

**OSNOVI HEMIJE**  
**HEM1A07 i HEM1B07**

**ESPB 4**

**Dr Miloš Milčić, docent**  
**lab. 516a**  
**II sprat zgrada na**  
**Studentskom trgu**  
**tel. 3336-731**  
**[mmilcic@chem.bg.ac.rs](mailto:mmilcic@chem.bg.ac.rs)**

**Jelena Lazić,  
asistent**

## Програм предавања

- 1. Предмет изучавања хемије.** Историја. Облици материје. Смеше...
- 2. Основни закони хемије.** Хемијски симболи, формуле и једначине. Мол. Закони идеалног гасног стања
- 3. Енергетске промене** током хемијских реакција. Спонтаност хемијских процеса.
- 4. Атом.** Радерфордов, Бор-Зомерфелдов и таласномеханички модел атома. Атомске орбитале
- 5. Периодни систем елемената**
- 6. Хемијаска веза.** Јонска веза; ковалентана веза (геометрија молекула, међумолекулске силе, течни кристали); метална веза (проводници, полупроводници и изолатори).
- 7. Међумолекулске силе**
- 8. Раствори.** Колигативне особине Колоиди.
- 9. Брзина хемијске реакције. Равнотежа.**

## Програм предавања

10. **pH-вредност раствора.** Аренијусова теорија електролитичке дисоцијације.. Протолитичка теорија. Ацидобазни индикатори; пуфери; хидролиза. Производ растворљивости.
11. **Комплексна једињења**
12. **Оксидоредукције.** Редокс процеси. Галвански елементи (батерије и акумулатори); електролиза. Корозија и заштита од корозије.
13. **Основни процеси добијања метала.** Модерни материјали (керамички и полимерни материјали, танки филмови).

# OCENA

- Predavanja - 34 poena

Nastavni kolokvijumi  $3 \times 10 = 30$  poena. Aktivnost na predavanjima 4 poena.

- Vežbe- 20 poena

Računski kolokvijum (radi se u svakom ispitnom roku)

- Ispit- 46 poena (mora se položiti)

# KAKO DO ŠESTICE???????

- Ponovite gradivo iz srednje škole (1. i 2. razred OBAVEZNO), shvatite gde ste i koliko će vam truda trebati da uspešno savladate program kursa
- Nabavite knjige što pre
- Dolazite spremni na predavanje, budite aktivni na predavanjima, učite tokom semestra a ne samo za ispitni rok
- Slušajte profesora na predavanju (postoji veoma dobar razlog), vodite uredne beleške
- Nakon predavanja pogledajte svoje beleške i pokušajte da rastumačite sve što vam nije jasno, ponovo pročitajte predavanu oblast iz knjige
- Pomažite se međusobno, upoznajte svoje kolege sa njima ćete saradivati ceo život
- PITAJTE profesore/asistente sve što vam i dalje nije jasno. Oni primaju platu da bi odgovarali na vaša pitanja
- Hemija je prirodna nauka. Mora se RAZUMETI, ne nabubati
- Iskoristite predispitne obaveze (pogotovo nastavne kolokvijume) da vam povećaju ocenu na ispitu – super stvar - jeftinih 54 poena

## KAKO DO ŠESTICE???????

- Dolazite spremni na vežbe, puuuuno stvari može da se nauči i razume na vežbama a potrebno je uložiti samo malo truda
- Asistenti nisu tu da vas plaše, već da vam pomognu da lakše savladate gradivo.
- Dolazite na konsultacije tokom celog semestra ne samo pred ispit – tad je već kasno
- Student koji radi tokom semestra ispit može spremiti veoma lako





# VEŽBE

## NASTAVNI KOLOKVIJUMI

- Prvi - kad završimo sa atomima i PSE (5. oblast)
- Drugi – hemijska veza i međumolekulske sile (7. oblast)
- Treći – negde pred kraj godine
- Dolaze samo teorijska pitanja sa predavanja, laka pitanja, dobra šansa da se uzme 30 poena
- Morate imati barem 15 poena da bi mogli da izađete na ispit

# RAČUNSKI KOLOKVIJUMI

- U svakom roku nekoliko dana pre ispita
- Dolaze samo zadaci iz oblasti koje ste radili na vežbama
- Mora se položiti (uraditi više od pola) da bi mogli da izađete na ispit

Zbirke ih kojih možete vežbati zadatke:

- **Zbirka zadataka iz opšte hemije** – HF - Zoran Miodragović, Tibor J. Sabo
- Zbirka iz opšte hemije sa rešenim primerima u redakciji dr Nenada Juranića – Anđelković, Vučković, Zarić, Hodžić, Milosavljeić, Juranić
- Zbirka zadataka iz opšte hemije – TMF – Popović, Bogunović, Vasović, Poleti, Ćuković
- Zbirka rešenih zadataka za prijemni ispit iz hemije – Isaković, Isaković
- Glinka
- Opšta hemija – zbirka zadataka sa ispita i kolokvijuma – TMF – Vasović, Popović
- Stehiometrija – Sikirica
- I sve ostale zbirke koje možete da nađete.

# ISPIT

Knjige iz kojih možete spremati ispit iz Osnova hemije:

