

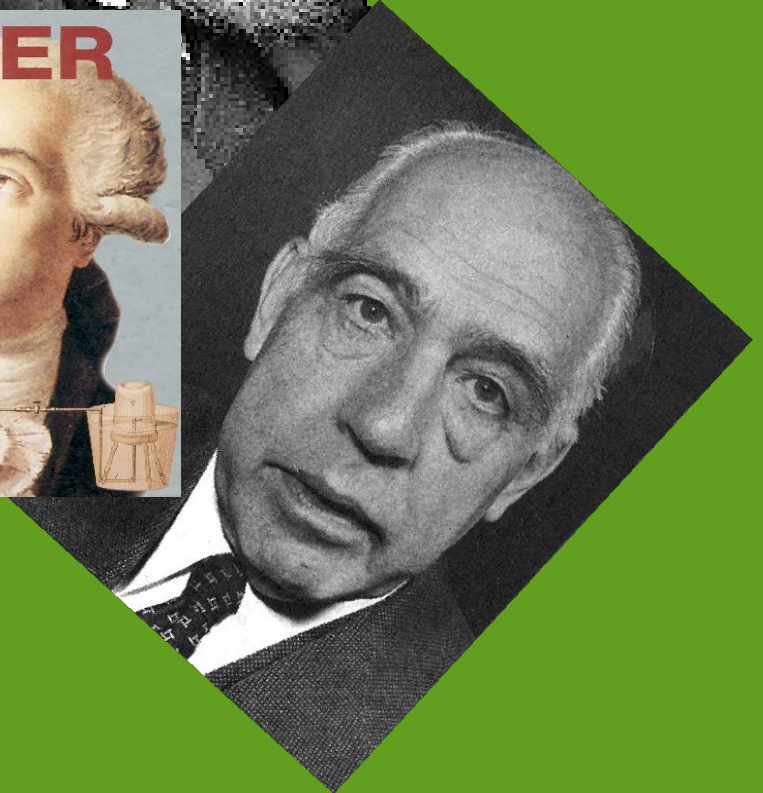
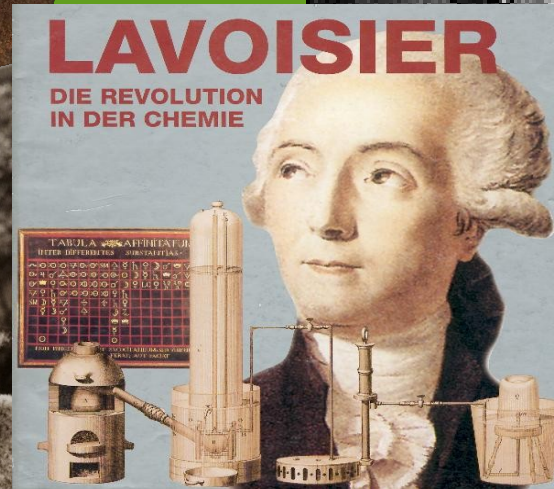
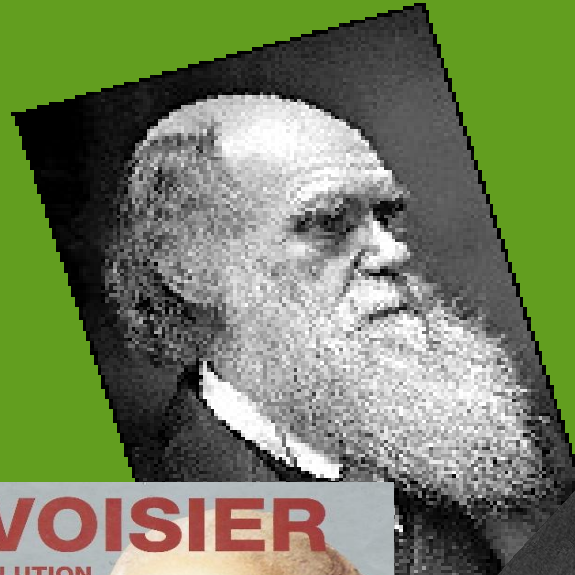
La **Química**: Ayer y Hoy

Curso de Formación General
Primavera 2012

Modulo II

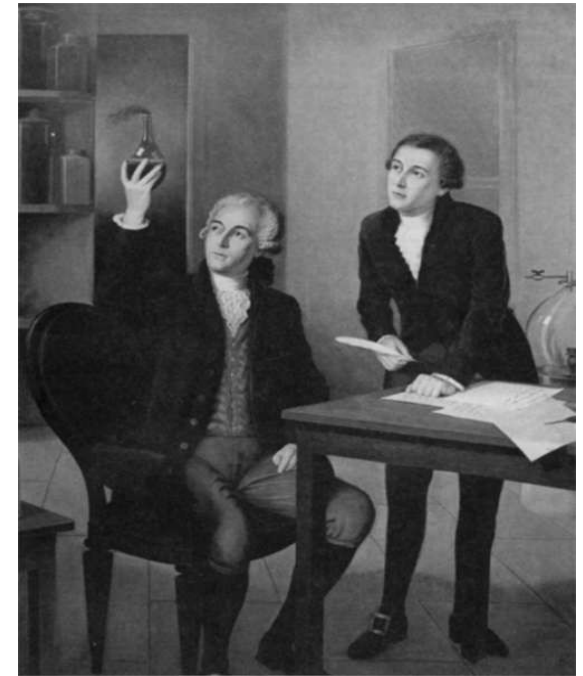
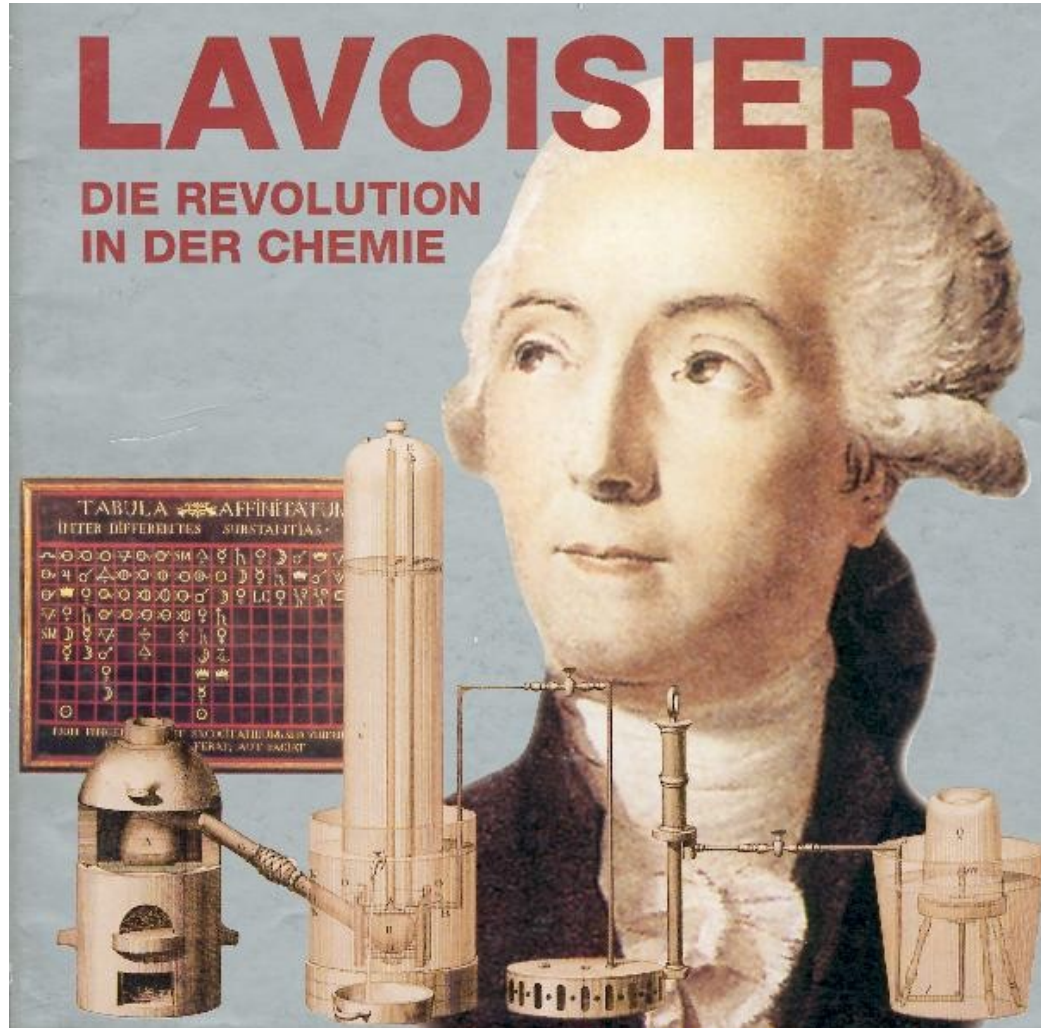
El nacimiento de la química moderna

