

# HISTÒRIA DE LA QUÍMICA

23204

Curs 2005-2006

Dilluns i divendres, de 13:00 a 14:00, dimecres de 12:00 a 13:00

Professor: Agustí Nieto Galan

agusti.nieto@uab.es

CEHIC C1/-146

Hores de visita: dilluns (12-13 hr.) i dimecres (11-12 hr.)

## 1. Objectius del curs

L'assignatura, adreçada sobretot als estudiants de química de la UAB, proporciona una reflexió humanística, en clau històrica, sobre els orígens i evolució continuada d'una de les branques fonamentals de la ciència moderna. Lluny de les velles històries que separaven la química en dues gran etapes ben diversificades (la precientífica dels alquimistes i els artesans, i la científica i moderna, la del progrés científic), es presenta aquí una química en constant recerca de la seva identitat, en crisi i evolució permanent (des de l'alquímia i la filosofia natural a la bioquímica dels nostres dies).

L'assignatura intenta apropar a l'alumne als continguts elementals sobre la història de la química, en el marc general de la història de la ciència, i pretén contribuir a l'adquisició d'una sèrie d'habilitats relacionades amb el treball intel·lectual: lectura de textos històrico-científics, anàlisi biogràfica, reconstrucció d'experiments, expressió oral i escrita d'un discurs històric, etc.

## 2. Programa

S'alternen les sessions d'exposició magistral del professor, amb exercicis pràctics (l'anàlisi de gravats antics, de textos de químics importants, o la reconstrucció històrica d'experiments o laboratoris). A l'hora de visita dels dimecres (11-12 hr.) el professor tutoritzarà una part del treball dels estudiants (estudi de Premis Nobel, exposicions, lectures complementàries, etc.)

### *Els orígens*

1. Introducció i presentació del curs.
2. El problema de l'alquímia.
3. Alquímia i filosofia natural.
4. Alquímia i metal·lúrgia.
5. Alquímia i medicina.
6. El llenguatge i la iconografia de l'alquímia (I).
7. El llenguatge i la iconografia de l'alquímia (II).

### *La revolució científica i la química*

8. La revolució científica dels segles XVI i XVII.
9. Paracels, alquimista i iatroquímic.
10. Libavius i el "primer" llibre de química.
11. La filosofia mecànica: Boyle i Lemery.
12. El "somni newtonià" i els fluids imponderables.
13. Newton i les taules d'afinitats.
14. La química pneumàtica (I).

15. La química pneumàtica (II).
16. La "revolució química" (I): cronologia.
17. La "revolució química" (II): A.L. Lavoisier.
18. La "revolució química" (III): la combustió.
19. La "revolució química" (IV): el problema de l'aigua.
20. La "revolució química" (V): la nova nomenclatura.
21. La "revolució química" (VI): els nous instruments i el *Traité*

### **La professionalització de la química**

22. Química i indústria a la fi del segle XVIII.
23. L'àtom químic de Dalton.
24. Electroquímica i dualisme: de Volta a Berzelius.
25. El problema dels pesos atòmics.
26. L'emergència de la química orgànica.
27. L'Escola i el laboratori de Liebig a Giessen.
28. La taula periòdica dels elements.
29. La maduresa de la química orgànica. Kekulé.
30. La química industrial: Perkin i Solvay.
31. Pasteur i la química de la vida.

### **La química i les noves disciplines**

32. La química-física i els "ionistes".
33. La química i la Primera Guerra Mundial: Haber.
34. L'àtom físic (I).
35. L'àtom físic (II).
36. L'enllaç químic.
37. Les macromolècules i els polímers.
38. L'emergència de la bioquímica.
39. Química i medi ambient.
- 40-42. Exposicions sobre premis Nobel.

## **3. Avaluació**

L'avaluació es realitzarà a partir d'un examen final (70% de la nota global) no estrictament memorístic, amb comentari de textos, imatges, i preguntes de síntesi. Cal realitzar un treball escrit d'unes 2500 paraules, per parelles, sobre un premi Nobel de química (trets biogràfics + conferència), (<http://www.nobel.se/chemistry/laureates/index.html>), tutoritzat pel professor (20% de la nota).

