Acido nítrico.

Compuestos del nitrógeno con los halógenos del azufre.

LECCIÓN 26. Series de los compuestos oxigenados y oxiácidos del nitrógeno.

LECCIÓN 27. Halogenuros de los radicales ácidos del nitrógeno.

Aire atmosférico.

Cuerpos simples de valencia cero. Helio, Neo, Argo, Cripto, Xeno y Nito o Rado.

LECCIÓN 28. Fósforo.—Hidruros. Alogenuros.

Combinaciones con el azufre y nitrógeno.

LECCIÓN 29. Oxidos y oxiácidos del fósforo.

LECCIÓN 30. Arsénico y antimonio. Compuestos más importantes.

Bismuto: principales compuestos.

LECCIÓN 31. Carbono. Carbones.

Adsorción.

Oxido y bióxido de carbono.

Acido carbónico.

LECCIÓN 32. Combustión. Llamas.

Gasógenos de gas pobre y de gas de agua. Combinación del carbono con los halógenos con el azufre y nitrógeno.

LECCIÓN 33. Silicio y sus principales compuestos.

Estado coloidal.

Boro y sus principales compuestos.

LECCIÓN 34. Primera idea de la clasificación periódica de los elementos.

LECCIÓN 35. Caracteres generales de los metales: presentación en la Naturaleza y métodos de extracción de los minerales que los contienen.

Propiedades, clasificación, nomenclatura y métodos generales de obtención de los óxidos, hidróxidos y principales géneros salinos.

LECCIÓN 36. Aleaciones. Análisis térmico. Diagramas de equilibrio de una mezcla binaria.



Mezclas entécticas, cristales mixtos y compuestos definidos.

LECCIÓN 37. Litio y Sodio. Sus principales compuestos.

LECCIÓN 38. Potasio: compuestos importantes.

LECCIÓN 39. Rubidio-Cerio.

Amonio y sus compuestos.

LECCIÓN 40. Cobre, Plata, Oro.

LECCIÓN 41. Compuestos más importantes del cobre, plata y oro.

LECCIÓN 42. Berilio, Magnesio y sus principales compuestos.

LECCIÓN 43. Calcio, Estroncio y Bario.

Oxidos e hidróxidos.

LECCIÓN 44. Sales más importantes de Calcio, Estroncio y Bario.

Radio. Radioactividad.

LECCIÓN 45. Zinc, Cadmio y Mercurio.

Principales compuestos de estos tres metales.

LECCIÓN 46. Aluminio y compuestos más importantes.

LECCIÓN 47. Galio. Indio y Talio.

Titano, Circonio, Hafnio y Torio.

Principales compuestos.

LECCIÓN 48. Metales de tierras raras.

LECCIÓN 49. Germanio.

Plomo y sus compuestos.

LECCIÓN 50. Vanadio, Nibio y Tántalo.

Cromo. Principales compuestos de estos metales.

LECCIÓN 51. Molibdeo, Tungsteno y Urano.

Principales compuestos.

LECCIÓN 52. Manganeso y compuestos principales.

LECCIÓN 53. Hierro, Variedades comerciales, Compuestos principales.

LECCIÓN 54. Cobalto y Níquel con sus principales combinaciones.

LECCIÓN 55. Metales de la mena del Platino. Rutenio, Rodio, Paladio, Osenio, Iridio y Platino.

LECCIÓN 56. Complejos. Número y valencia de coordinación. Nomenclatura de los complejos.

## PROGRAMA DE QUÍMICA ORGÁNICA

(Primer curso)

LECCIÓN 1.<sup>a</sup> Caracteres generales de las reacciones en Química orgánica. Principio del encadenamiento y su aplicación a la representación de las especies carbonadas. Causas de la multiplicidad de especies carbonadas. Isimería, metamería, polimería, tautomería.

LECCIÓN 2.<sup>a</sup> Fundamentos de la representación tetraédrica del carbono. Formas de la isomería estereoquímica y deducción del número de isómeros geométricos.

LECCIÓN 3.<sup>a</sup> Operaciones más frecuentes para la separación de especies orgánicas. Determinación de las constantes físicas más empleadas en la caracterización de las especies.

LECCIÓN 4.<sup>a</sup> Análisis elemental cualitativo. Fundamento de los métodos clásicos de análisis elemental cuantitativo. Medios más empleados para fijar la magnitud molecular de las especies orgánicas.

LECCIÓN 5.<sup>a</sup> División de las especies orgánicas para su estudio. Concepto del grupo funcional.

### COMPUESTOS ACÍCLICOS

Características de los compuestos acíclicos. Funciones propias de la serie acíclica.

LECCIÓN 6.<sup>a</sup> CARBUROS ACÍCLICOS: división. Carburos saturados: nomenclatura, métodos generales de preparación y propiedades. Estudio del metano y etano.

LECCIÓN 7.<sup>a</sup> Carburos eténicos: generalidades. Estudio del enlace eténico. Monografías del eteno, butadieno e isopreno.

LECCIÓN 8.<sup>a</sup> Carburos etínicos: generalidades. Carácter del grupo etínico. Estudio del etino. Carburos alénicos. Enumeración de los principales productos carburados naturales.

LECCIÓN 9.<sup>a</sup> Derivados halogenados de los carburos de hidrógeno. Generalidades de los distintos grupos. Estudio del cloriformo y yodoformo.

LECCIÓN 10. *Funciones oxigenadas acíclicas.* FUNCIÓN ALCOHÓLICA. Composición, división, nomenclatura, caracteres genera-

les y formación del grupo funcional alcohólico. **MONOLES:** generalidades.

**LECCIÓN 11.** Estudio del metanol y del etanol. **ETENOLES:** generalidades. **POLIOLES:** generalidades.

**LECCIÓN 12.** Estudio del etanodiol, prepanotriol e isomerías de los tetroles, pentoles y exoles de igual número de átomos de carbono que funciones. **OXIDOS ALCOHÓLICOS:** generalidades. Estudio del etano-oxi-etano.

**LECCIÓN 13.** *Funciones carbonílicas:* formación, propiedades e investigación del grupo carbonilo. **ALDEHIDOS:** generalidades. Estudio del metanal y del etanal.

**LECCIÓN 14.** Acetonas: generalidades. Estudio de la propanoaa. Etenales. *Aldehidos y acetonas de función alcohólica.* **AZÚCARES:** división.

**LECCIÓN 15.** **MONOSAS:** generalidades. Idea de las pentosas de cinco átomos de carbono.

**LECCIÓN 16.** *Exosas:* estudio de las glucosas, manosas, galactosas y fructosas. Representación estereoquímica de las aldosesas.