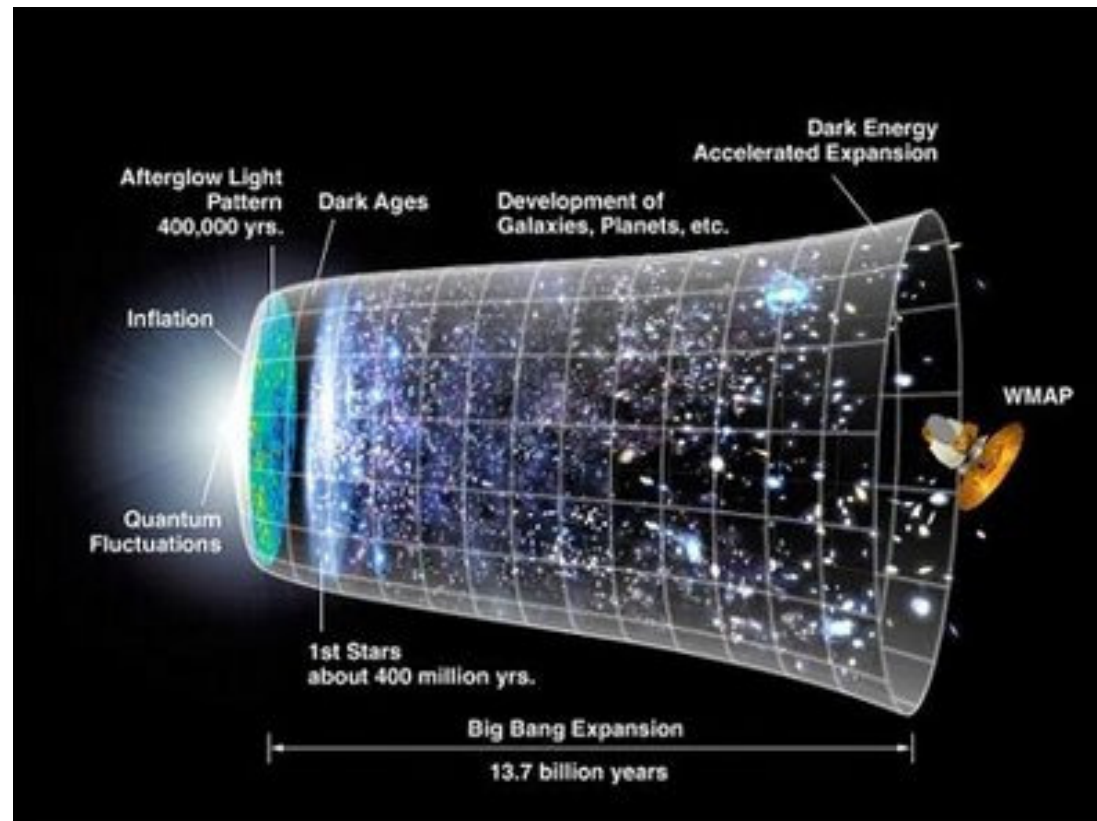
- **S.R. Trifunović. T. Sabo: Opšta hemija za studente fizike**
- **M. Dragojević, M. Popović, S. Stević, V. Šćepanović: Opšta hemija (TMF)**
- I. Filipović, S. Lipanović: Opća i anorganska hemija
- S. Arsenijević: Hemija opšta i neorganska
- P. Djurdjević, M. I. Djuran i M. Obradović, Opšta i neorganska hemija sa primenama u biologiji i medicini, Univerzitet u Kragujevcu,
- Brown, Lemay, Bursten: Chemistry, Cental Science
- Sve ostale knjige iz opšte hemije do kojih možete da dođete

Ispit čini 46% ocene, usmeni je i mora se položiti. Najakše se polaže u junu, teže u septembru, najteže u oktobru.

# ISTORIJA

Otkud mi ovde??? Kako je sve počelo???

Teorija velikog praska (the Big Beng Theory)





# ISTORIJA

Nakon  $10^{-35}$ s odvojila se jaka nuklearna sila  $T=10^{28}$ K

Nakon  $10^{-10}$ s odvajaju se slaba nuklearna i elektromagnetna sila

## 4 Sile

Od  $10^{-10}$ s pa do danas ( $4 \times 10^{17}$ s) u univerzumu postoje samo 4 sile:

- Gravitaciona – dugog dometa
- Jaka nuklearna sila – kratkog dometa, drži jezgro na okupu
- Slaba nuklearna – kratkog dometa,  $\beta$  raspad
- Elektromagnetna – dugog dometa, deluje između naelektrisanih čestica

$10^{-37}$ s počinje period “naduvavanja” univerzuma – *inflation period*, brzina širenja vešestruko prelazi brzinu svetlosti. Dolazi do narušavanja simetrije

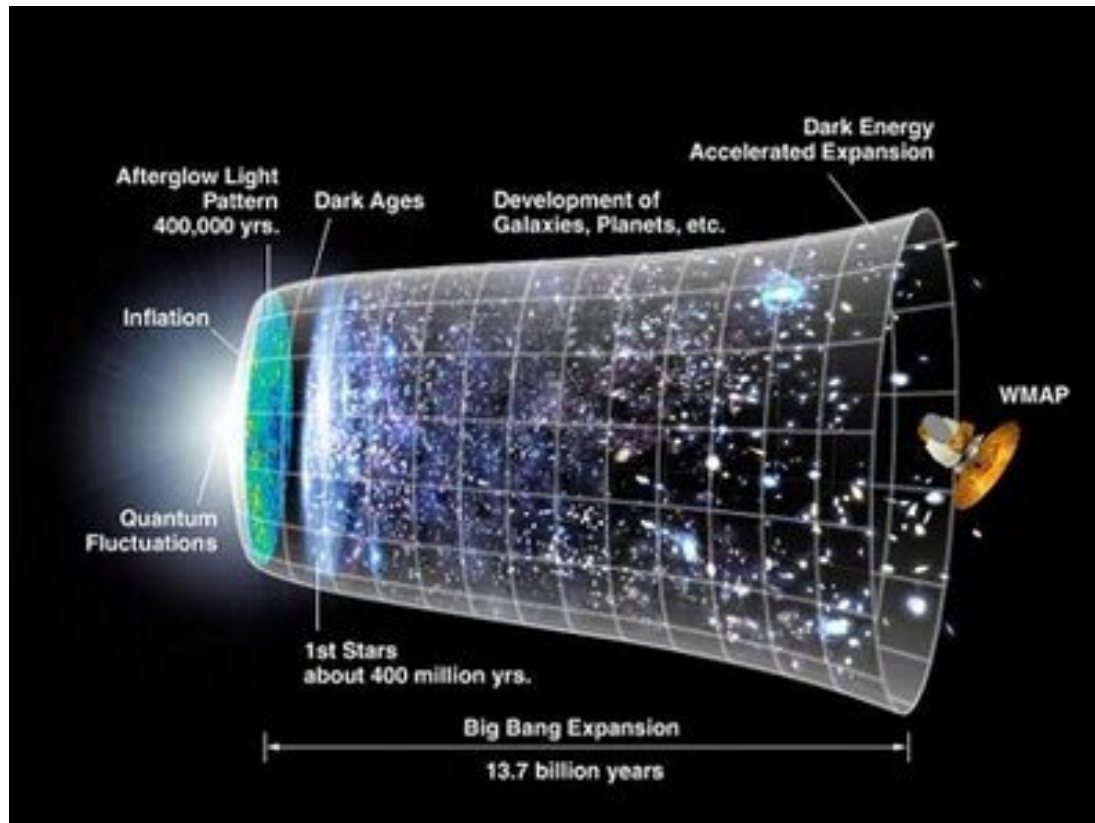
## Simetrija

Simetrija je veoma važan pojam u nauci. Neki put veoma olakšava naše razumevanje činjenica (hemija) a neki put otežava (fizika)



# ISTORIJA

Tokom perioda "naduvavanja" univerzum se mnogo više proširio nego za svo ostalo vreme.