I.a La revolución química: Lavoisier, el gran creador.



VIDA Y OBRA DE ANTOINE LAURENT LAVOISIER

(26.AGOSTO.1743 – 8.MAYO.1794)





Lugar de estudio: COLEGIO MAZARINO

Spektrum der Wissenschaft, Biographie, 3/1999, pág. 8

LAVOISIER EN SU JUVENTUD

Spektrum der Wissenschaft, Biographie, 3/1999, pág. 20



Formadores de Lavoisier

NICOLAS LOUIS DE LA CAILLE	ASTRONOMO
JEAN ETIENNE GUETTARD	GEOLOGO Y MINERALOGISTA
GUILLAUME FRANCOIS ROUELLE	QUIMICO
BERNARD DE JUSSIEU	BOTANICO
ETIENNE DE CONDILLAC	FILÓSOFO Y LÓGICO





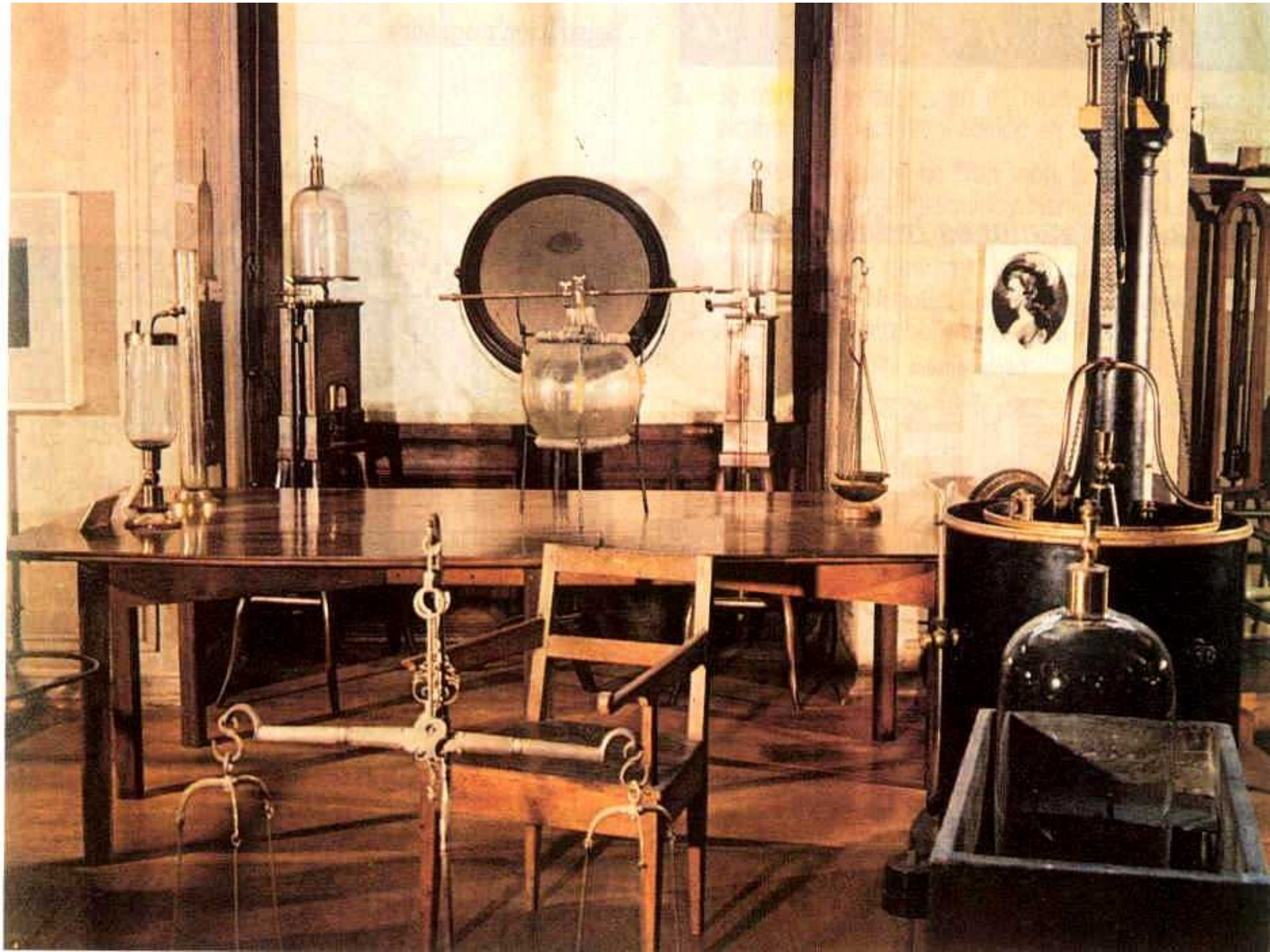
MARIE ANNE PAULZE

Spektrum der Wissenschaft, Biographie, 3/1999,pág. 29

Método Cuántitativo de Lavoisier (1770)

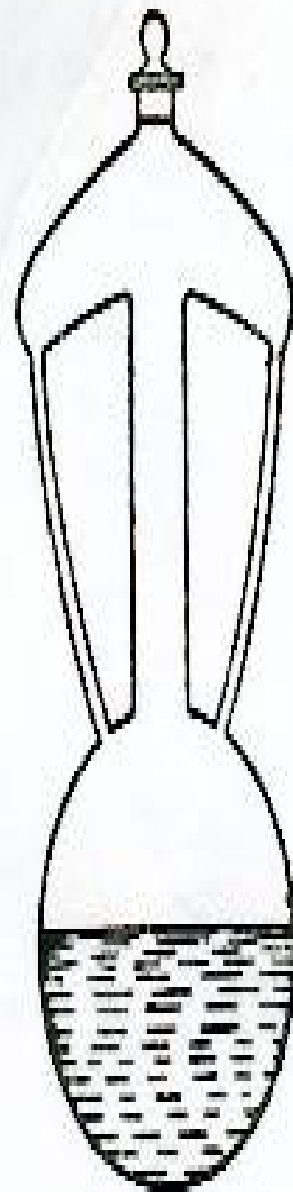
Los químicos habían demostrado que cuando se evaporaba agua destilada en recipientes de vidrio se obtenía un pequeño residuo térreo, que atribuían a la transformación del agua en tierra. Lavoisier colocó dentro de un recipiente de vidrio, llamado pelícano, una cantidad pesada de agua, destilada 8 veces. Calentó durante 101 días entre 60° y 70° Réaumur. Observó la aparición gradual de una masa sólida.