**LECCIÓN 17.** *Poliosas:* síntesis y generalidades. Estudio de la sacarosa, maltosa, lactosa y rafinosa.

**LECCIÓN 18.** **HIDRATOS DE CARBONO:** generalidades. Estudio de la dextrina, almidón y celulosa.

**LECCIÓN 19.** Grupo **CARBOXÍLICO:** constitución y formación. **MONOICOS:** generalidades. Cloruros y anhídridos de ácidos. **ETENOICOS:** generalidades.

**LECCIÓN 20.** Estudio del metanoico, etanoico, exa y octodecanoico normales, y octodecilenos oicos. Separación de los ácidos grasos. Aplicaciones.

**LECCIÓN 21.** **POLIOICOS:** generalidades. Estudio de los términos segundo, tercero y cuarto. Generalidades de los polioicos eténicos. Isomerías eténicas.

**LECCIÓN 22.** **OLOICOS:** generalidades. Estudio de los propanoicoicos. Butanoldioicos y butanodioldioicos.

**LECCIÓN 23.** Estudio del ácido cítrico. Funciones sulfuradas: enumeración y relaciones con las oxigenadas.

**LECCIÓN 24.** **ETERES (ésteres):** generalidades. Estudio de la eterificación. Idea de algunos éteres de ácido orgánico y monol.

**LECCIÓN 25.** Eteres de ácido orgánico y poliol. Cuerpos grasos, Eteres de ácido mineral y monol.



LECCIÓN 26. Eteres nítricos de la glicerina. Explosivos en general. Derivados nitrados: generalidades. Características de los pseudo ácidos.

LECCIÓN 27. *Funciones nitrogenadas*: AMINAS y AMONIOS: generalidades. Estudio de las metilaminas.

LECCIÓN 28. Aminas de función ácida: generalidades. Polipéptidos. NITRILOS: generalidades. Estudio del metano-nitrilo y de los cianuros sencillos. Etanodinitrilo.

LECCIÓN 29. Iones complejos cianurados: estudio de los ferro y ferricianuros de potasio y hierro. CARBILAMINAS: generalidades. AMIDAS: generalidades de las monoamidas.

LECCIÓN 30. ACIDOS AMICOS: generalidades. Carbonatos y uretanos. POLIAMIDAS: generalidades, estudio de la urea. Clasificación de los derivados de la urea.

LECCIÓN 31. *Grupo púrico*: Constitución y derivados de la purina. Estudio del ácido úrico. IMIDAS: generalidades. Estudio de la carbimida y del ácido cianúrico. Cianamida: Aplicaciones.

LECCIÓN 32. Derivados aminados del ácido sulfocarbónico. Sulfocarbimida. Acidos sulfociámicos y sulfocianuros. Carbiloxina: fulminatos. Derivados fosforados y arseniados.

LECCIÓN 33. Compuestos silico-orgánicos. Derivados organometálicos en general. Derivados organomagnesianos mixtos: su importancia.

#### ENCADENAMIENTOS CERRADOS HOMOGÉNEOS

##### COMPUESTOS ISOCÍCLICOS

LECCIÓN 34. Características de la cadena isocíclica. Estabilidad de las cadenas isocíclicas. Funciones propias de esta serie y nomenclatura. Breve descripción de los compuestos ciclopropanicos, ciclobutánicos, ciclopentánicos y ciclo-exánicos.

LECCIÓN 35. GRUPO TERPÉNICO: generalidades y constitución de los encadenamientos terpénicos. Nomenclatura y notación. Terpenos monocíclicos. Idea de los compuestos mentánicos.

LECCIÓN 36. Terpenos policíclicos: generalidades. Sucinta descripción del pino, canfeno, borneol y alcánfor ordinario.

COMPUESTOS CÍCLICOS

LECCIÓN 37. Concepto de núcleo: diferencias con la cadena cerrada. SERIE AROMÁTICA. Estudio del benceno como eje de la serie. Derivados por sustitución en el benceno. Fórmulas representativas del benceno. Fijación de las posiciones de bisustitución. Orientación de los restos sustituyentes.

LECCIÓN 38. Funciones de la serie aromática. *Carburos aromáticos*. División. *Carburos bencénicos*: métodos generales de preparación y propiedades. Sucinta monografía del tolueno, xileno, trimetilbenceno y cimeno.

LECCIÓN 39. Carburos bencénicos con cadenas no saturadas: generalidades. Carburos polibencénicos unidos directamente o por restos acíclicos. Estudio del difenilo y del difénil y trifenilmetano.

LECCIÓN 40. CARBUROS POLICÍCLICOS. Grupos del naftaleno y antraceno. Obtención, propiedades y constitución de ambos carburos.

LECCIÓN 41. Derivados halogenados y nitrados de los carburos aromáticos: generalidades. Estudio del cloruro de bencilo, del nitrobenceno y de los nitrotoluenos. Compuestos sulfónicos: generalidades y aplicaciones.

LECCIÓN 42. *Funciones oxigenadas en el núcleo*. Generalidades de FUNCIÓN FENÓLICA. Eteres fenólicos. Estudio del fenol ordinario, del timol y de los naftoles.

LECCIÓN 43. Nitro y nitrosofenoles. Estudio del ácido picrico. POLIFENOLES: generalidades. Monografías de la priocatequina, guayacol, resorcina, hidroquinona, orcina y pirogayol.

LECCIÓN 44. QUINONAS: generalidades. Estudio de la ordinaria. Quinonas de función fenólica: Estudio de la alizarina y purpurina.

LECCIÓN 45. *Funciones oxigenadas en las cadenas*. Generalidades de alcoholes, aldehidos y acetonas aromáticas. Breve monografía de los alcoholes bencílico y cinámico y de los aldehidos benzoico y cumínico.

LECCIÓN 46. Ácidos aromáticos: generalidades. Estudio de los ácidos benzoicos, cumínico y ftálicos.—Ftaleinas.

LECCIÓN 47. Funciones oxigenadas en el núcleo y en las

cadenas. Fenoles y fenoles: generalidades. Idea de la saligenina, aurinas, ácido rosólico, aldehidos salicílicos y banillina.

LECCIÓN 48. Fenólicos: generalidades. Estudio de los ácidos salicílico y agálico. Taninos: aplicaciones.

LECCIÓN 49. *Funciones nitrogenadas*. División. AMINAS FENÓLICAS: generalidades. Estudio de la anilina, toluidinas y difenilaminas.

LECCIÓN 50. Estudio de los derivados del diamino difenilmetano (verdes malaquita) y del triaminotrifetilmetano (pararosaanilina y fuchsina). AMINAS y NITRILAS AROMÁTICAS: generalidades.