El 10% que resta es pot obtenir a partir d'una exposició a classe de 10 minuts per parelles sobre el premi Nobel triat o mitjançant la realització d'una activitat pràctica individual a escollir entre:

- Comentari personal d'algun personatge, experiment o publicació que aparegui a la pàgina web de la Chemical Heritage Foundation (<http://www.chemheritage.org/explore/explore.html>) (500 paraules).
- Lectura i comentari original de 500 paraules d'un dels següents llibres de l'editorial Nivola:

*El hombre en llamas. Paracelso*

*Electricidad, periodismo y política. Franklin*

*Ciencia, incertidumbre y conciencia. Heisenberg*

*De la teoria atòmica a la física quàntica. Bohr*

*Viaje al reino de Saturno*

*La europeización de la ciencia. Cabrera, Moles y Rey Pastor. Un proyecto truncado.*

*Historia química de una vela*

(Busqueu la referència completa del llibre escollit a: <http://www.nivola.com>)

Les exposicions de classe són també matèria d'examen. Heu de lliurar per escrit al professor la vostra proposta d'estudi d'un premi Nobel (amb exposició o sense) i del llibre escollit o comentari de la pàgina web de la Chemical Heritage Foundation, si s'escau, abans del dia **17 d'octubre de 2005**.

#### 4. Bibliografia general

(\*) BENSAUDE-VINCENT, Bernadette; STENGERS, Isabelle, *Historia de la química*. Addison-Wesley. Madrid 1997. (*Histoire de la Chimie*. La Découverte. Paris 1993).

(\*) BROCK, William H., *Historia de la química*. Madrid. Alianza Editorial 1998 (*The Fontana History of Chemistry*. Fontana Press. London 1992).

GARCÍA BELMAR, Antonio; BERTOMEU SÁNCHEZ, José Ramón, *Nombrar la materia: Una introducción histórica a la terminología química*. Barcelona. El Serbal 1999.

IHDE, Aaron J., *The Development of Modern Chemistry*. Harper Row. New York 1966.

KNIGHT, David, *Ideas in Chemistry. A History of the Science*. Athlone Press. London 1992.

LEVERE, Trevor H., *Transforming Matter. A History of Chemistry from Alchemy to the Buckyball*. Johns Hopkins University Press. Baltimore 2001.

PARTINGTON, James R., *Historia de la Química*. Espasa Calpe. Madrid 1945.

PARTINGTON, James R., *A History of Chemistry*. Macmillan. London 1961-70.

ROSMORDURC, Jean (1979). *Una història de la física i de la química. De Tales a Einstein*. La Magrana. Barcelona 1993.

#### 5. Bibliografia complementària

ABRAHAM, Lyndy, *A Dictionary of Alchemical Imagery*. Cambridge University Press. Cambridge 2001.

AFTALION, Fred, *A History of Chemical Industry*. University of Penn Press. Philadelphia 1991.

BENSAUDE-VINCENT, Bernadette, "Lavoisier una revolució científica" en SERRES, M. (ed.) *Historia de las Ciencias*. Cátedra. Madrid 1991. pp. 411-436.

BENSAUDE-VINCENT, Bernadette, "Mendeleiev: historia de un descubrimiento", en SERRES, M. (ed.) *Historia de las Ciencias*. Cátedra. Madrid 1991. pp. 503-525.

BENSAUDE-VINCENT, Bernadette, *Lavoisier. Mémoires d'une révolution*. Flammarion. Paris 1993.

BENSAUDE-VINCENT, Bernadette; ABBRI, Ferdinando (eds.) *Negotiating a New Language for Chemistry: Lavoisier in European Context*. Science History Publications. Canton, MA. 1995.

BERETTA, Marco, *The Enlightenment of Matter. The Definition of Chemistry from Agricola to Lavoisier*. Science History Publications. Watson. Caton, MA 1993.

CARSON, Rachel L., *Primavera silenciosa*. Drakontos. Crítica. Barcelona 2001. (1a edició en anglès 1962)

DEBUS, Allen G. (1978) *Hombre y naturaleza en el Renacimiento*. Fondo de Cultura Económica. México 1985.

