

# HISTÒRIA DE LA QUÍMICA

Curs 2003-2004

Segon semestre: Dimarts i dijous, de 12:00 a 14:00

Professor: Agustí Nieto Galan

agusti.nieto@uab.es

CEHIC C1/-146

Hores de visita: dimarts i dijous (11-12 hr.)

## 1. Objectius del curs

Aquesta 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 la filosofia natural del segle XVII 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

El curs es divideix en 25 sessions (de 12:00 a 12:50 i de 13:00 a 13:50). La primera part correspon a una exposició magistral del professor i la segona a un exercici pràctic relacionat amb el tema, des de l'anàlisi de gravats antics o de textos de químics importants fins a la reconstrucció històrica d'experiments o laboratoris.

### *Els orígens*

#### **1. Introducció i presentació del curs.**

Les grans etapes de la història de la química.

#### **2. El problema de l'alquímia.**

Anàlisi de simbologia i gravats medievals i renaixentistes

#### **3. Alquímia i Metal·lúrgia: Agrícola i Biringuccio.**

Fragments i il·lustracions del llibre d'Agrícola *De Re Metallica* (1556).

#### **4. Paracels, alquimista i iatroquímic.**

Lectura i comentari de textos de Paracels i del llibre *Arte Separatoria*

## **La revolució científica i la química**

### **5. La revolució científica i la química. Libavius.**

La revolució química, una revolució tardana (Comentari de Butterfield).

### **6. La filosofia mecànica. Robert Boyle.**

Comentari de textos de Robert Boyle.

### **7. Newton i les taules d'afinitats.**

Interpretació i anàlisi de les taules i diagrames d'afinitats de Geoffroy i Bergman.

### **8. La química pneumàtica.**

Priestley

### **9. La "revolució química" (I)**

El discurs preliminar i el "llenguatge" de Lavoisier al *Traité*

### **10. La "revolució química" (II)**

Experiments de Lavoisier al *Traité*.

### **11. La "revolució química" (III)**

Experiments de Lavoisier al *Traité*.

### **12. La "revolució química" (IV)**

La difusió de les noves teories

## **La professionalització de la química**

### **13. L'àtom químic de Dalton.**

Lectura i comentari de textos del *New System of Chemical Philosophy* (1808).

### **14. Electroquímica i dualisme: de Volta a Berzelius.**

Comentari d'experiments i teories sobre electricitat

### **15. L'emergència de la química orgànica.**

L'Escola i el laboratori de Liebig a Giessen.

### **16. La taula periòdica dels elements.**

Lectura i comentari de textos de D. Mendeleiev.

### **17. La maduresa de la química orgànica. Kekulé.**

El "somni de Kekulé" i l'estructura del benzè

### **18. La química industrial**

Perkin i Solvay: una aproximació biogràfica

### **19. Pasteur i la química de la vida.**

La polèmica Pasteur -Pouchet i la generació espontània.

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

### **20. El naixement de la química-física.**

Enric Moles i la química-física a Espanya.

### **21. L'àtom físic.**

Lectura i comentari de textos de Niels Bohr

### **22. L'enllaç químic.**

Textos de Lewis i Pauling

### **23. Les macromolècules i els polímers.**

Baekeland i Staudinger: una aproximació biogràfica

### **24. Química i medi ambient**

Els accidents industrials

### **25. L'emergència de la bioquímica.**

El descobriment de la doble hèlix

## **3. Avaluació**

L'avaluació es realitzarà a partir d'un examen final no estrictament memorístic, amb comentari de textos, imatges, i preguntes de síntesi. També es pot realitzar un treball escrit individual (optatiu), sobre la biografia d'un químic, per a obtenir una puntuació entre 0 i 2, que es sumarà a la de l'examen. El treball escrit, que cal lliurar el dia de l'examen final, haurà de tenir entre 2000 i 3000 paraules, i consistirà en un desenvolupament de la biografia d'un químic a escollir entre la llista que s'adjunta al final del programa. Situeu el vostre personatge en la panoràmica del curs. Caldrà fer una exposició de 10 minuts, que permet obtenir una puntuació complementària entre 0 i 1 punt addicional. Les biografies exposades a classe són també matèria d'examen. Heu de lliurar per escrit al professor la vostra proposta de biografia abans del dia **16 de març de 2004**.