# ISTORIJA

Tokom "naduvavanja" javlja se i materija u obliku kvarkova i antikvarkova. Njihov broj bi morao biti podjednak. Prilikom sudara kvarka i antikvarka čestice nestaju i oslobađa se energija.

Bariogeneza – događaj koji je doveo do toga da je nastalo nešto više kvarkova od antikvarkova. Nepoznato poreklo, verovatno posledica narušavanje simetrije tokom naduvavanja. Na svakih 30 000 000 antikvarkova nastao je 30 000 001 kvark.

$10^{-6}$ s univerzum se već dovoljno ohladio da omogućava kvarkovima da se kombinuju u barione (protoni, neutroni...) i antikvarkovima u antibarione (antiprotoni, antineutroni...)

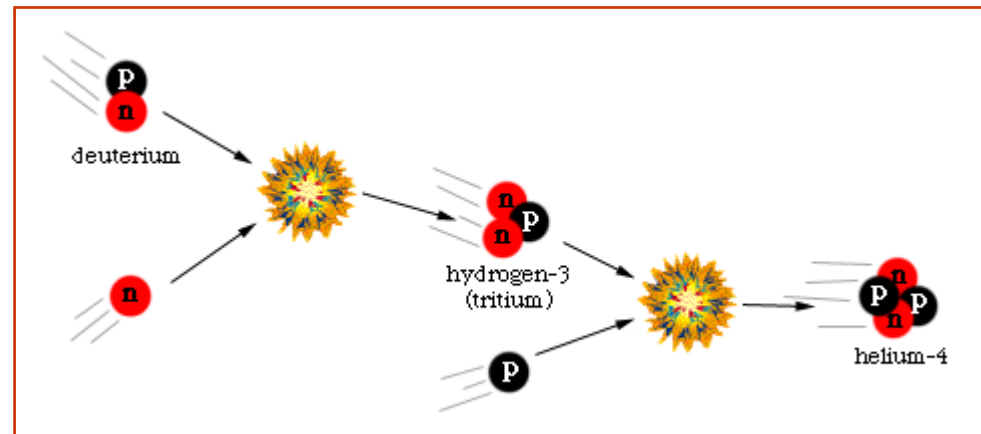
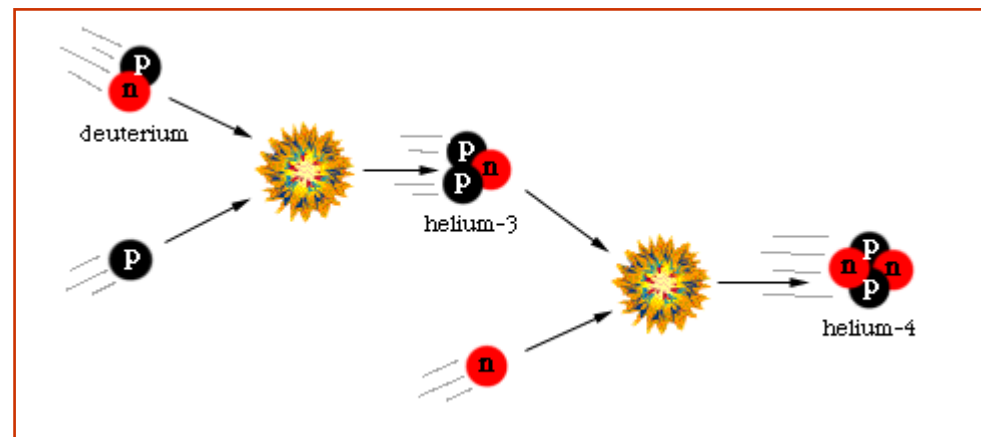
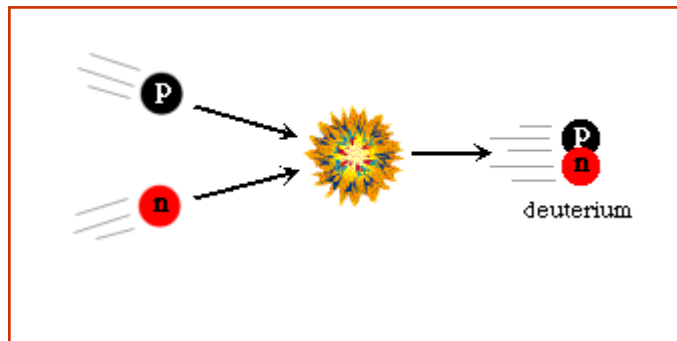
Nastalo je više protona nego neutrona jer je proton nešto lakši (87%-13%)

Veoma brzo se barioni i antibarioni međusobno uništavaju ostavljajući samo višak bariona koje danas zovemo materija.

1s isto se dešava sa elektron-pozitron parovima ostavljajući vešak elektrona

# ISTORIJA

10s-500s period nukleosinteze. Temperatura je dovoljno visoka da dolazi do sudara bariona, a opet dovoljno niska da omogućava jakim nuklearnim silama da počnu da deluju. Nastaju jezgra deuterijuma  ${}^2_1D$  i helijuma  ${}^4_2He$