- DEBUS, Allen G., *Chemistry, alchemy and the new philosophy, 1550-1700*. Variorum reprints. London 1987.
- ECKERT, Michael; SCHUBERT, Helmut. *Cristales, electrones, transistores. Del gabinete del sabio a la investigación industrial*. Alianza. Madrid 1991.
- ELIADE, Mircea, *Herreros y Alquimistas*. Alianza. Madrid 1986 (1a. edició en francès, 1956).
- FRUTON, Joseph, *Molecules and Life: Historical Essays on the Interplay of Chemistry and Biology*. Wiley Interscience. New York 1972.
- FURTER, W. (ed.) *History of Chemical Engineering*. American Chemical Society. Washington 1987.
- GEISON, Gerald L., *The Private Science of Louis Pasteur*. Princenton University Press. Princenton 1995.
- GOUPIL, Michelle, *Du flou au clair? Histoire de l'affinité chimique*. Editions du CTHS. Paris 1991.
- GUYTON DE MORVEAU, Louis; LAVOISIER, Antoine-Laurent; BERTHOLLET, Claude-Louis; FOURCROY, Antoine-François, *Método de la nueva nomenclatura química*. Fundación Ciencias de la Salud. Madrid 1994 (edició facsímil).
- HABER, Ludwig F., *The Poisonous Cloud: Chemical Warfare in the First World War*. Clarendon Press. Oxford 1986.
- HOLMES, Frederic L., *Eighteenth-Century Chemistry as an Investigative Enterprise*. University of California Press. Berkeley 1989.
- HOLMES, Frederic L.; LEVERE, Trevor H. (eds.) *Instruments and Experimentation in the History of Chemistry*. The MIT Press. Cambridge Mass. 2000.
- HOLMYARD, E.J., *Alchemy*. Dover Publications. New York 1990. (1a edició 1957).
- IZQUIERDO, Mercè et al. (eds.) *A.L. Lavoisier i els orígens de la química moderna 200 anys després*. Barcelona, 1994. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona 1996.
- JAMES, L. K. (ed.) *Nobel Laureates in Chemistry, 1901-1992*. CHF. Washington 1993
- KOHLER, Robert E., *From Medical Chemistry to Biochemistry*. Cambridge University Press. Cambridge 1982.
- LAIDLER, K.J., *The World of Physical Chemistry*. Oxford University Press. Oxford 1993.
- LAVOISIER, Antoine-Laurent, *Tractat elemental de química*. (traducció catalana de Mireia Artís; introducció històrica i notes d'Agustí Nieto-Galan). Clàssics de la ciència en català. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona 2003.
- LAVOISIER, Antoine-Laurent. *Tratado elemental de química*. Alfaguara. Madrid 1982. (Trad. de Ramón Gago).
- MAUSKOPF, Seymour H. (ed.) *Chemical Sciences in the Modern World*. University of Pennsylvania Press. Philadelphia 1993.
- MULTHAUF, Robert P. *The Origins of Chemistry*. Oldbourne. London 1966.
- NYE, Mary Jo, *Before Big Science. The Pursuit of Modern Chemistry and Physics, 1800-1940*. Harvard University Press. Cambridge, MA. 1996.
- SANCHEZ-RON, José Manuel, *El poder de la ciencia*. Alianza. Madrid 1992.
- TAYLOR, Frederick S., *La alquimia y los alquimistas*. Barcelona. A.H.R. 1994.

## 6. Bibliografía d'història de la ciència

- BUTTERFIELD, Herbert (1949) *Los orígenes de la ciencia moderna*. Taurus. Madrid 1982.
- BYNUM, W.F., BROWNE, E., PORTER, R. (eds.) *Diccionario de historia de la ciencia*. Herder. Barcelona 1986.
- CROMBIE, Alister C. (1959) *Historia de la ciencia: de San Agustín a Galileo*. Alianza. Madrid 1974. 2 vols.
- DEBUS, Allen G. (1978) *Hombre y naturaleza en el Renacimiento*. Fondo de Cultura Económica. México 1985.
- GEYMONAT, Ludovico (1979) *Historia de la Filosofía y de la Ciencia*. Crítica. Barcelona 1985. 3 vols.
- GILLISPIE, Charles C. (ed.) *Dictionary of Scientific Biography*. 16 vols. New York 1970-80. (DSB).
- HALL, A. Rupert, (1954) *La revolución científica, 1500-1800*. Crítica. Barcelona 1985.
- HANKINS, Thomas L. (1985) *Ciencia e ilustración. Siglo XXI*. Madrid 1988.
- HOLTON, G., BRUSH, S. (1952) *Introducción a los conceptos y teorías de las ciencias físicas*. Reverté. Barcelona 1984.
- KNIGHT, David (1986) *La era de la ciencia*. Pirámide. Madrid 1988.
- KUHN, Thomas S. (1962) *La estructura de las revoluciones científicas*. FCE. México
- LINDBERG, David C. (1992) *Los inicios de la ciencia occidental*. Paidós Barcelona 2002.
- MASON, Stephen F., *Historia de las Ciencias*. Alianza. Madrid 1984. 5 vols.
- OLBY, G.N. CANTOR, J.R.R. CHRISTIE, M.J.S. HODGE (eds.) *Companion to the History of Modern Science*. Routledge. Londres 1990.
- ORDÓÑEZ, J., NAVARRO, V., SÁNCHEZ RON, J.M., *Historia de la Ciencia*. Espasa Calpe 2003.
- PLA, Joaquim (ed.) *Deu impactes de la ciència al segle XX*. Eumo Editorial. Vic 2000.
- ROSSI, Paolo, *El nacimiento de la ciencia moderna en Europa*. Crítica. Barcelona 1998.
- SÁNCHEZ RON, José Manuel, *Como al león por sus garras. Antología personal de momentos estelares de la Ciencia*. Debate. Madrid 1999.
- SERRES, Michel (ed.) (1989) *Historia de las Ciencias*. Cátedra. Madrid 1991
- TATON, René (ed.) (1966) *Historia general de las ciencias*. Orbis. Barcelona 1988. 18 vols.
- TERRICABRES, Josep Maria (coord.) *El pensament filosòfic i científic. Dels orígens al segle XIX*. Edicions de la Universitat Oberta de Catalunya. Pòrtic. Barcelona 2001.