LECCIÓN 51. AMIDAS e IMIDAS AROMÁTICAS: generalidades. Estudio de la sacarina. OXIMAS e HIDROXILAMINAS AROMÁTICAS: generalidades.

LECCIÓN 52. *Grupos funcionales binitrogenados en el núcleo*: división. COMPUESTOS DIAZOICOS y DIAZOAMINADOS: generalidades.

LECCIÓN 53. COMPUESTOS AZOICOS, azoxicos, oxiazóicos y aminazóicos: generalidades. Teoría general de las materias colorantes.

LECCIÓN 54. Materias colorantes azoicas. — HIDRACINAS: generalidades. Estudio de la fenilhidracina.—Hidrazóicos: transposición bencidílica y semidínica.—Ácidas: generalidades.

#### COMPUESTOS HETEROCÍCLICOS

LECCIÓN 55. Elementos de cierre de las cadenas heterocíclicas: División para su estudio. CADENAS CERRADAS POR EL OXÍGENO Y EL AZUFRE.—Estudio general y constitución de las principales.

LECCIÓN 56. CADENAS CERRADAS POR EL NITRÓGENO: división. *Compuestos heterocíclicos mononitrogenados*. GRUPOS PIRROLÍCO E INDOLÍCO. Constitución, monografía de las especies más notables.—Carbazol.

LECCIÓN 57. GRUPO PIRIDÍCO: formación, propiedades y constitución del núcleo pirídico. Generalidades de las bases pirídicas de función sencilla. Estudio de la piridina. Oxipiridina.

LECCIÓN 58. Ácidos piridino carbónicos. — Derivados hidrogenados de la piridina.—Generalidades de los compuestos piperídicos. — GRUPOS QUINOLEICO E ISOQUINOLEICO: generalidades y constitución. Estudio de la quinoleína e isoquinoleína.



**LECCIÓN 59. GRUPO ACRIDINICO:** generalidades. Compuestos heterocíclicos binitrogenados: constitución de los pirazoles, pirazolina y pirazonas. Estudio de la antipirina, isoantipirina y piramidón. Indazoles y glioxalinas: generalidades.

**LECCIÓN 60.** Diazinas y safraninas: generalidades. *Compuestos heterocíclicos tri y tetranitrogenados:* generalidades de los triazoles, triazinas, tetrazoles y tetrazinas. *Cadenas heterocíclicas cerradas por oxígeno y nitrógeno.* Oxazoles y oxazinas.

**LECCIÓN 61. ALCALOIDES NATURALES.** Estado natural, propiedades generales, separación y clasificación. Estudio de los más vulgarmente empleados en Medicina.

**LECCIÓN 62.** Glucósidos en general.

## PROGRAMA DE QUÍMICA ORGÁNICA

(Segundo curso)

### SERIE CÍCLICA

LECCIÓN 1.<sup>a</sup> Encadenamiento cíclico.—Diferencia entre cadena cerrada y núcleo. — División de los compuestos cíclicos.

Compuestos isocíclicos. — Estabilidad de las cadenas cerradas isocíclicas.—Funciones de la serie isocíclica.—Nomenclatura de los compuestos isocíclicos.

LECCIÓN 2.<sup>a</sup> Compuestos ciclopropánicos, ciclobutánicos y ciclopentánicos.—Enumeración de las especies más importantes.

LECCIÓN 3.<sup>a</sup> Compuestos ciclohexánicos. — Métodos generales de preparación.—Idea de los hidrocarburos, alcoholes y ácidos hexametilínicos.

LECCIÓN 4.<sup>a</sup> Grupo de los terpenos: generalidades y constitución de los encadenamientos terpénicos.—Nomenclatura y notación.—Terpenos monocíclicos.—Grupo del mentano.—Idea de los carburos mentánicos del mentol, terpina, terpinol y mentona.

LECCIÓN 5.<sup>a</sup> Terpenos policíclicos: generalidades.—Pineno, canfeno, alcanfores Borneol y alcanfor ordinario.

LECCIÓN 6.<sup>a</sup> Concepto del núcleo.—Elementos que pueden integrar el núcleo.—División de los núcleos.—Núcleos homocíclicos.

### SERIE AROMÁTICA

Estudio del benceno como eje de la serie.—Obtención y propiedades del benceno.

LECCIÓN 7.<sup>a</sup> Derivados sustituidos del benceno.—Constitución del benceno.—Fórmulas del benceno.

LECCIÓN 8.<sup>a</sup> Fijación de las posiciones de bisustitución en el benceno.—Derivados polisustituidos.—Orientación de los restos sustituyentes.—Funciones principales de la serie aromática.

LECCIÓN 9.<sup>a</sup> Carburos aromáticos: división.—Carburos bencénicos: métodos generales de preparación, propiedades y aplicaciones de los carburos bencénicos de cadenas saturadas.—Idea del tolueno, xileno, trimetilbenceno y cimenó.

LECCIÓN 10. Carburos bencénicos de cadenas no saturadas: generalidades.—Carburos bencénicos de cadenas aromáticas.—Estu-

dio del difenilo.—Carburos polibencénicos unidos por restos acíclicos: generalidades.—Difenil y trifenilmetano.

LECCIÓN 11. Carburos policíclicos. — Grupo naftalénico: obtención, propiedades y constitución del naftaleno.

LECCIÓN 12. Grupo antracénico: obtención, propiedades y constitución del antraceno.—Fenantreno.

LECCIÓN 13. Derivados halogenados y nitrados de los carburos bencénicos.—Estudio del cloruro de bencilo, del nitrobenzeno y de los nitrotoluenos.

LECCIÓN 14. Derivados nitrosados aromáticos: generalidades. Compuestos sulfónicos: generalidades. Aplicaciones.

LECCIÓN 15. Funciones oxigenadas en el núcleo.—Generalidades de la función fenólica.—Eteres fenólicos.

LECCIÓN 16. Estudio del fenol ordinario, del timol y de los naftoles. — Nitro y nitrosofenoles.—Estudio del ácido pícrico.

LECCIÓN 17. Polifenoles: generalidades.—Estudio de la pirocatequina, guayacol de la resorcina, hidroquinona, orcina y pirogallo.

LECCIÓN 18. Quinonas: generalidades.—Quinonas de función fenólica: estudio de la alizarina y purpurina.

LECCIÓN 19. Funciones oxigenadas en las cadenas.—Generalidades de los alcoholes y aldehidos aromáticos.—Idea de los alcoholes bencílico y cinámico y de los aldehidos benzoico y cumínico.

LECCIÓN 20. Acetonas y ácidos aromáticos: generalidades.