Cumplido este tiempo, enfrió y peso el recipiente, y no encontró variación en el peso. Pesó la cantidad de agua y la cantidad de materia sólida formada en el pelícano. Después de realizar algunos procedimientos de control, concluyó que el residuo encontrado provenía del vidrio del pelícano y no del agua.

En este experimento Lavoisier trabajó en forma cuantitativa a un altísimo nivel, utilizando a fondo la balanza.



A PELICAN.

“... porque nada se crea en los procesos, sean éstos naturales o artificiales, y puede tomarse como un axioma que en todo proceso existe igual cantidad de materia, antes y después del mismo, permaneciendo constantes la cantidad y la naturaleza de los principios que intervienen, siendo todo lo que sucede, sólo cambios y modificaciones. Toda la técnica de las experiencias de Química se funda en este principio: debemos siempre admitir un balance o igualdad exacta entre los principios que constituyen el cuerpo en examen y los que forman los productos del análisis mismo”.

Ley de Conservación de la Materia (1770)

PREGUNTA 1

Pregunta en clase

¿Cual fue el papel de Marie Anne Paulze en la vida cientifica de Lavoisier?

I.b El descubrimiento del oxígeno y la correcta interpretación del fenómeno de la combustión.

Experimentos de Calcinación y Combustión

(1772-1774)

Lavoisier describe que cuando se quema fósforo o se calcinan metales en el aire, los productos (cales) tienen un peso mayor que las sustancias originales. Señala además que el aumento de peso es casi igual al peso del aire absorbido por los metales o el fósforo al formar las cales.

Supone que el aire absorbido es la parte respirable del aire. Llama mofeta atmosférica al aire residual. (Experimentos descritos en los *Opúsculos Físicos y Químicos* (1774))



OPUSCULES PHYSIQUES

ET CHYMIQUES,

Par M. LAVOISIER, de l'Académie
Royale des Sciences.

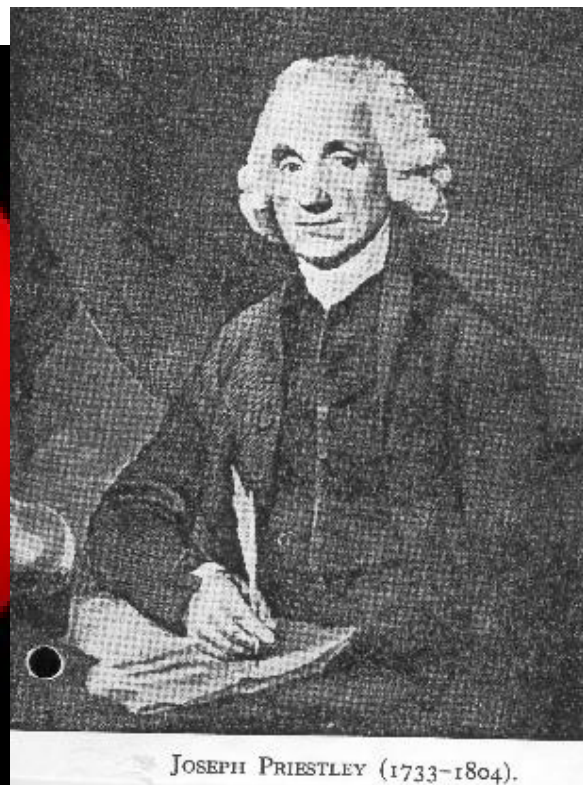
TOME PREMIER;



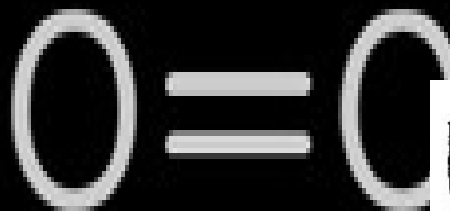
A PARIS,

Chez { DURANT NEVEU, Libraire, rue Galande,
DENTU le jeune, quai des Augustins,
ESPERET, au Palais Royal.

M. DCC. LXXIV.



C. W. SCHEELE





CUADRO PINTADO POR J. L. DAVID

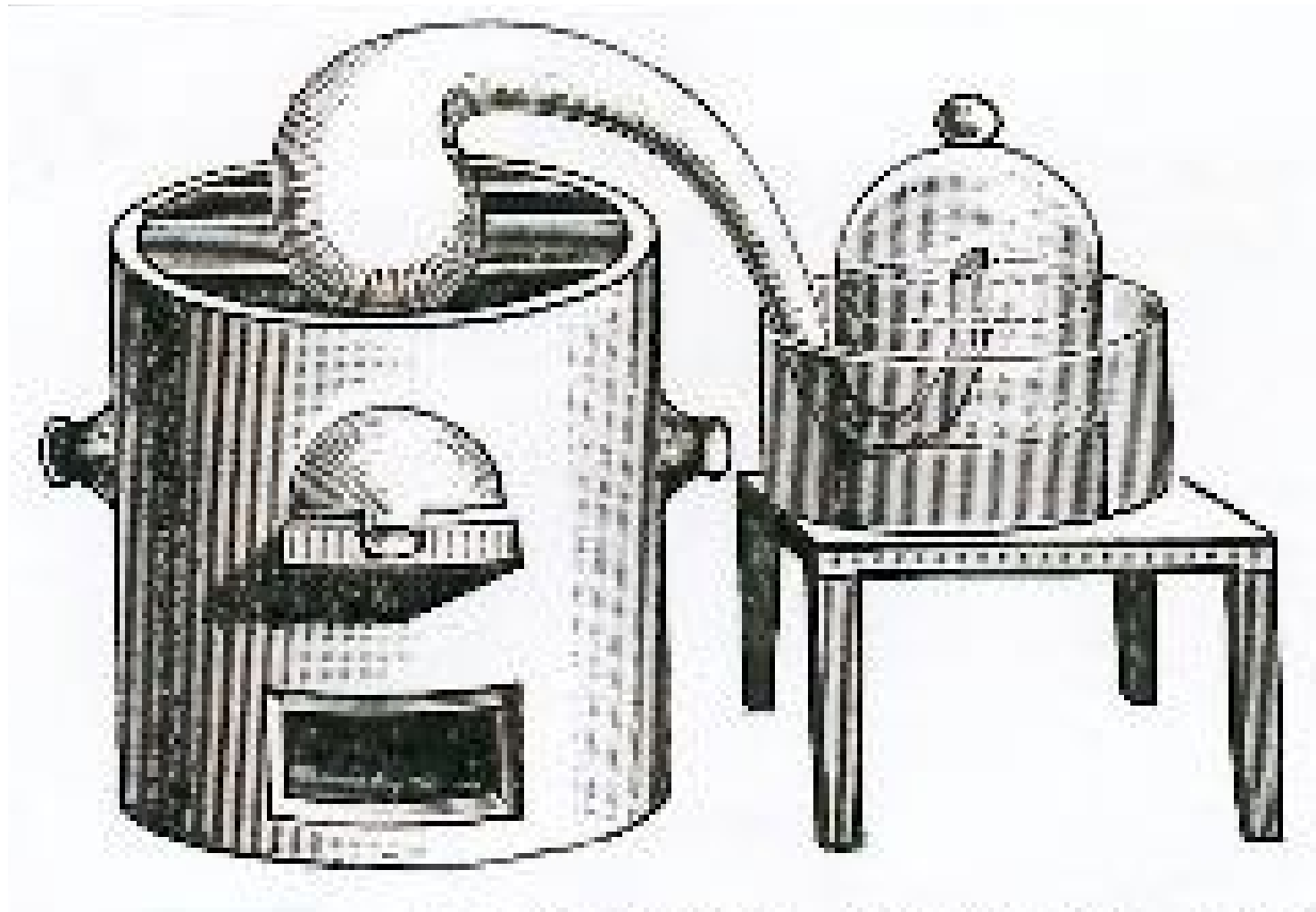
Spektrum der Wissenschaft, Biographie, 3/1999,pág. 65

Visita de Priestley

En octubre de 1774 **Priestley** visitó París y comunicó a Lavoisier su descubrimiento del aire deflogisticado. Lavoisier vio inmediatamente la importancia del descubrimiento de Priestley . Lavoisier demostró que lo que se absorbía en la calcinación de los metales era aire deflogisticado. Esta famosa experiencia la hizo en 1776 y fue publicada en su Tratado de Química de 1789.