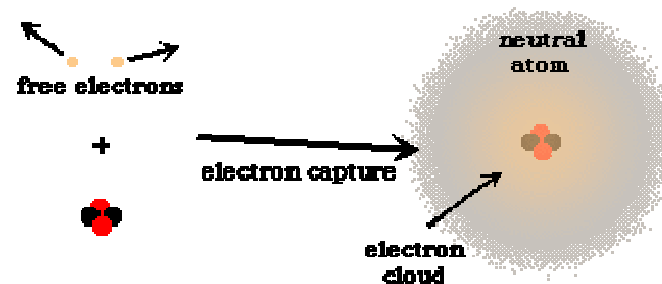


# ISTORIJA

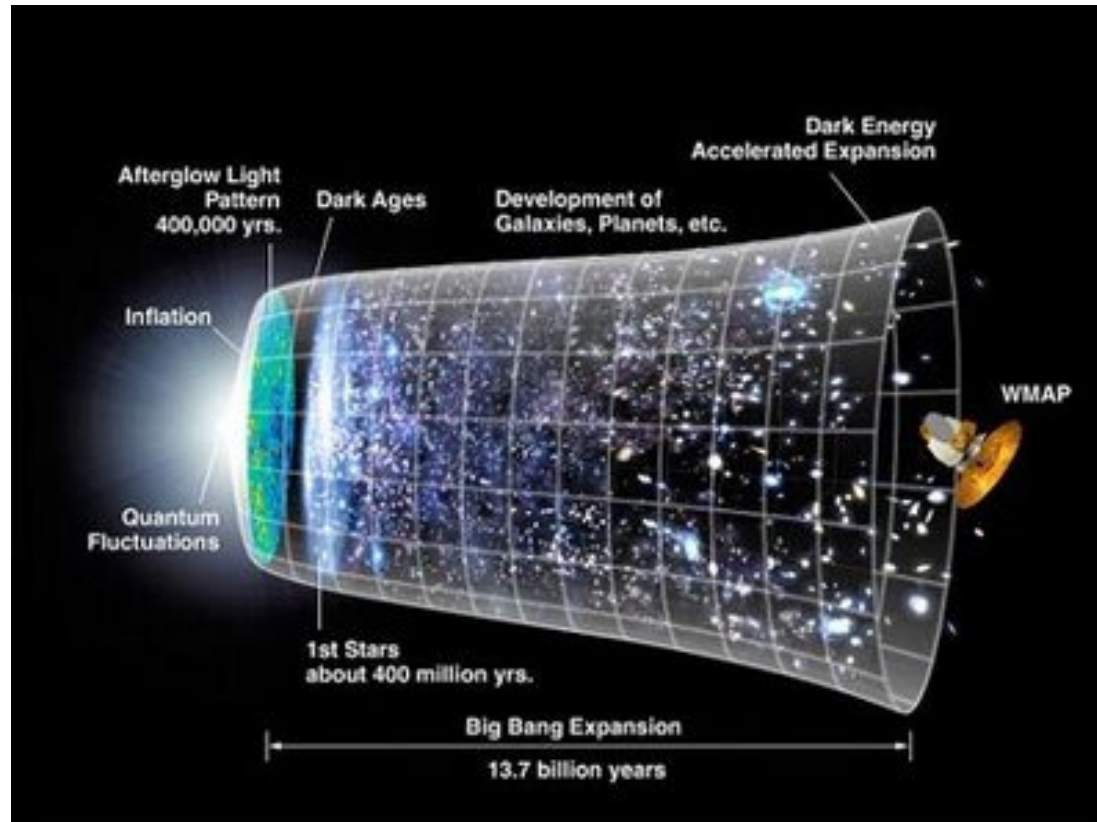
Nakon 10(-tak) minuta cela nukleosinteza je bila gotova. Potrošeni su svi neutroni (13%) za pravljenje jezgra helijuma, tako da je sastav univerzuma bio 75% vodonik ( ${}^1_1H$ ) i 25% helijum ( ${}^4_2He$ )

Slobodni elektroni su bili prisutni ali su imali prevelike energije da bi se kombinovali sa jezgrima i da bi nastali atomi. Univerzum je bio neproziran (slobodni elektroni su interagovali sa svim elektromagnetnim zračenjem). Univerzum se i dalje širio i hladio.

700 000 godina – univerzum se dovoljno ohladio da elektroni mogu da se vežu za jezgro i da nastanu atomi. Univerzum postaje proziran jer vezani elektroni ne apsorbuju sve talasne dužine elektromagnetnog zračenja – **jako važno za hemiju**



# ISTORIJA



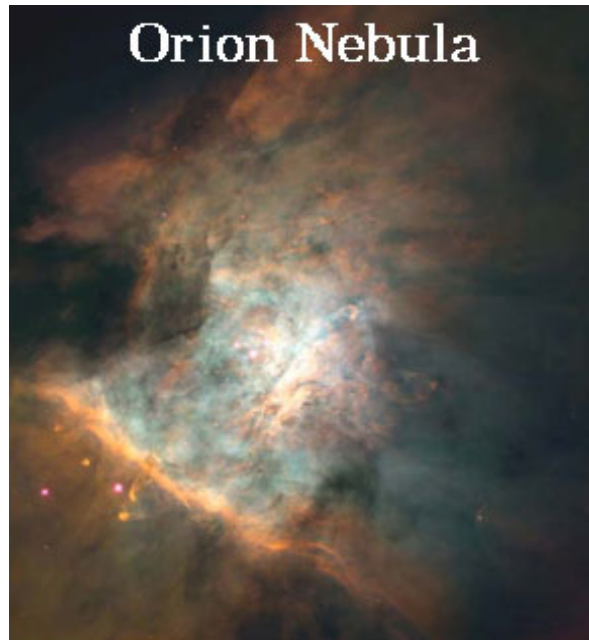
# ISTORIJA

400 miliona godina nakon velikog praska počele su da se formiraju prve zvezde unutar nebula (maglina). Zvezde su reaktori za pravljenje ostalih elemenata.

Zvezde (i galaksije) su nastale zbog nehomogenosti univerzuma.

Zvezde se u početku sastoje samo od vodonika i helijuma (75%:25%)

Gravitacija počinje da sabija H i He ka centru.