LECCIÓN 21. Estudio de los ácidos benzoico, cumínico y ftálico.—Ftaleinas en general.

LECCIÓN 22. Funciones oxigenadas en el núcleo y en las cadenas.—Fenoles: generalidades.—Idea de la saligerina, aurina y ácido rosólico.—Fenolales: generalidades.—Idea de los aldehidos salicílico y de la vanillina.

LECCIÓN 23. Fenolicoes: generalidades. — Estudio de los ácidos salicílico y agállico.—Taninos: aplicaciones.

LECCIÓN 24. FUNCIONES NITROGENADAS: división. — Aminas fenólicas: generalidades.—Estudio de la anilina, toluidinas y difenilamina.

LECCIÓN 25. Generalidades de las aminas fenólicas de función alcohólica.—Derivados del diaminotrifenilmetano (verde malaquita) y del triaminotrifenilmetano (parrosanilina y fuchsina).



LECCIÓN 26. Generalidades de las aminas, nitrilos, carbilaminas, amidas e imidas aromáticas.—Estudio de la sacarina.—Oximas aromáticas: generalidades.—Hidroxilaminas aromáticas: generalidades.

LECCIÓN 27. Funciones binitrogenadas en el núcleo: división.—Compuestos diazoicos: generalidades. — Estudio del diazobenceno.

LECCIÓN 28. Compuestos azoicos: generalidades. — Teoría general de las materias colorantes.

LECCIÓN 29. Materias colorantes azoicas. — Aminoazoicos. Hidracinas: generalidades.—Estudio de la fenilhidracina.—Hidrazoicos.—Transposición bencidínica y semidínica.—Azidas.

LECCIÓN 30. COMPUESTOS HETEROCÍCLICOS.—Elementos de cierre.—División de los compuestos heterocíclicos.—*Cadenas cerradas por el oxígeno*.—Grupo furfuránico: generalidades.—Estudio del furfurano, del alcohol furfurólico y del aldehído y ácido pirumúico.

LECCIÓN 31. Grupos de la cumarona, pyrona y cromona: generalidades.—*Cadenas cerradas por el azufre*.—Grupo del tiofeno: generalidades.—Estudio del tiofeno.

LECCIÓN 32. *Cadenas cerradas por el nitrógeno*.—División. *Compuestos heterocíclicos mononitrogenados*.—Grupo del pirrol: generalidades.—Estudio del pirrol.—Idea de los ácidos pirrólicos, de la pirrolina y pirrolidina.

LECCIÓN 33. Grupo indólico: generalidades.—Estudio del indol, indoxilo, insatina e indigotina.—Carbazol.

LECCIÓN 34. Grupo pirídico: preparación, propiedades y constitución del núcleo pirídico.—Generalidades de las bases pirídicas de función sencilla.—Estudio de la piridina.—Oxipiridina.

LECCIÓN 35. Ácidos piridino-carbónicos.—Derivados hidrogenados de la piridina.—Generalidades de los compuestos piperídicos.—Grupo quinoléico: generalidades.—Estudio de la quinoleína.

LECCIÓN 36. Oxiquinoleínas: generalidades.—Grupo isoquinoleico: estudio de la isoquinoleína.—Grupo de la acridina: generalidades.—*Compuestos heterocíclicos binitrogenados*.—Pirazoles, pirazolina y pirazonas: generalidades.—Estudio de la antipirina, isoantipirina y piramidón.

LECCIÓN 37. Indazoles y glioxalinas: generalidades.—Diazinas: división y generalidades.—Safraninas.—*Compuestos heterocí-*

*clicos trinitrogenados.*—Triazoles y triazinas: generalidades.—*Compuestos heterocíclicos tetranitrogenados:* tetrazoles y tetrazinas.—*Cadenas cíclicas cerradas por el oxígeno y por el nitrógeno.*—Oxazoles, oxazinas y oxo-oxidiazoles.

LECCIÓN 38. ALCALOIDES. — Estado natural, preparación, propiedades generales y clasificación.—Alcaloides de las colchicáceas. Veratrina y cebadina.

LECCIÓN 39. Alcaloides de las papaveráceas.—Morfina, codeína, thebaina, papaverina, narceína y narcotina.

LECCIÓN 40. Alcaloides de las ranunculáceas.—Aconitina. Alcaloides de las rubiáceas.—Quinina y cinconina.

LECCIÓN 41. Alcaloides de las solanáceas. — Grupo de la atropina: constitución.—Grupo de la cocaína: estudio y constitución de la cocaína y ecgonina.—Alcaloides del tabaco: nicotina.

LECCIÓN 42. Alcaloides de las estricneas. — Estricnina y brucina.—Alcaloides de las rutáceas: pilocarpina.—Alcaloides de las leguminosas: esparteína.

LECCIÓN 43. Glucósidos en general.—Indicación de los más importantes.

#### NOCIONES DE BIOQUÍMICA

LECCIÓN 44. Transformaciones de la materia en los seres vivos.—Origen de la energía que se transforma en los fenómenos vitales.—Concepto de la vida.—Constitución químico-física de la materia viva.—Los fundamentos de la bioquímica.

LECCIÓN 45. Los componentes de la materia viva.—El agua, las sales, los principios inmediatos.

LECCIÓN 46. Catalizadores bioquímicos. — Concepto de las diastasas.—Constitución y clasificación de las diastasas.—Fenómenos de autolisis.

LECCIÓN 47. La célula viva: sus componentes.—Organización químico-física de la célula.—Permeabilidad celular.—Los lípidos.—Especificidad química de los organismos.—La bioquímica comparada en el estudio de los tejidos.

LECCIÓN 48. Fenómenos de nutrición.—Jugos digestivos.—Intervención de los microorganismos de la flora intestinal.—Ideas generales sobre metabolismo celular.—Los catalizadores fisiológicos.

LECCIÓN 49. Los fenómenos de respiración.—Significación fisiológica del oxígeno y del gas carbónico disueltos o combinados en la sangre.—Las tensiones gaseosas en la sangre.—Concentración osmótica del suero sanguíneo.—Influencia de la concentración en hidrogeniones.

LECCIÓN 50. Ideas generales sobre las transformaciones de las albúminas, de las grasas y de las materias hidrocarbonadas en los organismos vivos.—Coordinaciones químicas.—Secreciones internas.

LECCIÓN 51. Concepto plástico, energético y fisiológico de los alimentos: alimentación insuficiente y deficiente.—Ley fisiológica del equilibrio nitrogenado.



## PROGRAMA DE ANÁLISIS QUÍMICO

(Primer curso)

Objeto y división del análisis químico.—Circunstancias que limitan el estudio al análisis mineral.