Experimento de Lavoisier

Lavoisier calentó 4 onzas de mercurio en una retorta unida a una campana. El volumen total de aire en el sistema fue de 50 pulgadas cúbicas. Pasado un tiempo, notó la formación de escamas rojas en la superficie del mercurio. Después de 12 días de calentamiento, la cantidad de escamas permaneció constante. En ese momento detuvo la experiencia.



Aparato utilizado por Lavoisier para medir la cantidad de aire deflogisticado.

El aire se había reducido a 42 pulgadas cúbicas y el gas residual era “aire mefítico”, al cual Lavoisier le llamó mofeta atmosférica, después lo llamó azote y finalmente Chaptal lo bautizó como nitrógeno (del griego engendrador de nitro). Las escamas de mercurio (unos 45 granos) se colocaron en una pequeña retorta. Al calentar obtuvo 8 pulgadas cúbicas de aire deflogisticado (Lavoisier lo denominó aire vital o aire respirable, porque tenía mayor capacidad que el aire normal para mantener la respiración y la combustión), y $41 \frac{1}{2}$ granos de mercurio. Cuando se añade aire vital a la mofeta atmosférica, se obtiene aire común.



LABORATORIO DE LAVOISIER

Recordemos: Teoría del Flogisto

Johann Becher (1635-1682) creó la noción de una tierra inflamable (terra pinguis) para explicar la combustibilidad (1669). Posteriormente **Georg Stahl** (1660-1734) le da el nombre de Flogisto (del griego phlox = llama) a la terra pinguis.

Esta teoría supone que todos los metales y los cuerpos combustibles contienen un principio común : flogisto (ϕ), idéntico en todos, que se elimina durante la combustión o calcinación y que puede pasar de un cuerpo a otro. Así, por ejemplo, las sales pueden transformarse en metales si se introduce en ellas flogisto proveniente de sustancias ricas en él (por ejemplo, carbón de leña, aceite, cera, azufre, etc).

J. BECHER



G. STAHL





Ejemplo:



Se había observado que los metales aumentaban de peso durante la calcinación, a pesar de que se escapaba flogisto. Stahl señaló que el flogisto tenía peso negativo.

En su etapa final el flogisto fue identificado a veces como hidrógeno (Cavendish, Priestley) o como luz (Macquer).

Defensa “Antiflogisto” de Lavoisier

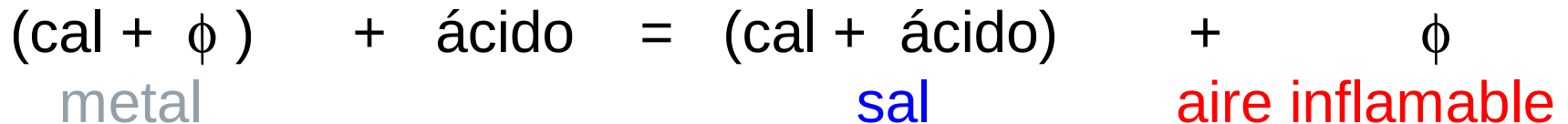
1. Las sustancias sólo arden en aire puro (aire deflogisticado de Priestley).
2. Los no metales, tales como azufre, fósforo y carbono, al quemar producen ácidos y por este motivo el gas se le llama oxígeno (del griego: engendrador de ácido).
3. Los metales por combustión producen sales con absorción de oxígeno.
4. La combustión no es, de ningún modo, un proceso debido al escape del flogisto, sino a la combinación de la sustancia combustible con oxígeno.

Dificultades a Lavoisier

Por ejemplo, metales como el cinc se disuelven en ácidos para dar aire inflamable (aquí corresponde a hidrógeno).

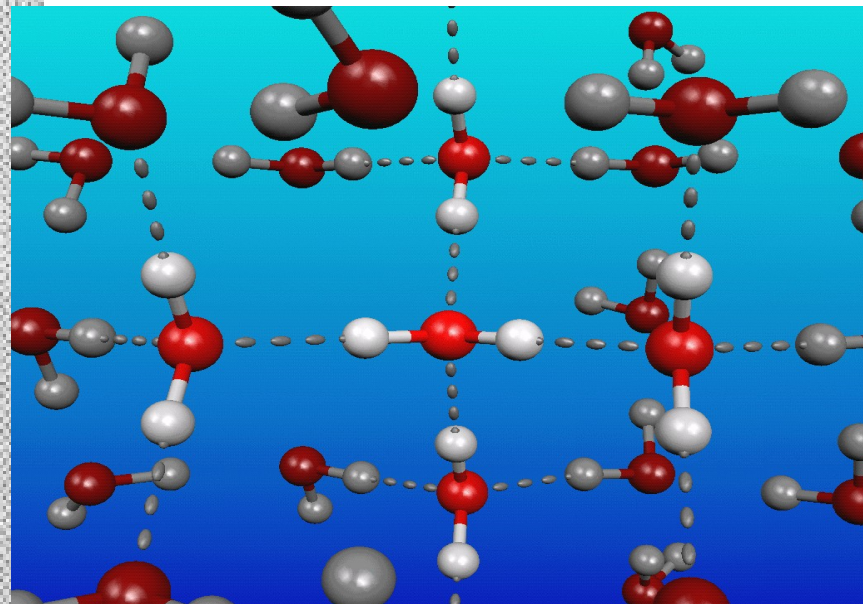
¿De dónde proviene el aire inflamable?

Explicación Teoría del Flogisto:





HENRY CAVENDISH, 1731-1810.
(From the portrait in the British Museum.)



La solución del problema...

Con el descubrimiento de la composición del agua, Lavoisier solucionó esta dificultad.