# ISTORIJA

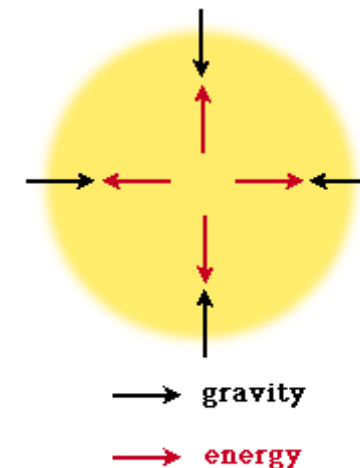
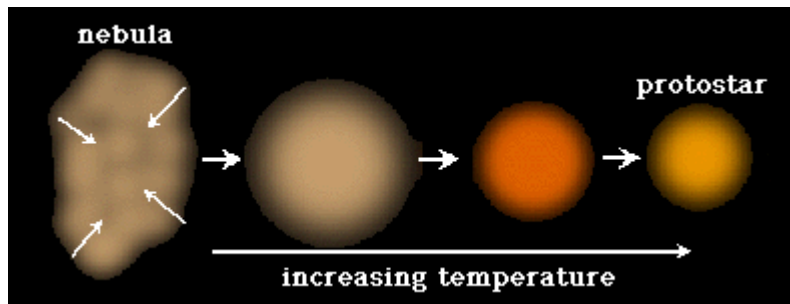
Usled sabijanja gas počinje da se zagreva i u centru ubrzo postaje plazma (elektroni nisu više vezani za jezgra već nastaje kaša)

Omogućeni su sudari između jezgara (ne smetaju elektroni)

U početku ti sudari su bez ikakvog efekta

Daljim zagrevanjem i sabijanjem jezgra sve više ubrazavaju

Tačka paljenja, počinje fuzija

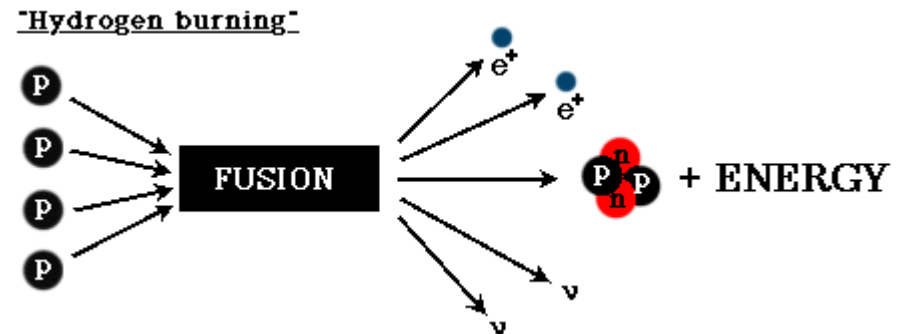
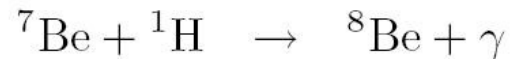
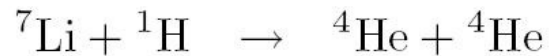
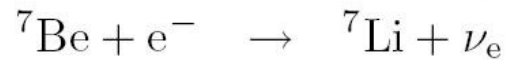
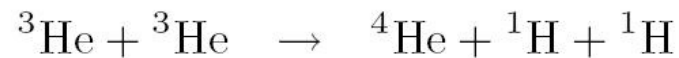
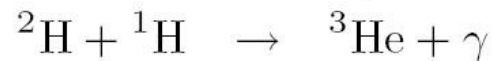
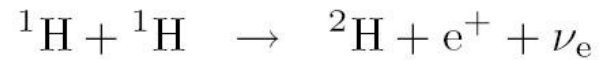


**gravity** > **energy** = contraction

**energy** > **gravity** = expansion

# ISTORIJA

Prvo sagoreva vodonik, dajući helijum i veliku količinu energije



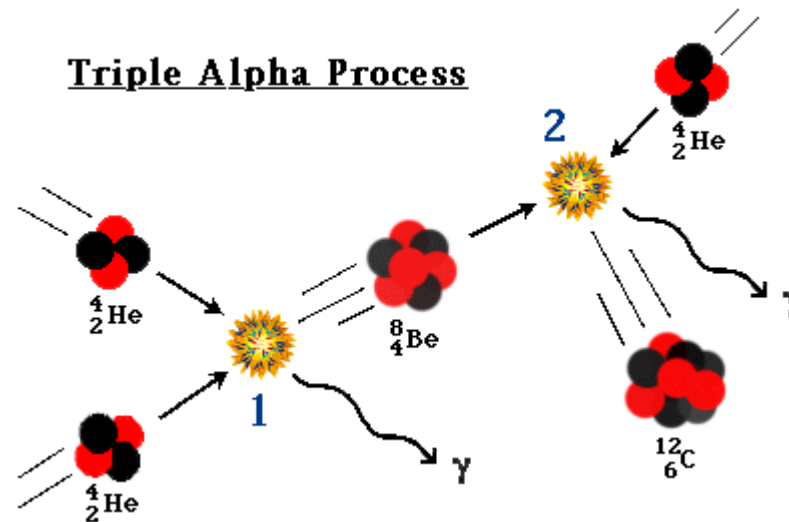
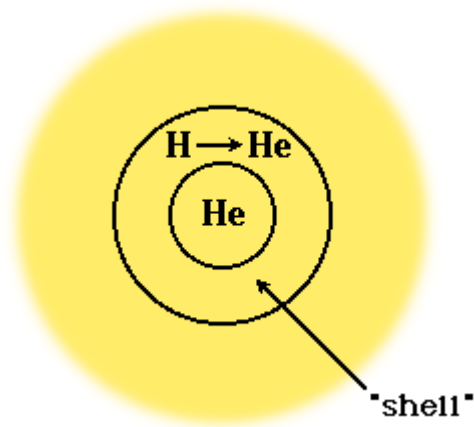


# ISTORIJA

Helijum kao teži pada ka centru zvezde, trovanje helijumom.

Nastavlja se sabijanje i zagrevanje.

Kada temperatura u centru dostigne 100 000 000 K počinje sagorevanje helijuma u "trostrukom alfa procesu" nastaje ugljenik.