## 7. Premis Nobel de química

El treball escrit ha de tenir unes 2500 paraules (unes 8 pàgines a doble espai). La primera part (unes 2-3 pàgines) ha d'estar dedicada a presentar el personatge en qüestió, amb els seus trets biogràfics més significatius. La segona part (3-4 pàgines) ha de resumir el contingut de la conferència pronunciada en el moment del lliurament del premi Nobel (la trobareu a la pàgina web: <http://www.nobel.se/chemistry/laureates/index.html>), així com la seva ubicació històrica en relació a la història de la química.

A l'hora d'escollir un premi Nobel, cal que doneu prioritat als químics de la primera meitat del segle XX. Així, us resultarà més senzilla la seva ubicació en els problemes històrics que planteja l'assignatura.

A més de la informació que podeu obtenir a la pàgina web esmentada, podeu consultar: Laylin K. JAMES (ed.) *Nobel Laureates in Chemistry, 1901-1992*. American Chemical Society and the Chemical Heritage Foundation. Washington, 1993

També es convenient que mireu una o dues històries generals de la química, en particular: BENSUADE-VINCENT, Bernadette; STENGERS, Isabelle, *Historia de la química*. Addison-Wesley. Madrid 1997. (*Histoire de la Chimie*. La Découverte. Paris 1993); BROCK, William H., *Historia de la química*. Madrid. Alianza Editorial 1998 (*The Fontana History of Chemistry*. Fontana Press. London 1992).

Com a obra de referència del vostre autor escollit podeu utilitzar també: GILLISPIE, Charles C. (ed.) *Dictionary of Scientific Biography*. 16 vols. New York 1970-80. (DSB), i alguna obra de la bibliografia específica del programa en funció de la branca de la química en la què va destacar el vostre Premi Nobel. No oblideu que teniu una biblioteca especialitzada en història de la ciència, amb una secció d'història de la química, a la Biblioteca de la Facultat de Ciències.

Heu de lliurar el treball el mateix dia del examen final en versió paper.

Al final del treball heu de citar totes les referències bibliogràfiques que heu utilitzat. La bibliografia es presenta per ordre alfabètic d'autor.

L'entrada del llibre ha de contenir:

- nom de l'autor o autors
- títol complet (i subtítol complet si n'hi ha)
- número del volum
- número de l'edició si no és la primera
- ciutat on s'ha publicat
- editor
- data de publicació
- col·lecció i número (si el llibre forma part d'una col·lecció)

El sistema per a oferir aquestes dades serà el següent:

Autor. (Any). *Títol*. X vol. (si escau). Edició (si no és la primera). Lloc: Editorial. Col·lecció, número (si escau).

**Ex.** Sellés, M. i Solís, C. (1994). *Revolución científica*. Madrid: Síntesis.

Si es tracta d'una **traducció** s'indicarà de la següent manera:

Autor. (Any). *Títol*. Traduït per Y. X vol. (si escau). Edició (si no és la primera). Lloc: Editorial. Col·lecció, número (si escau). (Edició original: dades completes de l'edició original.)

**Ex.** Shea, W.R. (1993). *La magia de los números y el movimiento. La carrera científica de Descartes*. Traduït per Juan Pedro Campos Gómez. Madrid: Alianza Editorial. (Shea, W.R.

(1991). *The Magic of Numbers & Motion: The Scientific Career of René Descartes*. Canton, Mass.: Watson Publishing International.)

### **Capítols o parts d'un llibre**

Autor. (Any). "Títol del capítol". A: *Títol del llibre*. Vol x. (si escau). Edició (si no és la primera). Lloc: Editorial. Col·lecció, número (si escau). P.x.

### **Publicacions periòdiques**

Autor. (Any). "Títol de l'article". *Títol de la publicació periòdica*, núm. d'exemplar. P.x.