Cal que llegiu una o dues històries generals de la química (vegeu la bibliografia del programa). Es recomanable també que doneu una ullada a: PARTINGTON, James R., *A History of Chemistry*. 4 vols. Macmillan. London 1961-70. Com a obra de referència del vostre autor escollit podeu utilitzar: GILLISPIE, Charles C. (ed.) *Dictionary of Scientific Biography*. 16 vols. New York 1970-80. (DSB), i alguna obra de la bibliografia específica en funció del període de la seva vida. No oblideu tampoc que la biblioteca especialitzada en Història de la Ciència de la Facultat de Ciències (UAB) té a la vostra disposició els *Landmarks of Science*, una col·lecció important de microfitxes amb fonts primàries que inclouen moltes obres de químics importants.

#### 4. Bibliografia general d'història de la química

(S'assenyalen amb un asterisc les obres més assequibles)

- (\*)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*. 4 vols. Macmillan. London 1961-70.

#### 5. Bibliografia específica d'història de la química

##### **Obres temàtiques que estudien diverses èpoques**

- BENSAUDE-VINCENT, Bernadette; KOUNELIS, Catherine (eds.) *Les atomes. Une anthologie historique*. Presses Pocket. Paris 1991.
- BERETTA, Marco, *The Enlightenment of Matter. The Definition of Chemistry from Agricola to Lavoisier*. Science History Publications. Watson. Caton, MA 1993.
- CROSLAND, Maurice P., *Historical Studies in the Language of Chemistry*. Dover publications Inc. New York 1962 (2a edició 1978).
- GOUPIL, Michelle, *Du flou au clair? Histoire de l'affinité chimique*. Editions du CTHS. Paris 1991.
- (\*)HOLMES, Frederic L.; LEVERE, Trevor H. (eds.) *Instruments and Experimentation in the History of Chemistry*. The MIT Press. Cambridge Mass. 2000.
- KNIGHT, David (ed.) *The Development of Chemistry, 1789-1914. Selected Essays*. Routledge London 1998.

##### **Els orígens**

- ABRAHAM, Lyndy, *A Dictionary of Alchemical Imagery*. Cambridge University Press. Cambridge 2001.
- DEBUS, Allen G., *The Chemical Philosophy: Paracelsian Science and Medicine in the Sixteenth and Seventeenth Centuries*. Science History Publications. New York 1977.
- DEBUS, Allen G., *Chemistry, alchemy and the new philosophy, 1550-1700*. Variorum reprints. London 1987.
- (\*)ELIADE, Mircea, *Herreros y Alquimistas*. Alianza. Madrid 1986 (1a edició en francès, 1956).
- HANNAWAY, Owen. *The Chemists and the Word. The Didactic Origins of Chemistry*. Johns Hopkins University Press. Baltimore, London 1975.
- (\*)HOLMYARD, E.J., *Alchemy*. Dover Publications. New York 1990. (1a edició 1957).

- (\*LÓPEZ PIÑERO, José María; PORTELA, Eugenio, *Diego de Santiago. Arte separatoria*. Instituto de Cultura Juan Gil Albert. Alicante 1994 (edició facsímil).  
 MULTHAUF, Robert P. *The Origins of Chemistry*. Oldbourne. London 1966.  
 READ, John, *From Alchemy to Chemistry* (1957). Dover. New York 1995 (reprint).  
 (\*)TAYLOR, Frederick S., *La alquimia y los alquimistas*. Barcelona. A.H.R. 1994.