### ANÁLISIS CUALITATIVO MINERAL

Propiedades que permiten la investigación cualitativa. Reacciones y reactivos. Medios de efectuar la reacción.

VÍA HÚMEDA.—Disolución en general. Caracteres que debe tener una disolución para aplicar los métodos del análisis cualitativo. Recuerdo de las principales propiedades de las disoluciones (presión osmótica, ley de la acción de masa y disociación iónica). Influencia que sobre la ionización de los electrolitos ejercen los cambios de concentración.

Concepto de ácido, base y sal. Teoría de los indicadores. Reacciones entre iones. Estudio de la precipitación. Producto de solubilidad: influencia de éste en la práctica del análisis por vía húmeda. Hidrolisis.

Reactivos por la vía húmeda: condiciones generales de actuación.—Preparación o purificación de los disolventes neutros. Reactivos ácidos, alcalinos y disoluciones salinas más frecuentemente empleados en análisis cualitativo. Comprobación de su pureza.

VÍA SECA.—Importancia de este medio de trabajo en la investigación cualitativa. Reacciones generales que se producen y modo de efectuarlas. Estudio de la llama. Análisis espectral.

Empleo del microscopio en análisis cualitativo mineral. Importancia de las reacciones microquímicas.

CLASIFICACIÓN ANALÍTICA DE LOS CATIONES.—Preparación del problema para aplicar la marcha analítica. Disolución y ensayos previos. Observaciones acerca del empleo de los reactivos generales del grupo.

Grupo primero.—Cationes precipitables por el ión cloro en medio ácido por el ácido nítrico. Caracteres generales y separación de la plata, plomo y mercurioso.

Grupo segundo, o del sulfhídrico.—Caracteres analíticos y separación de los cationes de cada uno de los dos grupos en que se divide.

*Grupo tercero.*—Cationes precipitables por el amoníaco en presencia de exceso de iones amonio y en ausencia de los ácidos fosfórico, bórico, oxálico y materias orgánicas hidroxidadas en general. Preparación del problema cuando existen esos cuerpos. Caracteres analíticos y separación de los iones, hierro, aluminio, cromo y uranilo.

*Grupo cuarto.*—Cationes precipitables por el sulfuro amónico en medio amoniacal con exceso de iones amónicos. Caracteres analíticos y separación de níquel, cobalto, manganeso y zinc.

*Grupo quinto.*—Cationes precipitables con el carbonato amónico en presencia de exceso de iones amónicos. Caracteres analíticos y separación de bario, estroncio y calcio.

*Grupo sexto.*—Caracteres analíticos y separación de magnesio, potasio, sodio, litio y amonio.

CLASIFICACIÓN ANALÍTICA DE LOS ANIONES MINERALES.—Preparación del problema.

*Primer grupo.*—Caracteres analíticos y separación del cloro, bromo, iodo, sus hidrácidos, del ión hipocloroso y de los iones simples y complejos cianurados.

*Segundo grupo.*—Caracteres analíticos e investigación de los ácidos sulfídrico, nitroso e hipofosforoso.

*Tercer grupo.*—Caracteres analíticos e investigación de los ácidos sulfuroso, fosforoso, bórico, carbónico, iódico, meta y pirofosfórico.

*Cuarto grupo.*—Caracteres analíticos e investigación de los ácidos hiposulfuroso, fosfórico, arsenioso, arsénico y crómico.

*Quinto grupo.*—Caracteres analíticos e investigación de los ácidos nítricos, perclórico, clórico y mangánico.

*Ssexto grupo.*—Caracteres analíticos e investigación de los ácidos sulfúrico, fluorhídrico o hidrofusosilícico.

*Grupo séptimo.*—Caracteres analíticos del ácido silícico. Análisis cualitativo de los silicatos.

#### ANÁLISIS CUANTITATIVO MINERAL

Formas de determinación cuantitativa de los iones.—*Análisis volumétrico: fundamento.* Medios de trabajo y su comprobación. Disoluciones valoradas e indicadores.

Acidimetría y alcalimetría. Su importancia en el análisis cuanti-

tativo. Reactivos valorados para estas volumetrías. Problemas más frecuentes en que se aplican.

Volumetría por oxidación. Valoración del permanganato. Problemas más frecuentes en que se emplea.

Iodometría. Reactivos y valoración. Casos más corrientes de empleo de las soluciones valoradas del iodo en el análisis cuantitativo volumétrico.

Volumetrías por reducción. Determinaciones cuantitativas más frecuentes por este medio.

Volumetrías por precipitación. Aplicaciones a los problemas más corrientes de la Industria y de la Agricultura.

*Determinación de volúmenes gaseosos.*—Métodos de trabajo y correcciones. Determinaciones cuantitativas más frecuentes en la Industria y Agricultura y la Medicina en las que se miden volúmenes gaseosos.



## PROGRAMA DE QUÍMICA ANALÍTICA

(Segundo curso)

LECCIÓN 1.<sup>a</sup> Análisis mineral cuantitativo: operaciones previas al mismo.—Desecación.—Pesada: estudio de la balanza y pesas.—Forma de efectuar la pesada.

LECCIÓN 2.<sup>a</sup> Métodos generales de determinación cuantitativa.—*Método gravimétrico*: 1. Por precipitación en forma de combinación insoluble; condiciones de la combinación que ha de formarse.—Tratamiento de los precipitados.

LECCIÓN 3.<sup>a</sup> 2. Método gravimétrico por precipitación electrolítica.—Condiciones del electrólito, del electrodo y de la corriente.

LECCIÓN 4.<sup>a</sup> *Método volumétrico*: fundamento químico.—Disoluciones valoradas e indicadores.—Vasijas graduadas empleadas en volumetría: comprobación y corrección.

LECCIÓN 5.<sup>a</sup> Preparación y valoración de las disoluciones empleadas en las volumetrías más vulgares (alcalimetría, acidimetría, oxidación y reducción).

LECCIÓN 6.<sup>a</sup> Determinación y separación cuantitativa de los aniones *Cl*, *Br*, *I*.

LECCIÓN 7.<sup>a</sup> Determinación cuantitativa del ácido sulfhídrico.—Determinación cuantitativa del azufre en los sulfuros solubles e insolubles en el carbón, hierro y acero.—Determinación del ácido nitroso.

LECCIÓN 8.<sup>a</sup> Determinación cuantitativa de los ácidos sulfuroso, fosforoso, bórico y carbónico.

LECCIÓN 9.<sup>a</sup> Determinación cuantitativa del ácido fosfórico. Idem del fósforo en el hierro y acero.