### **Citacions de fonts electròniques**

Autor. (Any). Títol del treball. *Títol de l'obra de la qual forma part* (si escau). Protocol i URL seguida de la data en què es va consultar.

**Ex.** Burka, L.P. (1993). A hypertext history of multi-user dimensions. *MUD history*.  
<http://www.utopia.com/talent/lpb/muddex/essay> (6 Aug. 1996).

### **Referències en el text**

Entre parèntesis es donen el cognom de l'autor i l'any de publicació de l'obra que es vol citar. (Shea 1993).

Es pot citar un passatge concret. Si són pàgines, s'escriu el número després d'una coma. (Shea 1993, 30)

## Nobel Prizes in Chemistry

<http://www.nobel.se/chemistry/laureates/index.html>

1901

**Jacobus Henricus van 't Hoff** (Netherlands, 1852-08-30 - 1911-03-01)

Discovery of the laws of chemical dynamics and of the osmotic pressure in solutions

1902

**Emil H. Fischer** (Germany, 1852-10-09 - 1919-07-15)

Synthetic studies in the area of sugar and purine groups

1903

**Svante A. Arrhenius** (Sweden, 1859-02-19 - 1927-10-02)

Theory of electrolytic dissociation

1904

**Sir William Ramsay** (United Kingdom, 1852-10-02 - 1916-07-23)

Discovery of the indifferent gaseous elements in air (noble gases)

1905

**Adolf von Baeyer** (Germany, 1835-10-31 - 1917-08-20)

Organic dyes and hydroaromatic compounds

1906

**Henri Moissan** (France, 1852-09-28 - 1907-02-20)

Investigation and isolation of the element fluorine

1907

**Eduard Buchner** (Germany, 1860-05-20 - 1917-08-13)

Biochemical studies, discovery of fermentation without cells

1908

**Sir Ernest Rutherford** (United Kingdom, 1871-08-30 - 1937-10-19)

Decay of the elements, chemistry of radioactive substances

1909

**Wilhelm Ostwald** (Germany, 1853-09-02 - 1932-04-04)

Catalysis, chemical equilibria and reaction rates

1910

**Otto Wallach** (Germany, 1847-03-27 - 1931-02-26)

Alicyclic compounds

1911

**Marie Curie** (France, Poland, 1867-11-07 - 1934-07-04)

Discovery of radium and polonium

1912

**Victor Grignard** (France, 1871-05-16 - 1935-12-13)

Grignard's reagent

**Paul Sabatier** (France, 1854-11-05 - 1941-08-14)

Hydrogenation of organic compounds in the presence of finely divided metals

1913

**Alfred Werner** (Switzerland, 1866-12-12 - 1919-11-15)

Bonding relations of atoms in molecules (inorganic chemistry)