### **La revolució científica i la química**

- ANDERSON, Wilda. C., *Between the Library and the Laboratory: the Language of Chemistry in Eighteenth-Century France*. J. Hopkins University Press Baltimore. London 1984.  
 (\*)BENSAUDE-VINCENT, Bernadette, "Lavoisier una revolució científica" en SERRES, M. (ed.) *Historia de las Ciencias*. Cátedra. Madrid 1991. pp. 411-436.  
 BENSAUDE-VINCENT, Bernadette; ABBRI, Ferdinando (eds.) *Negotiating a New Language for Chemistry: Lavoisier in European Context*. Science History Publications. Canton, MA. 1995.  
 BENSAUDE-VINCENT, Bernadette, *Lavoisier. Mémoires d'une révolution*. Flammarion. Paris 1993.  
 (\*)CLOW, Archibald. CLOW, Nan L., *The Chemical revolution: A Contribution to Social Technology*. The Batchworth Press. London 1952.  
 DONOVAN, Arthur L., *Antoine Lavoisier. Science, Administration and Revolution*. Blackwell. Oxford 1993.  
 DONOVAN, Arthur L., "Lavoisier and David. Science, Art and Revolution", a IZQUIERDO, M., et al. (eds.) *A.L. Lavoisier i els orígens de la química moderna 200 anys després*. Barcelona, 1994. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona 1996, pp. 133-146.  
 DONOVAN, Arthur L., "The Chemical Revolution and the Modern Image of Science", a IZQUIERDO, Mercè, et al. (eds.) *A.L. Lavoisier i els orígens de la química moderna 200 anys després*, pp. 9-23.  
 (\*)GOLINSKI, Jan, *Science as Public Culture. Chemistry and Enlightenment in Britain, 1760-1820*. Cambridge University Press. Cambridge 1992.  
 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).  
 (\*)HOLMES, Frederic L., *Eighteenth-Century Chemistry as an Investigative Enterprise*. University of California Press. Berkeley 1989.  
 (\*)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.  
 LAVOISIER, Antoine-Laurent. *Oeuvres de Lavoisier*. Imp. Impériale. Paris 1864-1893. (6 vols.).  
 (\*)LAVOISIER, Antoine-Laurent. *Tratado elemental de química*. Alfaguara. Madrid 1982. (Trad. de Ramon Gago).  
 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.  
 (\*)SOLIS, Carlos (ed.) *Robert Boyle, física, química y filosofía mecánica*. Alianza. Madrid 1985 (textos).

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

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

- BROOKE, John H., "Methods and Methodology in the Development of Organic Chemistry", *Ambix*, 34, 1987, 147-155.
- JOHNSON, Jeffrey, "Academic Chemistry in Imperial Germany", *Isis*, 76, 1985, 500-524.
- KLOSTERMAN, L., "A Research School of Chemistry in the 19th Century: Jean-Baptiste Dumas and his Research Students", *Annals of Science*, 43, 1985, 1-80.
- KNIGHT, David, *Humphrey Davy: Science and Power*. Blackwell. Oxford 1992.
- LEVERE, Trevor H., *Affinity and Matter: Elements of Chemical Philosophy, 1800-1865*. Oxford University Press. Oxford 1971.
- MELHADO, Evan M; FRANGMYR, Tore (eds.) *Enlightenment Science in the Romantic Era. The chemistry of Berzelius and its cultural setting*. Cambridge University Press. Cambridge 1992.
- (\*)ROCKE, Alan, *Chemical atomism in the nineteenth century from Dalton to Cannizzaro*. Ohio State University Press. Columbus 1984.
- ROCKE, Alan, *The Quiet Revolution: Hermann Kolbe and the Science of Organic Chemistry*. University of California Press. Berkeley 1993.
- ROCKE, Alan, *Nationalizing Science: Adolphe Wurtz and the Battle for French Chemistry*. MIT Press. Cambridge MA. 2001.
- RUSSELL, Colin A., *The History of Valence*. Leicester University Press. Leicester 1971.

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

- (\*) AFTALION, Fred, *A History of Chemical Industry*. University of Penn Press. Philadelphia 1991.
- BERETTA, Marco, *Il tesoro della salute. Dall'omnipotenza dei semplici all'atomizzazione de farmaco*. Giunti. Firenze 1997.
- CARSON, Rachel L., *Primavera silenciosa*. Drakontos. Crítica. Barcelona 2001. (1a edició en anglès 1962)
- CRONE, Hugh D., *Chemicals and Society: A Guide to the New Chemical Age*. Cambridge University Press. Cambridge 1986.
- 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*. Princeton University Press. Princeton 1995.
- HABER, Ludwig F., *The Poisonous Cloud: Chemical Warfare in the First World War*. Clarendon Press. Oxford 1986.
- HOMBURG, Ernst; TRAVIS, Anthony; SCHRÖTER, Harm G.; *The Chemical industry in Europe, 1850-1914: Industrial Growth, Pollution, and Professionalization*. Kluwer. Dordrecht 1998.
- HOMBURG, Ernst; TRAVIS, Anthony; SCHRÖTER, Harm G.; MORRIS, Peter J.T., *Determinants of the Evolution of the European Chemical Industry, 1900-1939*. Kluwer. Dordrecht 1998.
- 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.
- MAUSKOPF, Seymour H. (ed.) *Chemical Sciences in the Modern World*. University of Pennsylvania Press. Philadelphia 1993.
- (\*)NEEDHAM, J. (ed.) *The Chemistry of Life*. Cambridge University Press. Cambridge 1970 (versió en castellà, FCE, México).