LECCIÓN 10. Abonos fosforados: métodos oficiales de determinación cuantitativa del ácido fosfórico en las materias fertilizantes.

LECCIÓN 11. Determinación cuantitativa de los ácidos nítrico y perclórico. Análisis de los nitratos comerciales.

LECCIÓN 12. Determinación cuantitativa de los ácidos sulfúrico, fluorhídrico e hidrofusosilícico.

LECCIÓN 13. Determinación cuantitativa del ácido alicílico.

LECCIÓN 14. Determinación cuantitativa de los cationes K, Na, Li.—Separación cuantitativa de K y Na.

LECCIÓN 15. Determinación cuantitativa del amonio y del magnesio.—Separación del magnesio de los alcalinos.

LECCIÓN 16. Determinación cuantitativa del bario, estroncio y calcio y separación del magnesio y de los alcalinos.

LECCIÓN 17. Determinación cuantitativa del manganeso y zinc.—Ensayo de una manganesa.

LECCIÓN 18. Determinación cuantitativa y separación del níquel y cobalto.

LECCIÓN 19. Separación cuantitativa del manganeso, zinc, níquel y cobalto entre sí y de los alcalinos térreos.

LECCIÓN 20. Determinación cuantitativa de aluminio, cromo y urano. Separación de estos cationes.

LECCIÓN 21. Determinación cuantitativa del hierro.—Separación de aluminio y hierro y de ambos del ácido fosfórico.

LECCIÓN 22. Separación de los cationes del grupo del sulfuro amónico de los del grupo del amoniaco.—Separación de hierro y manganeso.—Idem del hierro y aluminio del grupo del sulfuro amónico.

LECCIÓN 23. Determinación cuantitativa del mercurio, plomo y bismuto.

LECCIÓN 24. Determinación cuantitativa del cobre y del cadmio.

LECCIÓN 25. Separación de los cationes del grupo del cobre de los cationes de los grupos del amoniaco y sulfuro amónico. Análisis del latón.—Separación de los cationes del grupo del cobre.

LECCIÓN 26. Determinación cuantitativa y separación del oro y platino.—Análisis del oro y platino comercial.

LECCIÓN 27. Determinación cuantitativa del arsénico y antimonio.

LECCIÓN 28. Determinación cuantitativa del estaño.—Separación cuantitativa del As, Sb y Sn del grupo del cobre.—Análisis de bronce.

LECCIÓN 29. Separación cuantitativa de los cationes del grupo del arsénico.—Análisis de las aleaciones de imprenta y del metal antifricción.

LECCIÓN 30. Determinación cuantitativa de la plata: su separación de todos los cationes.—Análisis de la plata amonedada.

LECCIÓN 31. Análisis de gases: métodos de determinación. Método de absorción aplicable a los principales gases minerales.

LECCIÓN 32. Método de combustión: fundamento.—Aplicación a los casos frecuentes de mezclas gaseosas.

LECCIÓN 33. Método de medidas de volúmenes gaseosos: correcciones que precisa. Aplicación a los casos más frecuentes en análisis general.



## PROGRAMA DE QUÍMICA TÉCNICA

### ESTUDIO GENERAL DE LOS COMBUSTIBLES

Concepto de combustible: sus constantes.

Combustibles sólidos naturales.—Leña, turba, lignitos, hullas, antracitas.

Combustibles artificiales. — Carbón de madera, coque, aglomerados.

Combustibles líquidos.—Aceites vegetales, animales y minerales. Aceites de esquisto y de lignito.

Ideas generales sobre el origen de los petróleos.—Destilación de los petróleos: sus productos industriales.

Combustibles gaseosos.—Aire carburado.—Gas de gasógenos: de aire y de agua.

Gases combustibles producidos por destilación de madera, de aceite, de hulla.

Gas de alumbrado ordinario. Destilación de la hulla en retortas y en horno continuo.—Purificación del gas del alumbrado.—Separación de productos volátiles condensables, de amoníaco, de alquitranes, de gas sulfhídrico y de gas carbónico.

Fabricación del sulfato amónico.

### EL AGUA EN LA INDUSTRIA

Aguas incrustantes y corrosivas.—Purificación de las aguas destinadas a la industria.—Algunos tipos de purificadores de aguas empleando la cal, el carbonato sódico o la permutita.

El agua en las industrias de productos alimenticios.

Aguas residuales: estudio de diversos medios de purificación.

### FABRICACIÓN INDUSTRIAL DEL HIDRÓGENO, DEL OXÍGENO Y DEL NITRÓGENO

Obtención del hidrógeno y del oxígeno por electrolisis del agua. Extracción del hidrógeno del gas de agua.

Industria del aire líquido.—Separación de los elementos que el aire líquido contiene.—Extracción del oxígeno y del nitrógeno.

Extracción del cloruro de sodio de las minas de sal gemma.—Fabricación de la sal de agua.

## FABRICACIÓN DEL ÁCIDO CLORHÍDRICO Y DEL SULFATO SÓDICO

Obtención del gas clorhídrico por la acción del ácido sulfúrico sobre el cloruro sódico, en hornos de mufla: cubeta y calcina de estos hornos; reacciones que en ellos se verifican. — Hornos mecánicos.

Disolución del gas clorhídrico en el agua.—Obtención del sulfato sódico.

## FABRICACIÓN DEL ÁCIDO NÍTRICO Y DEL SULFATO ÁCIDO DE SODIO POR LA ACCIÓN DEL ÁCIDO SULFÚRICO SOBRE EL NITRATO SÓDICO

Tipo de hornos en que se verifica esta reacción.—Condensación de ácido nítrico; diferentes modelos de aparatos en que se realiza, para obtener ácido comercial incoloro o rojo.—Aprovechamiento del sulfato ácido de sodio.

Ideas generales sobre la obtención del ácido nítrico por síntesis y por oxidación del gas amoníaco.

## FABRICACIÓN DEL ÁCIDO SULFÚRICO

Métodos en uso.

Producción del anhídrido sulfuroso por combustión del azufre o por tostación de sulfuros: diversos tipos de hornos.—Composición de los gases a la salida de los hornos.—Aprovechamiento de los residuos de los hornos.

Oxidación del anhídrido sulfuroso.—Teoría de la fabricación del ácido sulfúrico por el procedimiento de las cámaras de plomo.

Torre de Glover.

Cámaras de plomo.

Torres de Gay Lussac.

Concentración del ácido sulfúrico para obtener ácidos comerciales de 60 o de 66° Baumé.

Purificación del ácido sulfúrico.

Métodos de contacto.—Oxidación del gas sulfuroso por reacción catalítica.—Purificación de los gases del horno.—Catalizadores que se utilizan.—Tipos de aparatos para practicar esta reacción.—Hidratación del anhídrido sulfúrico obtenido.