1914

**Theodore W. Richards** (USA, 1868-01-31 - 1928-04-02)

Determination of atomic weights

1915

**Richard Willstätter** (Germany, 1872-08-13 - 1942-08-03)

Investigation of plant pigments, particularly of chlorophyll

1916 -

1917 -

1918

**Fritz Haber** (Germany, 1868-12-09 - 1934-01-29)

Synthesis of ammonia from its elements



- 1919 -  
1920  
**Walther H. Nernst** (Germany, 1864-06-25 - 1941-11-18)  
Studies on thermodynamics
- 1921  
**Frederick Soddy** (United Kingdom, 1877-09-02 - 1956-09-22)  
Chemistry of radioactive substances, occurrence and nature of the isotopes
- 1922  
**Francis W. Aston** (United Kingdom, 1877-09-01 - 1945-11-20)  
Discovery of a large number of isotopes, mass spectrograph
- 1923  
**Fritz Pregl** (Austria, 1869-09-03 - 1930-12-13)  
Microanalysis of organic compounds
- 1924 -  
1925  
**Richard A. Zsigmondy** (Germany, Austria, 1865-04-01 - 1929-09-29)  
Colloid chemistry (ultramicroscope)
- 1926  
**Theodor Svedberg** (Sweden, 1884-08-30 - 1971-02-26)  
Disperse systems (ultracentrifuge)
- 1927  
**Heinrich O. Wieland** (Germany, 1877-06-04 - 1957-08-05)  
Constitution of bile acids
- 1928  
**Adolf Windaus** (Germany, 1876-12-25 - 1959-06-09)  
Study of sterols and their relation with vitamins (vitamin D)
- 1929  
**Hans von Euler-Chelpin** (Sweden, Germany, 1873-02-15 - 1964-11-06)  
**Arthur Harden** (United Kingdom, 1861-10-12 - 1940-06-17)  
Studies on fermentation of sugars and enzymes
- 1930  
**Hans Fischer** (Germany, 1881-07-27 - 1945-03-31)  
Studies on blood and plant pigments, synthesis of hemin
- 1931  
**Friedrich Bergius** (Germany, 1884-10-11 - 1949-03-30)  
**Carl Bosch** (Germany, 1874-08-27 - 1940-04-26)  
Development of chemical high-pressure processes
- 1932  
**Irving Langmuir** (USA, 1881-01-31 - 1957-08-16)  
Surface chemistry
- 1933 -  
1934  
**Harold C. Urey** (USA, 1893-04-29 - 1981-01-06)  
Discovery of heavy hydrogen (deuterium)
- 1935  
**Frédéric Joliot** (France, 1900-03-19 - 1958-08-14)  
**Irène Joliot-Curie** (France, 1897-09-12 - 1956-03-17)  
Syntheses of new radioactive elements (artificial radioactivity)
- 1936  
**Peter J. W. Debye** (Germany, Netherlands, 1884-03-24 - 1966-11-02)  
Studies on dipole moments and the diffraction of X rays and electron beams by gases
- 1937  
**Sir Walter N. Haworth** (United Kingdom, 1883-03-19 - 1950-03-19)  
Studies on carbohydrates and vitamin C  
**Paul Karrer** (Switzerland, 1889-04-21 - 1971-06-18)  
Studies on carotenoids and flavins and vitamins A and B2

- 1938  
**Richard Kuhn** (Germany, 1900-12-03 - 1967-07-31)  
 Studies on carotenoids and vitamins
- 1939  
**Adolf F. J. Butenandt** (Germany, 1903-03-24 - 1995-01-18)  
 Studies on sexual hormones  
**Leopold Ruzicka** (Switzerland, 1887-09-13 - 1976-09-26)  
 Studies on polymethylenes and higher terpenes
- 1940 -  
 1941 -  
 1942 -  
 1943  
**George de Hevesy** (Hungary, 1885-08-01 - 1966-07-05)  
 Application of isotopes as indicators in the investigation chemical processes
- 1944  
**Otto Hahn** (Germany, 1879-03-08 - 1968-07-28)  
 Discovery of the nuclear fission of atoms
- 1945  
**Artturi I. Virtanen** (Finland, 1895-01-15 - 1973-11-11)  
 Discoveries in the area of agricultural and food chemistry, method of preservation of fodder
- 1946  
**John H. Northrop** (USA, 1891-07-05 - 1987-05-27)  
**Wendell M. Stanley** (USA, 1904-08-16 - 1971-06-15)  
 Preparation of enzymes and virus proteins in pure form  
**James B. Sumner** (USA, 1887-11-19 - 1955-08-12)  
 Crystallizability of enzymes
- 1947  
**Sir Robert Robinson** (United Kingdom, 1886-09-13 - 1975-02-08)  
 Studies on alkaloids
- 1948  
**Arne W. K. Tiselius** (Sweden, 1902-08-10 - 1971-10-29)  
 Analysis by means of electrophoresis and adsorption, discoveries about serum proteins
- 1949  
**William F. Giaque** (USA, 1895-05-12 - 1982-03-28)  
 Contributions to chemical thermodynamics, properties at extremely low temperatures (adiabatic demagnetization)
- 1950  
**Kurt Alder** (Germany, 1902-07-10 - 1958-06-20)  
**Otto P. H. Diels** (Germany, 1876-01-23 - 1954-03-07)  
 Development of the diene synthesis
- 1951  
**Edwin M. McMillan** (USA, \*1907-09-18)  
**Glenn Th. Seaborg** (USA, 1912-04-19 - 1999-02-25)  
 Discoveries in the chemistry of transuranium elements
- 1952  
**Archer J. P. Martin** (United Kingdom, \*1910-03-01)  
**Richard L. M. Synge** (United Kingdom, 1914-10-28 - 1994-08-18)  
 Invention of distribution chromatography
- 1953  
**Hermann Staudinger** (Germany, 1881-03-23 - 1965-09-08)  
 Discoveries in the area of macromolecular chemistry
- 1954  
**Linus Carl Pauling** (USA, 1901-02-28 - 1994-08-19)  
 Studies on the nature of the chemical bond (molecular structure of proteins)
- 1955  
**Vincent du Vigneaud** (USA, 1901-05-18 - 1978-12-11)  
 Synthesis of a polypeptide hormone