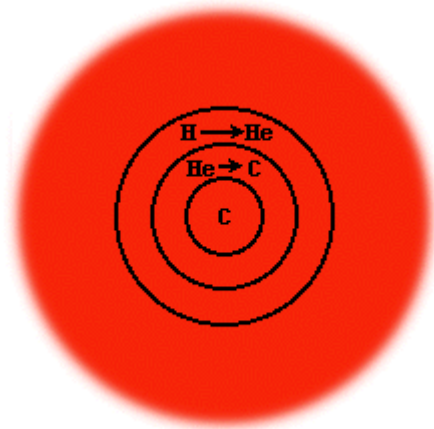


# ISTORIJA

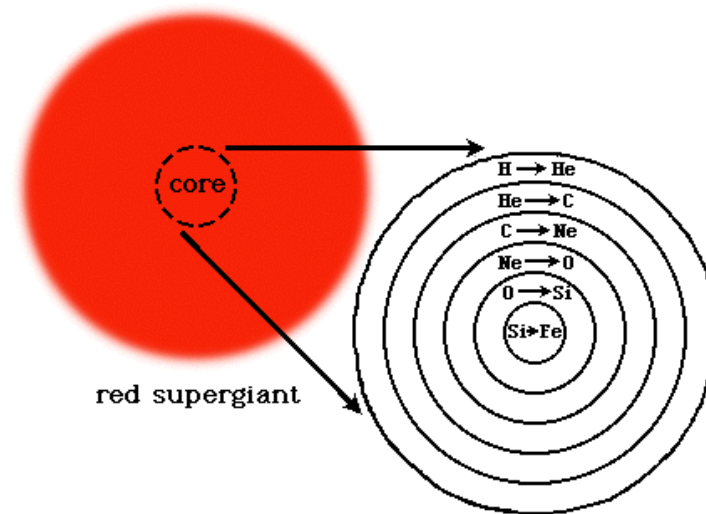
Zbog dodatne energije zvezda se širi i spoljni slojevi se hlade pa počinje da svetli crveno (crveni džin). Sunce će se proširiti do orbite Zemlje ili čak Marsa

Ugljenik se skuplja u centru zvezde i za obične zvezde (Sunce) tu se ciklus završava

Kod težih zvezda kada se temperatura i pritisak dovoljno povećaju počinje sagorevanje ugljenika u neon, nakon toga neona u kiseonik, kiseonika u silicijum i silicijuma u gvožđe



Sunce



Teža zvezda

# ISTORIJA

Gravitacija i dalje sabija i zagreva

Jezgro gvožđa - najstabilnije jezgro. Podleže reakciji fuzije ali se ne oslobađa energija već apsorbuje

Sabijanje se nastavlja jer nema proizvodnje toplote koja bi delovala suprotno gravitacionom kolapsu. Jezgra gvožđa počinju da se raspadaju na  $\alpha$  čestice, protone i **neutrone**.

Ti neutroni bivaju apsorbovani od strane ostalih jezgra gvožđa i  $\beta$  raspadom prelaze u protone. Tako nastaju najteži elementi.

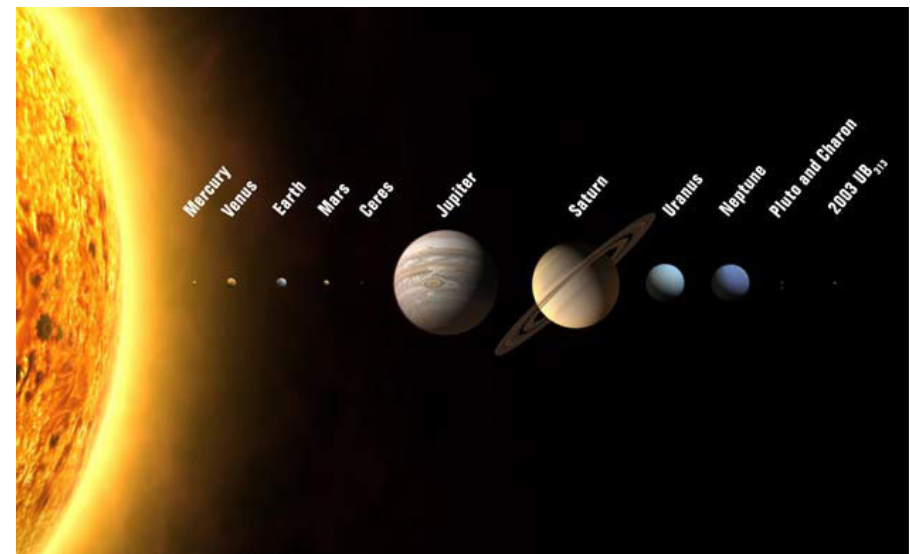
U ovom času zvezda je veoma nestabilna. Ona eksplodira u vidu supernove i rasejava dobar deo svog materijala u okolni svemir.

Taj materijal biva uhvaćen u neki sledeći oblak gasa, u neku novu zvezdu koja se tek formira.

# ISTORIJA

Kada je naše Sunce nastajalo iz oblaka gasa, taj oblak gasa je već bio zagađen teškim elementima iz nekoliko supernova

Deo tih teških elemenata je dospeo i na planete i od toga smo napravljeni mi, kuće, planine, okeani...



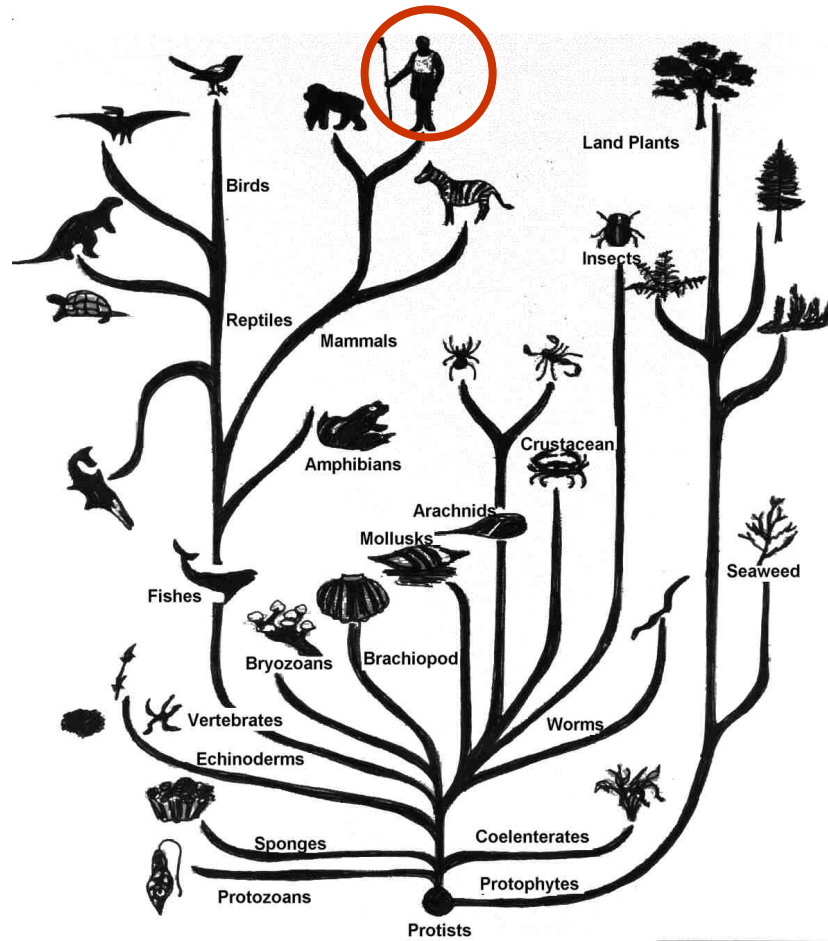
# ISTORIJA

## ZEMLJA



# ISTORIJA

## A na zemlji



# ISTORIJA

Gde počinje hemija, ko je bio prvi hemičar?