Ejemplo:

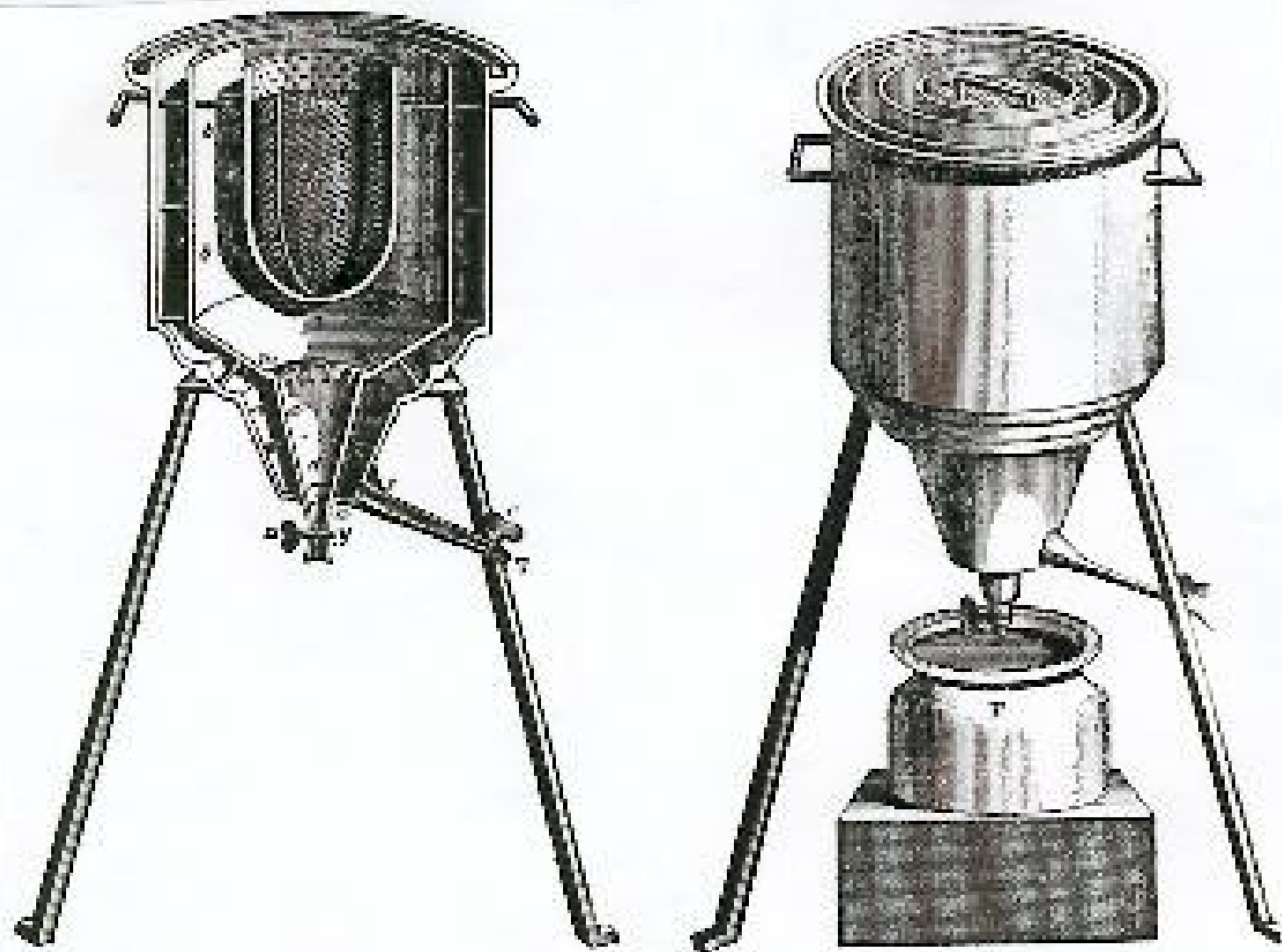
cinc + agua (hidrógeno+oxígeno) = óxido de cinc + hidrógeno

Óxido de cinc + ácido sulfúrico = sulfato de cinc

Entonces , Lavoisier señala que el hidrógeno proviene del agua.



P. S. DE LAPLACE



ICE-CALORIMETER OF LAVOISIER AND LAPLACE.

“En la descomposición de un compuesto se absorbe la misma cantidad de calor que la que se libera cuando el compuesto se forma a partir de sus elementos”.

**Primera Ley de la Termodinámica (1783)
Ley de Laplace-Lavoisier**

Experimentos sobre la Respiración

- Mayow, Scheele, Priestley y Lavoisier conocían bien la semejanza entre la combustión y la respiración.
- Lavoisier pensaba que el oxígeno inhalado por los pulmones oxida los materiales de la sangre que contienen carbono, produciéndose dióxido de carbono, que es espirado, y calor animal (1785-1789).
- Describió experiencias sobre respiración.

PREGUNTA 2

Pregunta en clase

*Indique a) 2 argumentos “anti-flogisto de Lavoisier” y
b) cual fue la molécula que permitio dar una
respuesta definitiva al problema de la combustión*

I.c El gran Tratado de Química.



LOUIS BERNARD GUYTON DE
MORVEAU (1737-1816).



ANTOINE FRANÇOIS DE FOURCROY
(1755-1809).



A. L. LAVOISIER, 1743-1794.



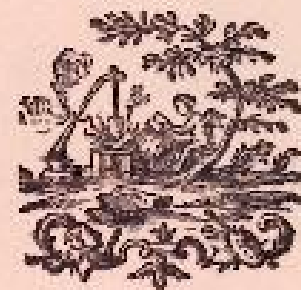
C. L. BERTHOLLET, 1748-1822.

M É T H O D E D E N O M E N C L A T U R E C H I M I Q U E ,

*Proposée par MM. DE MORVEAU,
LAVOISIER, BERTHOLET,
& DE FOURCROY.*

ON Y A JOINT

Un nouveau Système de Caractères Chi-
miques, adaptés à cette Nomenclature,
par MM. HASSENFRATZ & ADET.



A P A R I S ,

Chez CUCHET, Libraire, rue & hôtel Serpente.

M. DCC. LXXXVII.

Sous le Privilège de l'Académie des Sciences.

	<i>Noms nouveaux.</i>	<i>Noms anciens correspondans.</i>
<i>Substances simples qui appartiennent aux trois règnes & qu'on peut regarder comme les élémens des corps.</i>	Lumière.....	Lumière. Chaleur. Principe de la chaleur.
	Calorique.....	Fluide igné. Feu. Matière du feu & de la chaleur.
	Oxygène.....	Air déphlogistiqué. Air empiréal. Air vital. Base de l'air vital.
	Azote.....	Gaz phlogistiqué. Mofete. Base de la mofete.
	Hydrogène.....	Gaz inflammable. Base du gaz inflammable.
	Soufre.....	Soufre.
<i>Substances simples non métalliques oxidables & acidifiables.</i>	Phosphore.....	Phosphore.
	Carbone.....	Charbon pur.
	Radical muriatique.	Inconnu.
	Radical fluorique.	Inconnu.
	Radical boracique..	Inconnu.
	Antimoine.....	Antimoine.
	Argent.....	Argent.
	Arsenic.....	Arsenic.
	Bismuth.....	Bismuth.
	Cobalt.....	Cobalt.
<i>Substances simples métalliques oxidables & acidifiables.</i>	Cuivre.....	Cuivre.
	Etain.....	Etain.
	Fer.....	Fer.
	Manganèse.....	Manganèse.
	Mercure.....	Mercure.
	Molybdène.....	Molybdène.
	Nickel.....	Nickel.
	Or.....	Or.
	Platine.....	Platine.
	Plomb.....	Plomb.
	Tungstène.....	Tungstène.
	Zinc.....	Zinc.
<i>Substances simples salifiables terreuxes.</i>	Chaux.....	Terre calcaire, chaux.
	Magnésie.....	Magnésie, base du sel d'Epsom.
	Baryte.....	Barote, terre pesante.
	Alumine.....	Argile, terre de l'alun, base de l'alun.
	Silice.....	Terre siliceuse, terre vitrifiable.

TRAITE
ÉLÉMENTAIRE
DE CHIMIE,
PRÉSENTÉ DANS UN ORDRE NOUVEAU
ET D'APRÈS LES DÉCOUVERTES MODERNES;

Avec Figures :

*Par M. LAVOISIER, de l'Académie des
Sciences, de la Société Royale de Médecine, des
Sociétés d'Agriculture de Paris & d'Orléans, de
la Société Royale de Londres, de l'Institut de
Bologne, de la Société Helvétique de Basle, de
celles de Philadelphie, Harlem, Manchester,
Padoue, &c.*



A PARIS,
Chez CUCHET, Libraire, rue & hôtel Serpente.