- 1956  
**Sir Cyril N. Hinshelwood** (United Kingdom, 1897-06-19 - 1967-10-09)  
**Nikolai N. Semjonow** (Soviet Union, 1896-04-15 - 1986-09-25)  
 Mechanisms of chemical reactions
- 1957  
**Sir Alexander R. Todd** (United Kingdom, \*1907-07-02)  
 Studies on nucleotides and their coenzymes
- 1958  
**Frederick Sanger** (United Kingdom, \*1918-08-13)  
 Structure of proteins, especially of insulin
- 1959  
**Jaroslav Heyrovský** (Czechoslovakia, 1890-12-20 - 1967-03-27)  
 Polarography
- 1960  
**Willard F. Libby** (USA, 1908-12-17 - 1980-09-08)  
 Application of carbon 14 for age determinations (radiocarbon dating)
- 1961  
**Melvin Calvin** (USA, \*1911-04-07)  
 Studies on the assimilation of carbonic acid by plants (photosynthesis)
- 1962  
**John Cowdery Kendrew** (United Kingdom, \*1917-03-24)  
**Max Ferdinand Perutz** (United Kingdom, Austria, \*1914-05-19)  
 Studies on the structures of globulin proteins
- 1963  
**Giulio Natta** (Italy, 1903-02-26 - 1979-05-02)  
**Karl Ziegler** (Germany, 1898-11-26 - 1973-08-11)  
 Chemistry and technology of high polymers
- 1964  
**Dorothy Crowfoot-Hodgkin** (United Kingdom, \*1910-05-12)  
 Structure determination of biologically important substances by means of X rays
- 1965  
**Robert Burns Woodward** (USA, 1917-04-10 - 1979-07-08)  
 Syntheses of natural products
- 1966  
**Robert S. Mulliken** (USA, 1896-06-07 - 1986-10-31)  
 Studies on chemical bonds and the electron structure of molecules by means of the orbital method
- 1967  
**Manfred Eigen** (Germany, \*1927-05-09)  
**George Porter** (United Kingdom, \*1920-12-06)  
**Ronald G. W. Norrish** (United Kingdom, 1897-11-09 - 1978-06-07)  
 Investigations of extremely fast chemical reactions
- 1968  
**Lars Onsager** (USA, Norway, 1903-11-27 - 1976-10-05)  
 Studies on the thermodynamics of irreversible processes
- 1969  
**Odd Hassel** (Norway, 1897-05-17 - 1981-05-13)  
**Derek H. Barton** (United Kingdom, \*1918-09-08)  
 Development of the concept of conformation
- 1970  
**Luis F. Leloir** (Argentina, \*1906-09-06)  
 Discovery of sugar nucleotides and their role in the biosynthesis of carbohydrates
- 1971  
**Gerhard Herzberg** (Canada, 1904-12-25 - 1999-03-03)  
 Electron structure and geometry of molecules, particularly of free radicals (molecular spectroscopy)
- 1972  
**Christian B. Anfinsen** (USA, \*1916-03-26)  
 Studies on ribonuclease  
**Stanford Moore** (USA, 1913-09-04 - 1982-08-23)

- William H. Stein** (USA, 1911-06-25 - 1980-02-02)  
Studies on the active center of ribonuclease
- 1973  
**Ernst Otto Fischer** (Germany, \*1918-11-10)  
**Geoffrey Wilkinson** (United Kingdom, 1921-07-14 - 1996-09-26)  
Chemistry of metal-organic sandwich compounds
- 1974  
**Paul J. Flory** (USA, 1910-06-19 - 1985-09-09)  
Physical chemistry of macromolecules
- 1975  
**John W. Cornforth** (United Kingdom, \*1917-09-07)  
Stereochemistry of enzyme catalysis reactions  
**Vladimir Prelog** (Switzerland, Yugoslavia, 1906-07-23 - 1998-01-07)  
Studies on the stereochemistry of organic molecules and reactions
- 1976  
**William N. Lipscomb** (USA, \*1919-12-09)  
Structure of boranes
- 1977  
**Ilya Prigogine** (Belgium, \*1917-01-25)  
Contributions to the thermodynamics of irreversible processes, particularly to the theory of dissipative structures
- 1978  
**Peter D. Mitchell** (United Kingdom, \*1920-09-29)  
Studies of biological energy transfer, development of the chemiosmotic theory
- 1979  
**Georg Wittig** (Germany, 1897-06-16 - 1987-08-26)  
**Herbert C. Brown** (USA, \*1912-05-22)  
Development of (organic) boron and phosphorous compounds
- 1980  
**Paul Berg** (USA, \*1926-06-30)  
Studies on the biochemistry of nucleic acids, particularly hybrid DNA (technology of gene surgery)  
**Walter Gilbert** (USA, \*1932-03-21)  
**Frederick Sanger** (United Kingdom, 1918-08-13)  
Determination of base sequences in nucleic acids
- 1981  
**Kenichi Fukui** (Japan, \*1918-10-04)  
**Roald Hoffmann** (USA, \*1937-07-18)  
Theories on the progress of chemical reactions (frontier orbital theory)
- 1982  
**Aaron Klug** (United Kingdom, \*1926-08-11)  
Development of crystallographic methods for the elucidation of biologically important nucleic acid protein complexes
- 1983  
**Henry Taube** (Canada, \*1915-11-30)  
Reaction mechanisms of electron transfer, especially with metal complexes
- 1984  
**Robert Bruce Merrifield** (USA, \*1921-07-15)  
Method for the preparation of peptides and proteins
- 1985  
**Herbert A. Hauptman** (USA, 1917-02-14)  
**Jerome Karle** (USA, 1918-06-18)  
Development of direct methods for the determination of crystal structures
- 1986  
**John C. Polanyi** (Canada, \*1929-01-23)  
**Dudley R. Herschbach** (USA, \*1932-06-18)  
**Yuan Tseh Lee** (USA, \*1936-11-29)