- (\*)NYE, Mary Joe, *From chemical philosophy to theoretical chemistry. Dynamic of matter, dynamic of disciplines, 1800-1950*. University of California Press. Berkeley 1993.
- OLBY, Robert C., *The Path to the Double Helix*. University of Washington Press. Seattle 1974.
- REINHARDT, Carsten (ed.) *Chemical Sciences in the 20th Century*. Bridging Boundaries. Wiley-VCH. Weinheim 2001.
- (\*)RUSSELL, Colin A., *The History of Valency*. Humanities Press. New York 1971.
- SERVOS, J.W. *Physical Chemistry from Ostwald to Pauling*. Princeton University Press. Princeton 1990.
- SEYMOUR, Raymond B. (ed.) *Pioneers in Polymer Science*. Kluwer. Dordrecht 1971.

## 6. Bibliografia complementària d'història de la ciència i de la tècnica

- (\*)BUTTERFIELD, H., *The Origins of Modern Science, 1300-1800*. Bell, Londres 1949. (versió en castellà, Taurus 1958).
- BYNUM, W. F., BROWNE, E., PORTER, R. (eds.) *Diccionario de historia de la ciencia*. Herder. Barcelona 1986.
- CARDWELL, Donald, *Historia de la tecnología*. Alianza. Madrid 1996.
- (\*)CROMBIE, A. C., *Historia de la ciencia: de San Agustín a Galileo*. Alianza. Madrid 1974. 2 vols.
- (\*)DEBUS, A., *Man and Nature in the Renaissance*. Cambridge University Press. Cambridge 1978. (versió en castellà: FCE, 1986).
- GEYMONAT, L., *Historia de la Filosofía y de la Ciencia*. Crítica. Barcelona 1985. (3 vols.) (1a. edició en italià de 1979).
- (\*)GILLISPIE, Ch. C. et al. (ed.) *Dictionary of scientific biography*. 16 vols. New York 1970-80. (DSB).
- (\*)GOODMAN, D., RUSSELL, C.A. *The Rise of Scientific Europe 1500-1800*. The Open University. Milton Keynes.
- (\*)HALL, A. R. *The Scientific revolution, 1500-1750: The formation of the modern scientific attitude*. Longmans. Londres 1954. (versió en castellà, Crítica 1985).
- (\*)HANKINS, T. L., *Ciencia e ilustración*. Siglo XXI. Madrid 1988. (1a. ed. anglesa, Cambridge 1985).
- (\*)KNIGHT, David, *La era de la Ciencia*. Ed. Pirámide. Madrid 1988 (1a ed. en anglés és de 1966).
- (\*)KUHN, Thomas S., *The Structure of Scientific revolutions*. Chicago 1962. (versió en castellà, FCE).
- LINDBERG, D. C., *The beginnings of Western Science. The European Scientific Tradition in Philosophical, Religious and Institutional context, 600 B.C. to A.D. 1450*. The Univ. of Chicago Press. Chicago 1992.
- (\*)MASON, S. F., *Historia de las Ciencias*. Alianza. Madrid 1984 (5 vols.).
- McNEIL, I. (ed.) *An Encyclopedia of the History of Technology*. Routledge. Londres 1990.
- (\*)OLBY, R.C., G.N. CANTOR, J.R.R. CHRISTIE, M.J.S. HODGE (eds.) *Companion of the History of Modern Science*. Routledge. Londres 1990.
- ROSSI, Paolo, *El nacimiento de la ciencia moderna*. Crítica. Barcelona 1998.
- (\*)SERRES, Michel (ed.) *Historia de las Ciencias*. Cátedra. Madrid 1991.
- WIENER, P. (ed.) *Dictionary of the history of ideas*. Scribners. New York 1973-1974 (5 vols.).