Bronzано doba, gvozdeno doba – metalurgija, dobijanje metala iz ruda

Egipćani (4000 godina pre nove ere) – prerada kože, balsamovanje, boje za odeću, staklo, mirisi, lekovi

Bazni karbonat bakra – zelene boje, leči bakterijsku upalu očnih kapaka, **senka** za oči danas je načešće zelena??

# ISTORIJA





# ISTORIJA

## Grci.

Pokušavali da odgovore na pitanje o sastavu materije

Tales iz Mileta (7. vek p.n.e.) – voda je pramaterija i od nje su sastavljena sva tela

Anaksimien (6. vek p.n.e.) – vazduh

Heraklit (5.vek p.n.e.) – vatra

Svi ovi filozofi su mislili da je materija jedinstvena i da samo može da menja oblik, pa prema tome sve se može napraviti

Npr. Treba ti zlato, uzmeš čašu vode i uradiš pravu stvar i dobiješ grumen zlata

# ISTORIJA

## **Grci.**

Empedokle – komplikuje stvari, materija nije jedinstvena već se sastoji od 4 osnovna elementa – vazduh, voda, vatra i zemlja.

Njihovim kombinovanjem u različitim masenim odnosima nastala su sva tela u prirodi

Demokrit (oko 400 godine p.n.e.) – atomi!!!!!!! Nedeljivi. Različitih oblika a između njih prazan prostor

# ISTORIJA

## Grci.

ARISTOTEL (384-322 p.n.e.) – Apsolutni autoritet od tog vremena pa sve do kraja srednjeg veka. Prihvatio Empedoklovo učenje o 4 elementa i dodao peti element "etar". Svako telo ima četiri svojstva – toplo, hladno, suvo i vlažno.

Grci nisu ništa eksperimentalno proveravali. Jednostavno su verovali da se sve može saznati razumom.

# ISTORIJA

## **Aleksandrija i Arapi**

Aleksandrija je početkom nove ere bila najveći grad na svetu i na neki način centar sveta. Sve kulture su se mešale u Aleksandriji. Imala je svoju akademiju nauka a "sveta božanska veština" – hemija je imala svoju zgradu (hram Serapisa)

U spisima koji su nađeni u Aleksandrijskoj biblioteci se nalaze opisi raznih hemijskih operacija (destilacije, ceđenja, rastvaranja...)

Pod uticajem učenja Grka o pretvaranju jednog elementa u drugi smislili su da mogu da neke neplemenite metale pretvore u zlato.

# ISTORIJA

## Aleksandrija i Arapi

Poreklo reči hemija

Reč hemija se prvi put pominje u jednom ediktu cara Dioklecijana iz 296 godine n.e. gde se kaže da sve knjige hemije iz biblioteke u Aleksandriji treba spaliti. Sjajan početak jedne nauke.

egipatska reč *kēme* što znači "crna zemlja" ili "sveta božanska veština"

- Grčka reč *χημεία* (*khymeia*) što znači "topiti metal"
- Persijska reč *kimia* što znači "zlato"

# ISTORIJA

## **Aleksandrija i Arapi**

U 7. veku n.e. Aleksandriju osvajaju Arapi i uzimaju sve knjige iz aleksandrijske biblioteke.

Zadržavaju reč hemija ali joj dodaju prefiks "al" pa tako nastaje alhemija.

Arapi su se bavili isključivo alhemijom tj. potragom za kamenom mudraca i eliksirom mladosti.

Preko Španije alhemija prodire i u Evropu.

Alhemičari su ipak otkrili neke bitne stvari (npr. elemente Sb, As, Bi, P, neka jedinjenja –  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$  itd.)

Period alhemije je period od 300. do 1600. godine

# ISTORIJA

## Reforma u 16. veku

Evropa preuzima primat.

### **Paracelsus**

Reformu u hemijskoj medicini izvodi Paracelsus (1493-1541) (Phillip von Hohenheim, Theophrastus Philippus Aureolus Bombastus von Hohenheim, Paracelsus – jednak ili veći od Celzusa)

Jatrohemija (medicinska hemija)

Smatrao da male doze otrova mogu da deluju kao lek pa je u svojim lekovima koristio živu, arsen i olovo.

Mrzeo alhemiju, cilj hemije je da izleči tj. da nađe lek

# ISTORIJA

## Reforma u 16. veku

### Paracelsus

*“Alle Ding' sind Gift, und nichts ohn' Gift; allein die Dosis macht, daß ein Ding kein Gift ist.”*

Sve stvari su otrovi i ništa nije bez otrova, samo doza čini da nešto ne bude otrov.

Isteran sa Univerziteta u Bazelu jer je spalio sve tradicionalne medicinske knjige, pravio talismane...



# ISTORIJA

## Reforma u 16. veku



# ISTORIJA

## Reforma u 16. veku

### Agrikola

Georg Bauer (1494-1555) – otac industrijske hemije i osnivač metalurgije.

Proučavao metale (minerale uopšte) način njihovog otkrivanja (izbacio iz upotrebe rašlje, viskove i slične stvari), način njihove prerade, bolesti koje dobijaju rudari koji vade rudu...

Njegova knjiga *De Re Metalica* (O prirodi metala) je sledećih 200 godina bila glavni priručnik pri vađenju ruda.

# ISTORIJA

## Reforma u 16. veku

### Agrikola



# ISTORIJA

## Naučna hemija – kvalitativna hemija

### **Robert Boyle**

Robert Bojl (1627-1691) – hemija je nauka o sastavu supstanci!!!!!!