Fabricación del ácido sulfúrico por el método de las torres.

Idea de otros procedimientos de fabricación de ácido sulfúrico.

## FABRICACIÓN DE ABONOS FOSFATADOS

Superfosfato cálcico: su obtención industrial.—Tipos más usados de molinos malaxadores, cámaras de reacción.—Extracción de las cámaras, desecación y tamización del superfosfato.—Retrogradación.

Yeso, cal, cementos.—Piedra de yeso: hornos de cocción.—Cal viva: tipos de hornos intermitentes y continuos.—Fabricación de la cal hidráulica.—Fabricación de cementos naturales y artificiales.—Mezclas para obtener cementos artificiales: desecación y cocción: tipos de hornos.—Pulverización.—Cementos de escoria y magnesianos.—Cemento fundido.—Características de los cementos.—Ideas generales sobre el fraguado del yeso, de la cal y de los cementos.—Mortero, hormigón y cemento armado.

## INDUSTRIA CERÁMICA

Barros cocidos.—Fabricación de ladrillos, de tejas, de baldosas: obtención de las pastas: cocción.

Loza ordinaria.—Esmaltes y vidriados.

## CUERPOS GRASOS DE ORIGEN ANIMAL Y DE ORIGEN VEGETAL

Industria del aceite de oliva.—Hidrogenación catalítica de los aceites.

Fabricación de jabones: diversos modos de saponificación y de coagulación.—Jabones de tocador e industriales.—Aprovechamiento de las aguas glicerinosas.

Curtido de pieles.—Maceración.—Depilación y limpia.—Curtido por tanino o por extractos.—Curtidos al cromo y al aceite.—Pergamino.

## INDUSTRIAS DE ALIMENTACIÓN

Los cereales como primeras materias en industrias de alimentación.—Aprovechamiento del trigo: idea general de la molinería.

Almidones, féculas, dextrinas y glucosas: su obtención industrial.

La industria de la sacarosa partiendo de la remolacha.—Lavado y cortado de raíces y extracción del jugo.—Baterías de difusión.—



Encalado y carbonatación.—Concentración del jugo.—Tipos de concentradores a baja presión.—Cristalización del azúcar: turbinado.—Melazas.

Productos secundarios de la fabricación del azúcar de remolacha.—Refinación del azúcar.

#### INDUSTRIAS DE FERMENTACIÓN

Ideas generales sobre los fenómenos de fermentación.—Fermentaciones alcohólica y acética.—Levaduras, su obtención en los laboratorios y en la industria.—Importancia industrial del empleo de las levaduras puras y seleccionadas.

Elaboración del vino: fermentación tumultuosa del mosto de uva: cuidados que requiere.—Fermentación lenta.—Idea general de las infecciones microbianas más frecuentes en los vinos y su tratamiento.—Heces del vino: su aprovechamiento.—Fabricación de vinagres.

Fabricación del pan.—Estudio de las variaciones de orden químico que experimentan las harinas en la elaboración del pan.—Ideas sobre la fermentación panaria. El pan integral.

Fabricación de la cerveza.—Germinación de la cebada: malta; sacarificación.—Obtención y fermentación del mosto.—Conservación y envase de la cerveza.—Levadura de cerveza: sus aplicaciones.

Industria del etanol.—Obtención del alcohol de vino partiendo de los productos secundarios de la vinificación; aprovechamiento de los productos secundarios de esta industria.—Obtención de los tártaros y del tartrato de calcio.—Idea de la refinación de tártaros y de la fabricación de ácido tartárico.

Obtención del etanol partiendo de la remolacha o de las melazas de remolacha. Tratamiento de las melazas: fermentación del mosto. Destilación.—Idea de los aparatos: rectificación.—Separación de alcoholes superiores especialmente el amílico. — Aprovechamiento de los productos de cabeza y cola.—Vinazas de remolacha: su aprovechamiento: fermentación amoniacal.—Obtención de los compuestos de potasio.

Fabricación del alcohol partiendo de materias amiláceas.—Diferentes primeras materias.—Obtención de mostos: fermentación, destilación.—Fabricación de levaduras.

Idea de la obtención por síntesis del alcohol partiendo del acetileno.

## CUESTIONARIO DE ELECTROQUÍMICA

- Bibliografía electroquímica.
- Teoría de los electrones.
- Ideas actuales sobre la constitución de la materia.
- Teoría clásica de la disociación electrolítica.
- Ley de Faraday.
- Conductividad de los electrolitos y su medida.
- Transporte de iones.
- Ley de Kohlrausch.
- Ley de Ostwald.
- Teorías de Niels Bjerrum y de J. Ch. Ghosch sobre la constitución de los electrolitos. Hidratos de iones.
- Disociación electrolítica del agua. Exponente de hidrógeno.
- Ácidos, bases y anfólitos. Teoría de A. Hantzsch sobre la constitución de los ácidos.
- Potenciales de los electrodos.
- Potenciales de difusión.
- Potenciales de contacto de fases.
- Potenciales de membrana.
- Electroendósmosis y electroforesis. La electricidad en los sistemas coloidales.
- Medida de potenciales eléctricos. Aplicaciones.
- Polarización electrolítica.
- Comportamiento anódico de los metales.
- Oxidación electrolítica.
- Electrólisis de los halógenos.
- Reducción electrolítica.
- Precipitación catódica de los metales y sus aplicaciones.
- Pilas y acumuladores eléctricos.
- Electroquímica de los cuerpos fundidos.
- Electroquímica de las disoluciones no acuosas.
- Electroquímica de los sistemas gaseosos.

## PROGRAMA DE QUÍMICA TEÓRICA

LECCIÓN I. Origen e historia de la teoría atómica. Estructura de la materia.

LECCIÓN II. *El estado gaseoso.* — Leyes Boyle-Mariotte y de Gay-Lussac.—Principio de Avogadro. Ecuación de estado de un gas perfecto.

LECCIÓN III. Energía cinética molecular. Validez de las leyes de los gases perfectos.

Ecuaciones de estado de Van der Waals, Berthelot, etc.

LECCIÓN IV. Pesos moleculares y densidades de los gases.

Pesos moleculares aproximados y pesos moleculares exactos según las densidades de los gases.

LECCIÓN V. *Estado líquido.*—Sus caracteres. Liquefacción. Tensión superficial: su medida.

LECCIÓN VI. Ecuaciones de Eötvös y de Ramsay y Shields. Aplicación a la determinación de los pesos moleculares de líquidos y a la medida del grado de asociación.

Viscosidad y fluidez.