M. DCC. LXXIX.

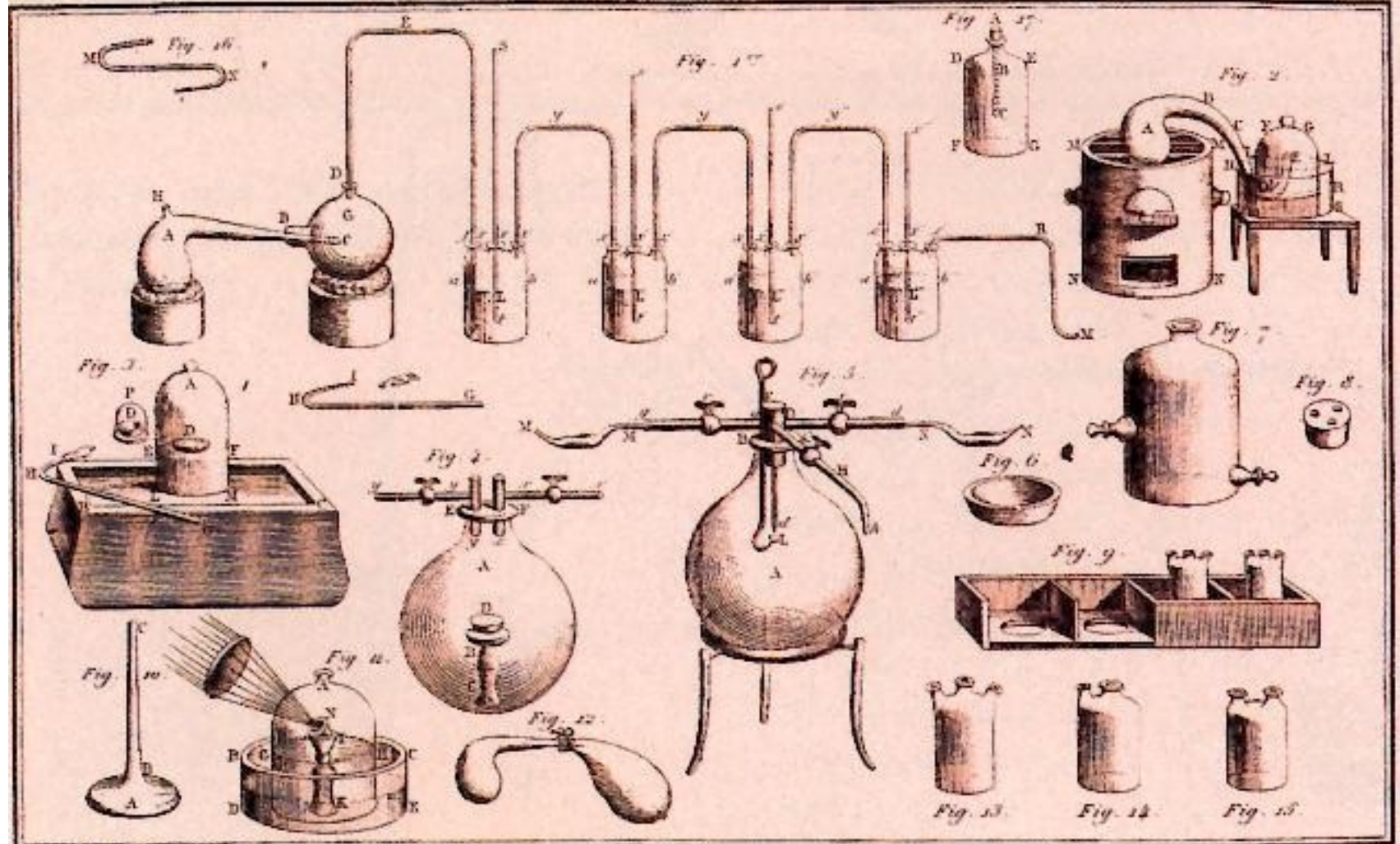
*Sous le Privilège de l'Académie des Sciences & de la
Société Royale de Médecine.*

Concepto de elemento

ELEMENTO : ULTIMA ETAPA A LA CUAL PUEDE LLEGARSE POR ANALISIS.

Lavoisier le dio a esta definición el carácter de provisoria. Dijo “puesto que hasta ahora no hemos descubierto los métodos para descomponerlos, ellos se comportan, frente a nosotros, como sustancias simples y no debemos, de ningún modo, suponerlos compuestos hasta que la experiencia o la observación nos demuestren que lo son”.

OBSERVACIÓN: La definición de Lavoisier es en esencia la misma que dio Boyle en el siglo XVII.



E. Werner del.

Paulin Lavoisier sculp.

TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE DE CHIMIE

PREGUNTA 3

Pregunta en clase

Nombre dos influencias (personas) que contribuyen a al concepto de elemento de Lavoisier

I.d Eltrágico destino de Lavoisier.



CASA DONDE VIVIA LAVOISIER EN 1792
EN EL BOULEVARD DE LA MADELEINE

“He desarrollado una carrera pasablemente larga, sobre todo muy feliz, y creo que mi memoria estará acompañada de pesar, puede que de alguna gloria. ¿Qué podría haber deseado más? Los acontecimientos en los que me encuentro envuelto, posiblemente me evitarán la vejez. Moriré en mi plenitud, es otra de las ventajas que tengo que agregar a las que ya he gozado. Si experimento algunos sentimientos dolorosos, es por no haber hecho más por mi familia, es de estar totalmente desprovisto de todo y de no poderle dar a ella ni a usted ninguna muestra de mi apego y de mi reconocimiento. ¡Es verdad por lo tanto que el ejercicio de todas las virtudes sociales, de los servicios dados a la patria, una carrera empleada útilmente para el progreso de las artes y de los conocimientos humanos no bastan para preservarlo a uno de un siniestro fin y para evitar morir como culpable! Le escribo hoy, porque puede que mañana no me permitieran hacerlo, y porque para mí es un dulce consuelo ocuparme de usted y de las personas que quiero en estos últimos momentos. No me olvido de los que se interesan por mí, que esta carta sea también para ellos. Seguramente es la última que escribiré”.

**Carta de Lavoisier a su primo Auger de Villers
(5 de mayo de 1794)**



LAVOISIER EN SUS ULTIMOS DIAS



EDIFICIO DONDE LAVOISIER PASO SUS ULTIMOS DIAS

El juicio de Lavoisier

(7 y 8 de Mayo de 1794)

Fiscal Liendon dijo entre otras cosas:

“La medida de los crímenes de estos vampiros ha llegado al último límite y reclaman venganza. La inmoralidad de estos seres está grabada en la opinión pública. Son los autores de todos los males que durante algún tiempo han afligido a Francia”

La defensa (Hallé) tuvo sólo pocos minutos para dar un informe elogioso de Lavoisier.

Ante esto, Coffinhal (de 41 años de edad), el presidente del tribunal, dijo la frase:

“ La República no necesita sabios, es necesario que la justicia siga su curso”.

Offre des 28 Janvier 1793
Lavigne

Procès-verbal
 Exécution de
 mort.