Postavlja hemiju na naučnu osnovu

Insistira na eksperimentu

*"Element je jednostavna materija koja se do sada poznatim sredstvima ne može razložiti dalje"*

Bojlov zakon – radićemo ga kod gasova

Knjiga "*Chymista scepticus*"

# ISTORIJA

**Naučna hemija – kvalitativna hemija**

**Robert Boyle**



# ISTORIJA

## Flogistonska teorija

### Georg Ernst Stahl (1660-1734)

17. vek, počinje doba pušaka, topova, ratova... Hemija se uglavnom bavi dobijanjem metala iz ruda. Jedan od procesa koji tome smetaju je oksidacija tj. gorenje metala

Štalov profesor J. Beher postavio **teoriju** po kojoj tela sagorevaju otpuštajući "vatreni princip"

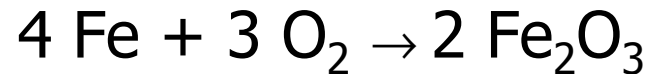
Štal uveo naziv flogiston (vatra, plamen)

drvo → pepeo + flogiston↑

# ISTORIJA

## Flogistonska teorija

Međutim gorenjem metala stvara se oksid koji je teži od samog metala (Lomonosov); flogistonska teorija pred problemom.



Genijalno rešenje: flogiston ima negativnu masu(?).

# ISTORIJA

## **Pauza da vidimo gde su hemičari a gde su drugi u 1700 godini**

- Fizika – **Galileo** (1564-1642) okretanje Zemlje oko sunca, Jupiterovi sateliti, tela padaju istom brzinom, teleskop;
- Newton** (1643-1727) gravitacija, ***Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica***, vrata za mačku





# ISTORIJA

## **Pauza da vidimo gde su hemičari a gde su drugi u 1700 godini**

- Matematika – Dekart (1596-1650), Lajbnic (1646-1716), Paskal (1623-1662)
- Filozofija – Bejkon (1561-1626), Dekart (1596-1650), Hobs (1588- 1679), Lok (1632-1704), Volter (1694-1778), Ruso (1712-1778), Kant (1724-1804)

# ISTORIJA

## **Pauza da vidimo gde su hemičari a gde su drugi u 1700 godini**

- Muzika – Bah (1685 – 1750), Hendl (1686-1759), Vivaldi (1678-1741), Mocart (1756-1791), Betoven (1770-1827)
- Slikarstvo i vajarstvo – Mikelandelo (1475-1564), Leonardo (1452-1519), Botičeli (1445-1510), Rembrant (1606-1669)

# ISTORIJA

## Ali stižemo ih - Lavoazije



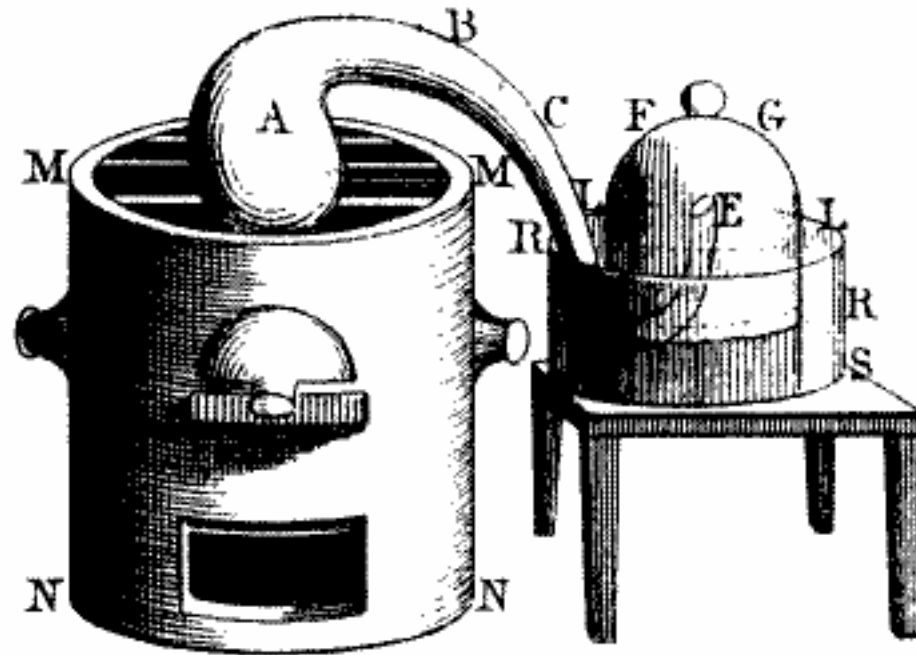
**Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794)**

- Prvi koji je počeo da koristi vagu u hemiji – insistirao na kvantitavnim istraživanjima
- Esperimentalno oborio flogistonsku teoriju (Lomonosov)

# ISTORIJA

## **Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794)**

- Eksperiment sa zagrevanjem žive u retorti u prisustvu vazduha i prevođenjem u oksid.



# ISTORIJA

## **Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794)**

- Lavoisier je dokazao da se zagrevanjem ne vrši razlaganje već sjedinjavanje supstance koja se zagreva sa jednim delom vazduha koji podržava oksidaciju metala.
- Taj sastojak vazduha je Lavoisier nazvao oxygene (kiseonik – postati oštar) a drugi sastojak vazduha je nazvao azote (azot – bez života)
- Pokušao da ukrade od Priestlija otkriće da se kiseonik i vodonik jedine dajući vodu

# ISTORIJA

## **Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794)**

- Knjiga "*Traité Élémentaire de Chimie*" (1789) je prvi udžbenik iz hemije, prva moderna hemijska knjiga.
- U njoj se nalazi tablica sa 33 elementa (toplota i svetlost)
- Vršeci brojne eksperimente i mereći mase reaktanata i proizvoda reakcija na analitičkoj vagi postavio je zakon o održanju mase:

*"ukupna masa supstance koja učestvuje u hemijskoj promeni (hemijsoj reakciji) ne menja se"*

# ISTORIJA

## Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794)

- Zakon o održanju mase proveravan više puta i važio sve do Ajnštajna

$$E = mc^2$$

- Disanje je oksidacija, tiho gorenje.

T R A I T É  
É L É M E N T A I R E  
D E C H I M I E,  
PRÉSENTÉ DANS UN ORDRE NOUVEAU  
ET D'APRÈS LES DÉCOUVERTES MODERNES;  
Avec Figures :  
Par M. L A V O I S I E R , 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.

---

T O M E P R E M I E R .



A P A R I S,  
Chez CUCHET, Libraire, rue & hôtel Serpente.

---

M. D C C L X X X I X .  
Sous le Privilège de l'Académie des Sciences & de la  
Société Royale de Médecine.