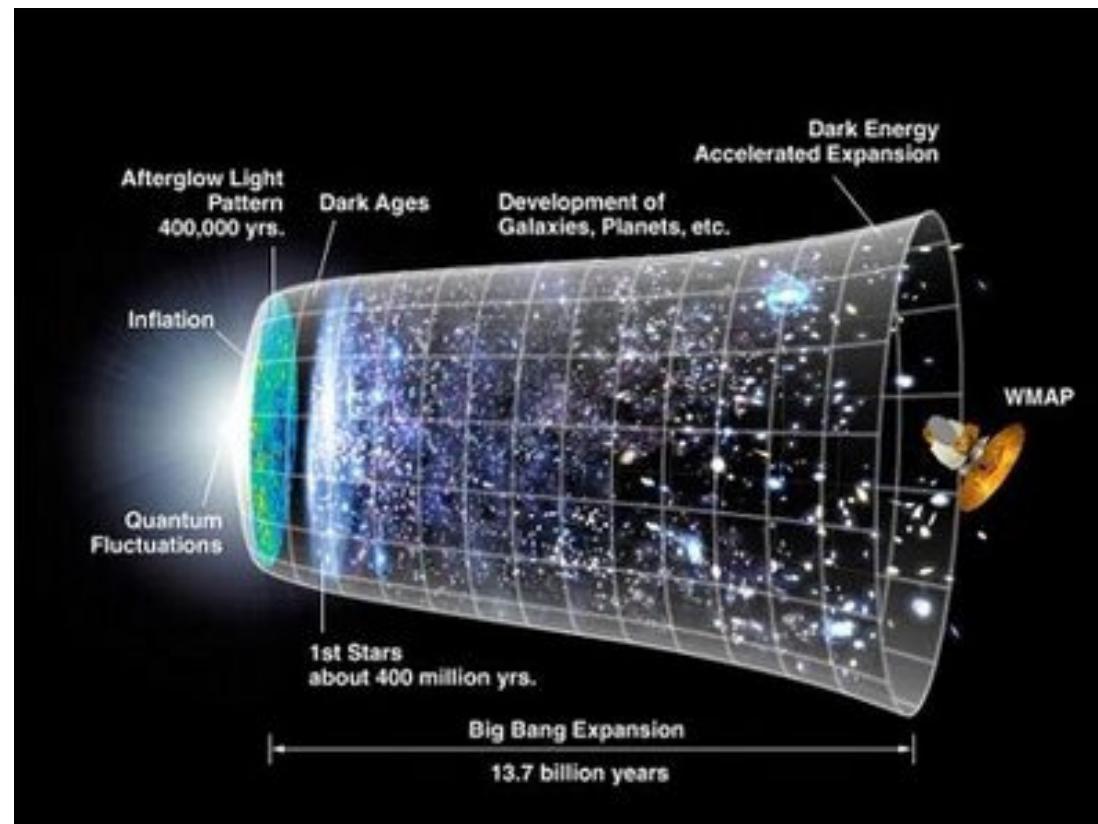


ISTORIJA

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

Teorija velikog praska (the Big Bang Theory)



ISTORIJA

Singularitet $t=0$ – ne močemo znati kako je nastao taj singularitet, šta je bilo oko njega, u čemu je postojao, ko je on jer fizički zakoni ne važe

Sve sile ujedinjene

Onda je u jednom "trenutku" on rešio da eksplodira. Od tad počinje vreme da teče

Nakon jednog Plankovog vremena odvojila se gravitacija od ostale 3 sile
 $T=10^{32}K$

Plankovo vreme $1,35 \cdot 10^{-43}$ s

Šta znači istovremeno? Razmislite o konceptu istovremenosti.

Plankova dužina $4,05 \cdot 10^{-35}$ m.

Plankovo vreme je vreme za koje svetlost pređe jednu Plankovu dužinu

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 (4×10^{17} s) u univerzumu postoje samo 4 sile:

- Gravitaciona – dugog dometa
- Jaka nuklearna sila – kratkog dometa, drži jezgro na okupu
- Slaba nuklearna – kratkog dometa, β raspad
- Elektromagnetna – dugog dometa, deluje između nanelektrisanih čestica