LECCIÓN VII. *Sistema líquido-vapor.* — Cinética molecular de la vaporización. Calor de la vaporización. Punto de ebullición. Regla de Ramsay y Young. Reglas de Graffs y de Trouton.

LECCIÓN VIII. *Fenómenos críticos.* — Regla de Cailletet y Mathias. Presión interna. Sobrecaldeo y sobreenfriamiento.

LECCIÓN IX. *Estado cristalino.* — Caracteres generales. Cristales líquidos. Polimorfismo. Puntos de transformación. Isomorfismo y regla de Mitscherlich.

LECCIÓN X. Estructura interna de los cristales: su estudio por los rayos X.

LECCIÓN XI. *Sistema gas cristal.*—Tensión de vapor. Punto de sublimación. Calor de sublimación.—Cinética de la sublimación y condensación en la superficie de los cristales. Velocidad de condensación y de sublimación.





LECCIÓN XII. *Sistema líquido-cristal*.—Cinética de la fusión y de la cristalización. Calor de fusión. Líquidos sobrefundidos y sólidos amorfos.

LECCIÓN XIII. Poder rotatorio óptico y refracción molecular como relaciones entre las propiedades físicas y la constitución química.

LECCIÓN XIV. El movimiento browniano y las magnitudes de las moléculas. Distribución de las partículas coloidales bajo la influencia de la gravitación. Fórmula de Einstein, ley de Stokes y experiencias de Perrin. Movimiento browniano en los gases.

LECCIÓN XV. *Disoluciones*. — Definición. Clasificación de las disoluciones. Constituyentes: disolvente y cuerpo disuelto. Medios para expresar la constitución de una disolución.

LECCIÓN XVI. Presión osmótica en las disoluciones diluidas. Leyes y consecuencias.

LECCIÓN XVII. Descenso de la tensión de vapor en las disoluciones: consecuencia sobre los puntos de ebullición y congelación. Deducción de las fórmulas correspondientes.

LECCIÓN XVIII. *La teoría de los iones*. — Ionización electrolítica. Electrolitos. Grados de ionización. Complejos en las soluciones.

LECCIÓN XIX. Conductibilidad eléctrica. Conductibilidad electrolítica. Reacciones electroquímicas. Potencial de los electrodos. Potenciales normales y electrodos normales. Pilas de concentración.

LECCIÓN XX. Leyes de Faraday. Carga elemental de electricidad. Resistencia y conductibilidad. Ley de Ohm.

LECCIÓN XXI. *Conductancia y grado de disolución*.—Conductancia equivalente. Grado de disolución y relación de conductancias.

LECCIÓN XXII. *Transporte eléctrico*. — Experiencias de Hittorf. Número de transporte verdadero e hidratación de los iones.

Transporte y movilidad. Transporte y conductancia. Determinación del número de transporte por desplazamiento de la línea de separación.

LECCIÓN XXIII. Calor de reacción. Ley de Hess. Calor de formación. Calores de precipitación y neutralización.

Capacidad calorífica y calor de reacción a presión constante y a volumen constante.

LECCIÓN XXIV. Velocidad de reacción. Reacciones de diversos órdenes. Temperatura y velocidad de reacción.

Catalisis: Agentes de contacto. Los iones como catalizadores. Autocatalisis.

LECCIÓN XXV. *Equilibrio químico*.—Determinación de las constantes de equilibrio. Equilibrio de la ionización en las disoluciones.

Temperatura y equilibrio químico.

LECCIÓN XXVI. Ionización del agua. Hidrolisis de las sales. Grado de hidrolisis. Métodos experimentales para el estudio de los equilibrios que implican los iones del agua. Indicadores de neutralización.

LECCIÓN XXVII. *Regla de las fases*. — Sistemas de un constituyente independiente. Sistema agua, sistema azufre, sistema sílice.

LECCIÓN XXVIII. Sistemas de constituyentes independientes. Cristales mixtos y disoluciones sólidas. Sistemas de dos fases líquidas variables. Sistemas de mayor número de constituyentes.

LECCIÓN XXIX. Definiciones. Clasificación. Propiedades ópticas. Grado de dispersión y solubilidad. Preparación de disoluciones coloidales.

LECCIÓN XXX. Formación de sistemas dispersos por condensación. Ley de Veimarn. Precipitación de disoluciones que tengan fuertes o débiles grados de saturación.

LECCIÓN XXXI. Propiedades de las disoluciones coloidales. Propiedades eléctricas: osmosis eléctrica, coagulación. Coloides protectores. Peptización, diálisis y ultrafiltración. Emulsiones.

LECCIÓN XXXII. Fenómenos de adsorción. Definiciones. Adsorción en los sistemas sólido-líquidos y con las disoluciones. Fórmulas y representación gráfica.

LECCIÓN XXXIII. Relación entre la tensión superficial de las disoluciones de adsorción. Fórmula de Freundlick y consecuencias que se derivan.

LECCIÓN XXXIV. Catalisis por adsorción. Adsorción sólido-gas. Teoría, experimentos y fórmulas de Langmuir.

LECCIÓN XXXV. Radioactividad. Transformación radioactiva. Período de semitransformación. Equilibrio radioactivo.

Series de desintegración.

LECCIÓN XXXVI. La estructura atómica y el sistema periódico.







# ÍNDICE

Noticia histórica de la Universidad...	7
Gobierno y administración del Distrito Universitario...	11
— — de la Universidad ...	19
— — de las Facultades...	23
Instituciones universitarias de carácter general...	27
Disposiciones que interesan a los escolares...	33
Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza...	37
Programa de Análisis matemático (primer curso)...	71
— de Análisis matemático (segundo curso) ...	79
— de Geometría y Trigonometría...	86
— de Geometría analítica...	92
— de Geometría de la posición...	98
Cuestionario de Geometría descriptiva...	100
Programa de Mecánica racional...	104
— de Astronomía general ...	112
— de Astronomía esférica y geodésica...	113
— de Física general...	115
— de ampliación de Física...	119
— de Elementos de Cálculo infinitesimal...	125
— de Complementos de Cálculo infinitesimal...	131
— de Electricidad y Magnetismo ...	135
— de Matemáticas especiales...	138
Cuestiones de Curso de Complementos de Física...	143
Programa de Complementos de Química...	145
— de Complementos de Biología ...	150
— de Geología...	152
— de Química inorgánica...	166
— de Química orgánica (primer curso) .....	170
— de Química orgánica (segundo curso)...	176
— de Análisis químico...	181
— de Química analítica...	184
— de Química técnica...	187
Cuestionario de Electroquímica ...	191
Programa de Química teórica ...	192



TIP. LA ACADEMIA  
ZARAGOZA