## 7. Propostes de biografies

Agricola, Georg, 1494 - 1555  
Albertus, Magnus, Saint, 1193? - 1280  
Ampere, Andre-Marie, 1775 - 1836  
Aragó, Francois, 1775 - 1836  
Arrhenius, Svante, 1859 - 1927  
Avogadro, Amedeo, 1776-1856  
Bacon, Roger, 1214? - 1294  
Baekeland, Leo Hendrik, 1863 - 1994  
Baeyer, Adolf von, 1835 - 1917  
Berthelot, Marcellin, 1827 - 1907  
Berthollet, Claude-Louis, 1748 - 1822  
Berzelius, Jons, 1779 - 1848  
Black, Joseph, 1728 - 1799  
Boerhaave, Herman, 1668 - 1738.  
Bohr, Niels Henrik David, 1885 - 1962  
Boyle, Robert, 1627 - 1691  
Bragg, William Henry, Sir, 1862 - 1942  
Cannizzaro, Stanislao, 1826 - 1910  
Caro, Heinrich, 1834 - 1910  
Cavendish, Henry, 1731 - 1810  
Chevreul, Michel, 1786 - 1889  
Clausius, Rudolph, 1822 - 1888  
Crell, Lorentz, 1744 - 1816  
Crookes, William, Sir, 1832 - 1919  
Cullen, William, 1710 - 1790  
Curie, Marie and Pierre, 1859 - 1906  
Daguerre, Louis Jacques Mande, 1787 - 1851  
Dalton, John, 1766 - 1844  
Davy, Humphry, Sir, 1778 - 1829  
Dee, John, 1527 - 1608  
Delhuyar, Fausto, 1755 - 1833  
Democritus of Abdera, c. 450 BCE  
Descartes, René, 1596 - 1650  
Dobereiner, Johann Wolfgang, 1780 - 1849  
Dulong, Pierre L., 1785 - 1838  
Dumas, J.B., 1800 - 1884  
Ehrlich, Paul, 1854 - 1915  
Erlenmeyer, Emil, 1825 - 1909  
Elhuyar, Fausto d', 1755 - 1833  
Faraday, Michael, 1791 - 1867  
Fourcroy, Antoine-Francois, 1755 - 1809  
Frankland, Edward, Sir, 1825 - 1899  
Gay-Lussac, Joseph Louis, 1778 - 1850  
Geoffroy, Etienne-Francois, 1672 - 1731  
Gibbs, Josiah Willard, 1839 - 1903  
Glauber, Johann Rudolf, 1604 - 1670



Gmelin, Leopold, 1780 - 1853  
Guyton de Morveau, Louis, 1737 - 1816  
Haber, Fritz, 1868 - 1934  
Helmholtz, Hermann von, 1821 - 1894  
Henry, William, 1774 - 1836  
Hofmann, August Wilhelm von, 1818 - 1892  
Kekule, August, 1829 - 1896  
Klaproth, Martin Heinrich, 1743 - 1817  
Laurent, Auguste, 1807 - 1853  
Lavoisier, Antoine Laurent, 1743 - 1794  
Leblanc, Nicolas, 1742 - 1806  
Lemery, Nicolas, 1645 - 1715  
Lewis, Gilbert Newton, 1875 - 1946  
Libavius, Andreas, d. 1616  
Liebermann, Carl Theodore, 1842 - 1914  
Liebig, Justus Freiherr von, 1803 - 1873  
Llull, Ramon, 1232(?) - 1316  
Lomonosov, Mikhail Vasil\_evich, 1711 - 1765  
Mendeleev, Dmitry Ivanovich, 1834 - 1907  
Meyer, Lothar, 1830 - 1895  
Nernst, Walther, 1864 - 1941  
Newton, Isaac, Sir, 1642 - 1727  
Newlands, John A.R., 1837 - 1898  
Nobel, Alfred Bernhard, 1833 - 1896  
Ostwald, Wilhelm, 1853 - 1932  
Paracelsus, 1493 - 1541  
Pasteur, Louis, 1822 - 1895  
Pelletier, Joseph, 1788 - 1842  
Perkin, William Henry, Sir, 1838 - 1907  
Planck, Max, 1858 - 1947  
Priestley, Joseph, 1733 - 1804  
Proust, Joseph Louis, 1754 - 1826  
Ramsay, William, 1852 - 1916  
Rumford, Benjamin, Graf von, 1753 - 1814  
Runge, Friedlieb Ferdinand, 1795 - 1867  
Rutherford, Daniel, 1749 - 1819  
Rutherford, Ernest, 1871 - 1937  
Carl Wilhelm, 1742 - 1786  
Stahl, Georg Ernst, 1660 - 1734  
Thenard, Louis Jacques, baron, 1777 - 1857  
Thomson, Joseph John, Sir, 1856 - 1940  
Thomson, Thomas, 1773 - 1852  
Valentine, Basil, b. 1394  
Vauquelin, Louis Nicolas, 1763 - 1829  
Volta, Alessandro  
Wohler, Friedrich, 1800 - 1882  
Wurtz, Charles Adolphe, 1817 - 1884