- Dynamics of chemical elementary processes
- 1987  
**Donald J. Cram** (USA, 1919-04-22 - 2001-06-27)  
**Charles J. Pedersen** (USA, 1904-10-03 - 1989-10-26)  
**Jean-Marie Lehn** (France, \*1939-09-30)  
Development of molecules with structurally specific interaction of high selectivity
- 1988  
**Johann Deisenhofer** (Germany, \*1943-09-30)  
**Robert Huber** (Germany, \*1937-02-20)  
**Hartmut Michel** (Germany, \*1948-07-18)  
Determination of the three-dimensional structure of a photosynthetic reaction center
- 1989  
**Sidney Altman** (Canada, \*1939-05-08)  
**Thomas Robert Cech** (USA, \*1947-12-08)  
Discovery of the catalytic properties of ribonucleic acid (RNA)
- 1990  
**Elias James Corey** (USA, \*1928-07-12)  
Development of novel methods for the synthesis of complex natural compounds (retrosynthetic analysis)
- 1991  
**Richard Robert Ernst** (Switzerland, \*1933-08-14)  
Development of high resolution nuclear magnetic resonance spectroscopy (NMR)
- 1992  
**Rudolph A. Marcus** (USA, \*1923)  
Theories of electron transfer
- 1993  
**Kary Banks Mullis** (USA, \*1944)  
Invention of the polymerase chain reaction (PCR)  
**Michael Smith** (Canada, \*1932)  
Development of site specific mutagenesis
- 1994  
**George A. Olah** (USA, \*1927)  
Carbocations
- 1995  
**Paul Crutzen** (Netherlands, \*1933)  
**Mario Molina** (Mexico, \*1943)  
**Frank Sherwood Rowland** (USA, \*1927)  
for their work in atmospheric chemistry, particularly concerning the formation and decomposition of ozone
- 1996  
**Robert F. Curl, Jr.** (USA, \*1933)  
**Sir Harold W. Kroto** (United Kingdom, \*1939)  
**Richard E. Smalley** (USA, \*1943)  
for their discovery of fullerenes
- 1997  
**Paul D. Boyer** (USA, \*1918)  
**John E. Walker** (United Kingdom, \*1941)  
for their elucidation of the enzymatic mechanism underlying the synthesis of adenosine triphosphate (ATP)  
**Jens C. Skou** (Denmark, \*1918)  
for the first discovery of an ion-transporting enzyme, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-ATPase
- 1998  
**Walter Kohn** (USA, \*1923)  
**John A. Pople** (United Kingdom/USA, \*1925)  
to Walter Kohn for his development of the density-functional theory and to John Pople for his development of computational methods in quantum chemistry (GAUSSIAN computer programs)
- 1999  
**Ahmed H. Zewail** (USA, Egypt, \*1946)

for his studies of the transition states of chemical reactions using femtosecond spectroscopy

2000

**Alan J. Heeger** (USA, \*1936)

**Alan G. MacDiarmid** (USA, \*1927)

**Hideki Shirakawa** (Japan, \*1936)

for the discovery and development of conductive polymers

2001

**William S. Knowles** (USA, \*1917)

**Ryoji Noyori** (Japan, \*1938)

for their work on chirally catalysed hydrogenation reactions

**K. Barry Sharpless** (USA, \*1941)

for his work on chirally catalysed oxidation reactions