Lavigne
 Les *Jurés* de la République Française, le *Jury*
de la mort à la requête du citoyen Accusateur public
 près le Tribunal Révolutionnaire, établi au Palais, à Paris,
 par la loi du 10 Mars 1793, sans aucun recours au Tribunal de
 cassation, lequel fait fonction au Greffe dudit Tribunal siant
 au Palais, je me suis _____ Monsieur-
 audancier dudit Tribunal, sousigné, transporté en la maison-
 de Justice dudit Tribunal, pour l'exécution du Jugement rendu
 par le Tribunal *Reynaud* contre *devoir*
 qui *de* condamne



à la peine de mort, pour les crimes énoncés audit jugement,
 et de suite j'en ai remis à l'exécuteur des jugemens criminels,
 et à la Condamné qui *Lavigne* conduit sur la place
 de *la guillotine* où, sur un échafaud dressé sur ladite place,
 ledit *Lavigne*, en notre présence, subi la peine de
 mort, et de tout ce qui dessus est fait et rédigé le présent procès-
 verbal, pour servir et valoir en son lieu et place, dont acte.

Enregistré gratis, à Paris, le *22* *Jour* l'an deuxième
 de la République, une et indivisible.

Fuyant
 Fac-similé du procès-verbal d'exécution.

FACSIMIL DEL PROCESO VERBAL DE EJECUCIÓN

9 de Mayo de 1794

Al día siguiente de la muerte de Lavoisier, Lagrange dijo:

“No han necesitado más que un momento para hacer caer esta cabeza y puede que cien años no basten para producir otra igual”.

Dos causas, dos destinos. Héroe victorioso de la Revolución Química, muere víctima de la Revolución Francesa.

Abandonado por sus colegas, venerado más tarde como Fundador de la Química Moderna.

PREGUNTA 4

Pregunta en clase

Responda muy brevemente ¿Porque razon juzgaron a Lavoisier? ¿Como lo condenaron?

I.e Otro revolucionario:
Lomoso nov

Lomonósov: Un antecedente a la revolución

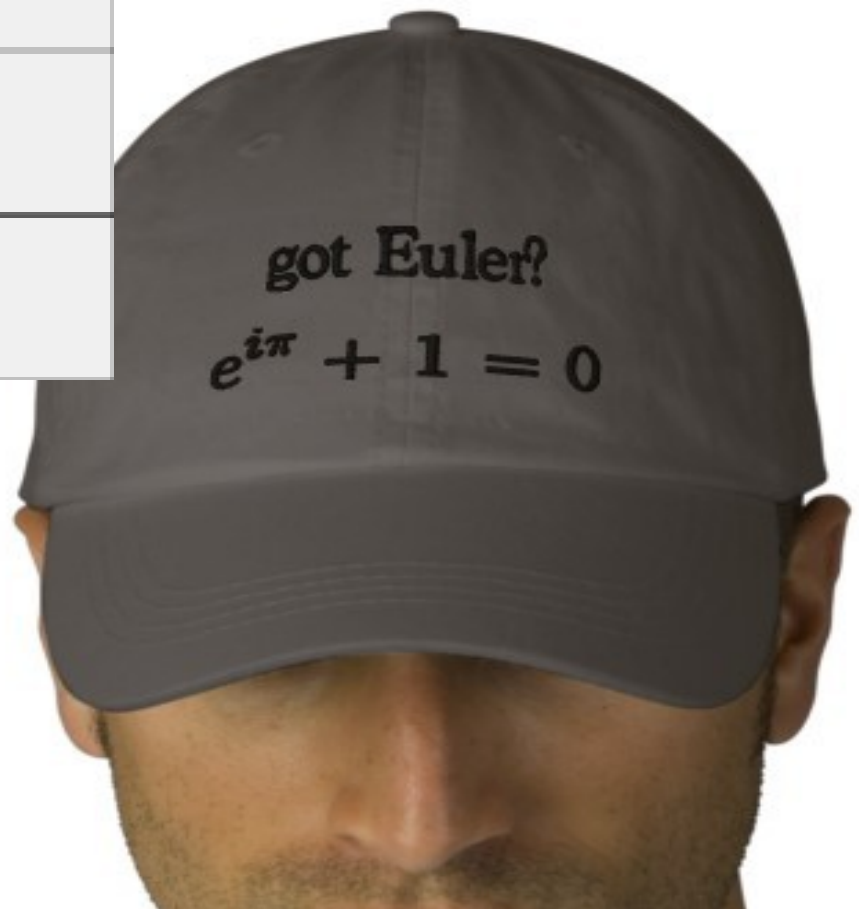
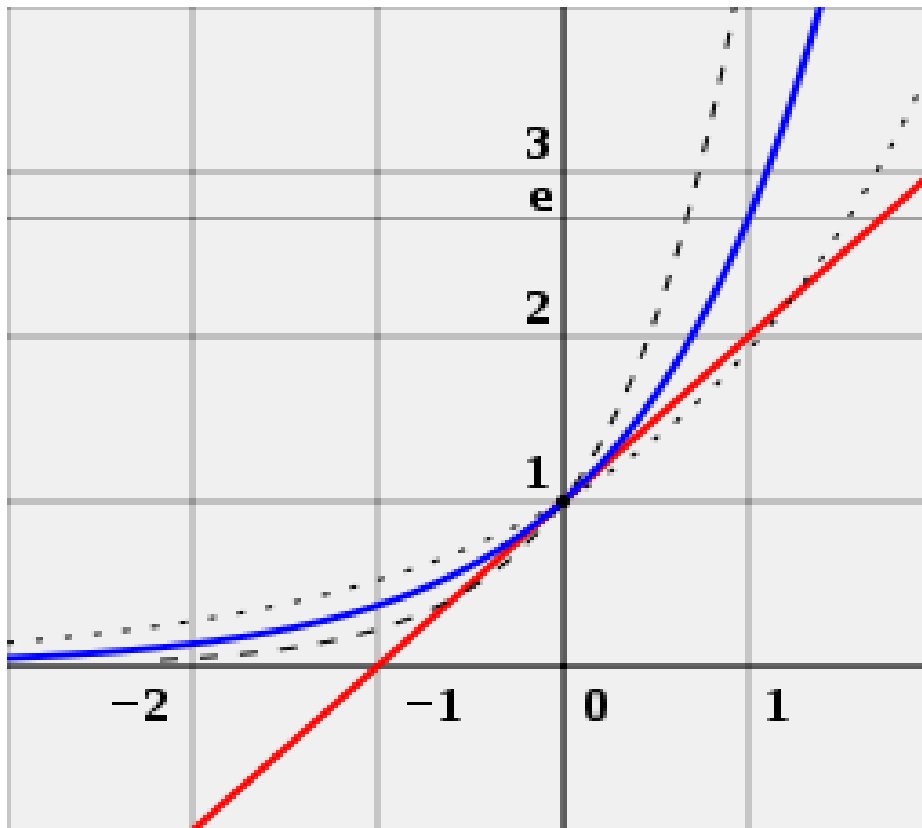
A portrait of Mikhail Vasilyevich Lomonosov, a Russian polymath. He is depicted from the chest up, wearing a red garment with a gold chain. He has a powdered wig and is looking slightly to the left with a thoughtful expression.

Mijaíl Vasílievich Lomonósov (en ruso Михайл Васильевич Ломоносов) fue un científico, geógrafo, escritor y *polímata* ruso con importantes descubrimientos en ciencia, literatura y educación, y fundador en 1755 de la primera universidad rusa, que hoy lleva su nombre. Por sus importantes y decisivos aportes es considerado el patriarca de la geografía en Rusia.

Replicó el experimento de Robert Boyle, lo que permitió deducir que la teoría del flogisto era falsa.

Asimismo consideró el calor como una forma de movimiento contribuyendo a la teoría cinética de los gases y avanzando el carácter ondulatorio de la luz.

También **expresó la Ley de conservación de la materia** y del movimiento en una carta fechada el 5 de junio de 1748 dirigida al matemático **Leonard Euler**. Desarrollada unos 40 años antes que Antoine Lavoisier, por lo que a la ley de conservación de la materia se le conoce también como la Ley de Lomonósov-Lavoisier.





Otros de sus logros fueron: la medida del punto de congelación del mercurio, **la demostración del origen orgánico del suelo, de la turba, del carbón, del petróleo y del ámbar.** También publicó un catálogo con más de 3.000 minerales. Otra aportación en el campo de la astronomía fue la suposición de una atmósfera en Venus fundamentada en observaciones del tránsito de Venus.

PREGUNTA 5

Pregunta en clase

¿Quien es el descubridor de la Ley de Conservación de la Materia? ¿Porque?

II. El concepto de Revolución Científica y su impacto en la comprensión de Lavoisier.



Las preguntas fundamentales son: ¿Qué es una revolución científica? ¿Cómo determinar si se ha producido una revolución científica? ¿Cuáles etapas caracterizan una revolución científica?

Definición de Revolución Científica

Una revolución en ciencia “comprende un cambio radical no sólo en teorías y técnicas específicas sino también en el tipo de preguntas que esas teorías deben responder y en los criterios para juzgar las respuestas, así como una transformación fundamental en la visión del mundo de aquellas personas que buscan su orientación intelectual en la ciencia.”





En síntesis, una Revolución Científica,
como señala Kuhn, “**es el paso de un
paradigma a otro**”

Las respuestas que Kuhn da a las cuestiones iniciales, que se plasman en la obra *La estructura de las revoluciones científicas*, de 1962, supusieron un gran cambio en el debate filosófico del momento, pues el modelo formalista que imperaba fue desafiado por el enfoque historicista de Kuhn, según el cual, la ciencia se desarrolla siguiendo determinadas fases:

1. Establecimiento de un paradigma

2. Ciencia normal

3. Crisis

4. Revolución científica

5. Establecimiento de un nuevo paradigma

«No se comparan las opiniones de Galileo con las actuales si no con las de sus contemporáneos».

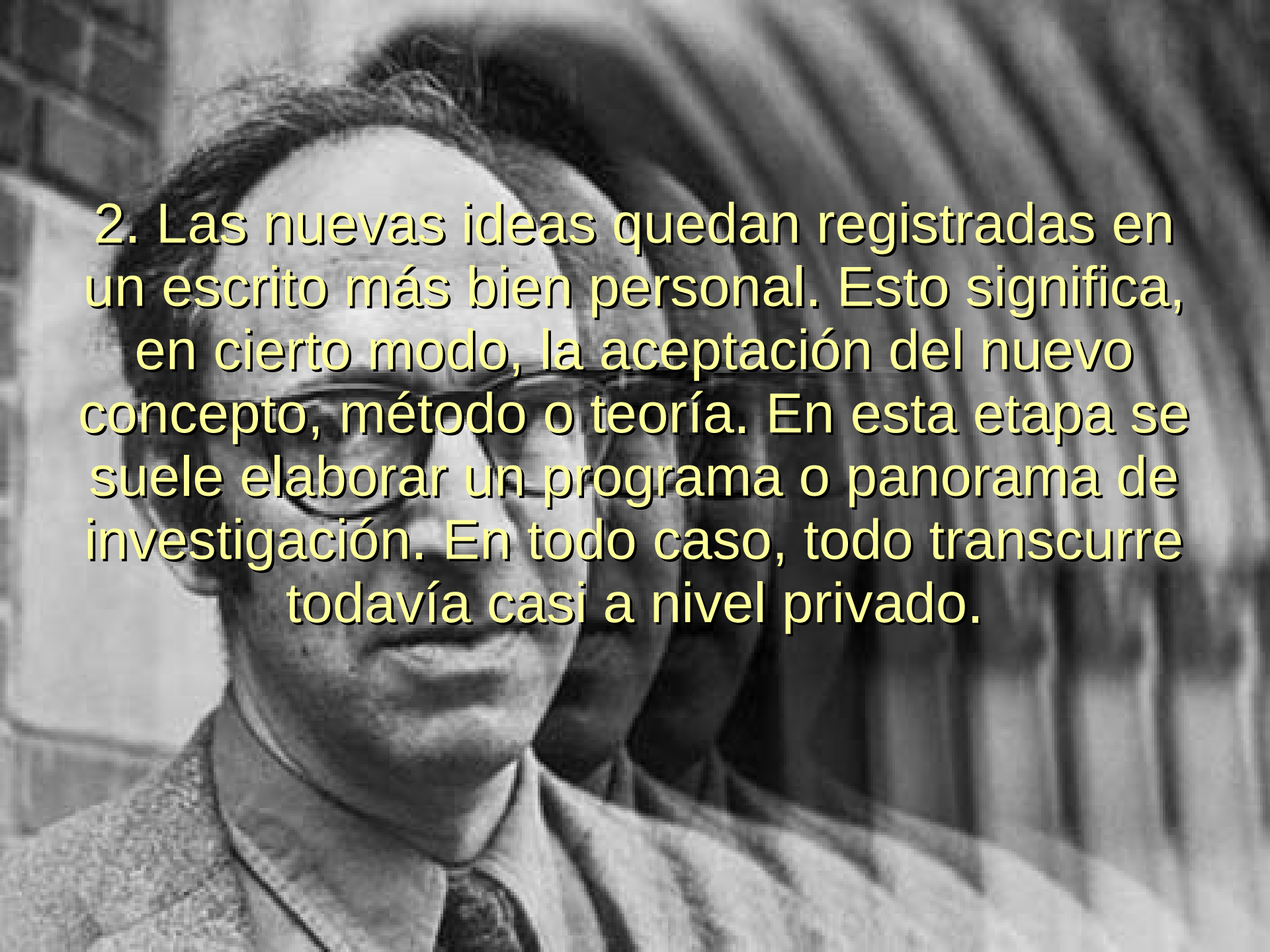
1. **“El testimonio de los observadores contemporáneos”**. Ejemplos: Los Contemporáneos de Lavoisier declararon revolucionaria la reforma que él hizo de la Química.
2. **“Examen de la documentación histórica vinculada con el tema y posterior a la época en que se produjo la presunta revolución.”** Ejemplo. La revisión de los textos químicos del siglo XIX están redactados en términos de las nuevas ideas
3. **“El juicio de los historiadores”** (de la ciencia y la filosofía). Estos juicios incluyen los historiadores y filósofos del pasado y presente.
4. **“La opinión de los especialistas en estas disciplinas”**.

Etapas de una revolución Científica

Una revolución científica, al ser reconocida, esta evoluciona y se convierte en el paradigma.

Estas etapas están descritas para el reconocimiento histórico de un nuevo paradigma científico, de una nueva idea que hegemoniza el pensamiento sobre la realidad.

1. Revolución intelectual. Un científico (o más científicos) desarrolla una nueva solución para un problema importante, descubre un nuevo método, propone un nuevo marco de conocimiento que permite utilizar la información existente, introduce un conjunto de conceptos que altera el conocimiento o propone una teoría nueva o revolucionaria. En suma, es una transformación de fondo de las ideas científicas vigentes.



2. Las nuevas ideas quedan registradas en un escrito más bien personal. Esto significa, en cierto modo, la aceptación del nuevo concepto, método o teoría. En esta etapa se suele elaborar un programa o panorama de investigación. En todo caso, todo transcurre todavía casi a nivel privado.

3. “La revolución en los papeles.” Las nuevas ideas se desarrollan a fondo, se publican y se difunden.

4. La adopción de otros científicos de las nuevas teorías o descubrimientos y la aplicación de los nuevos métodos en su propio trabajo.

PREGUNTA 6

Pregunta en clase

¿Fue el trabajo de Lavosier una revolución científica?