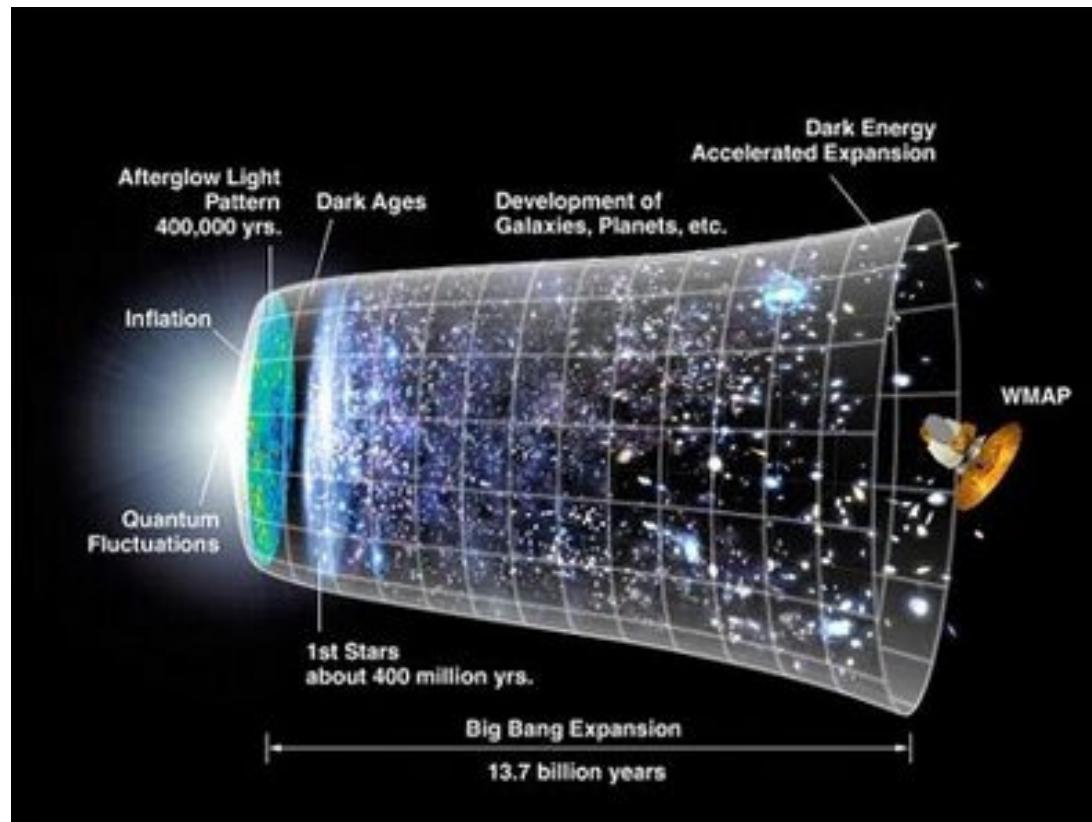
10^{-37} s počinje period “naduvavanja” univerzuma – *inflation period*, brzina širenja vešestruko prelazi brzinu svetlosti. Dolazi do narušavanja simetrije

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 prošitio 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...)

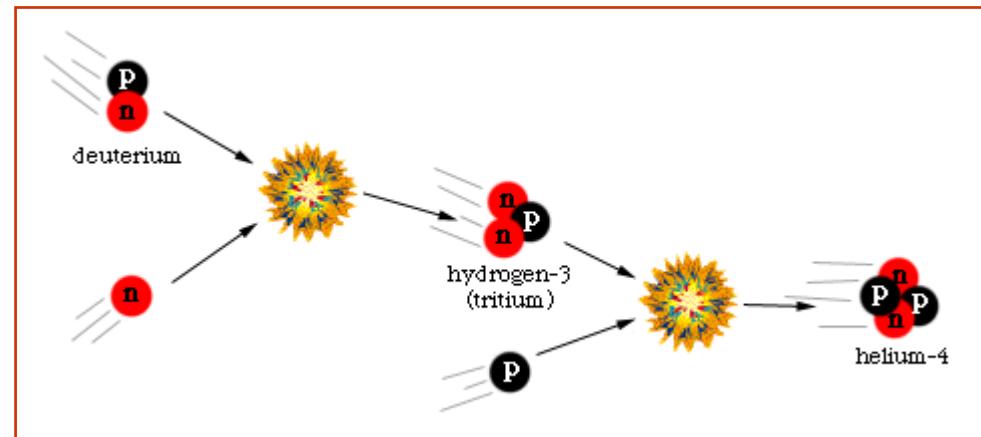
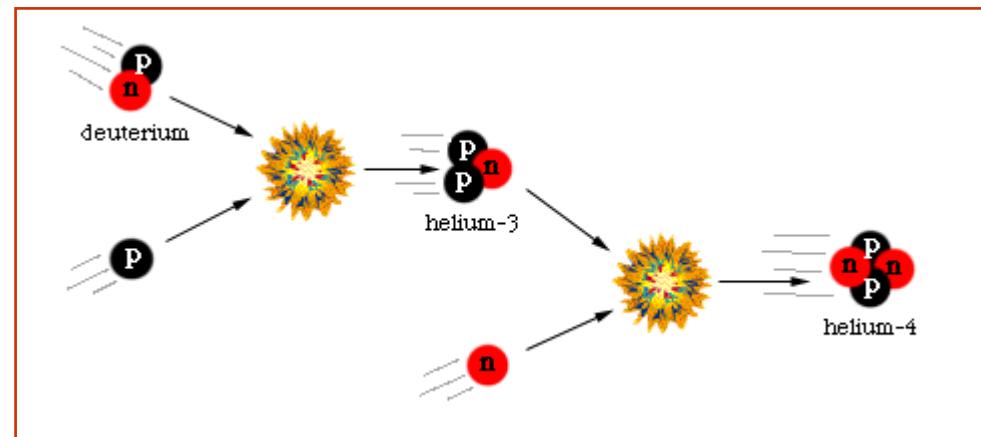
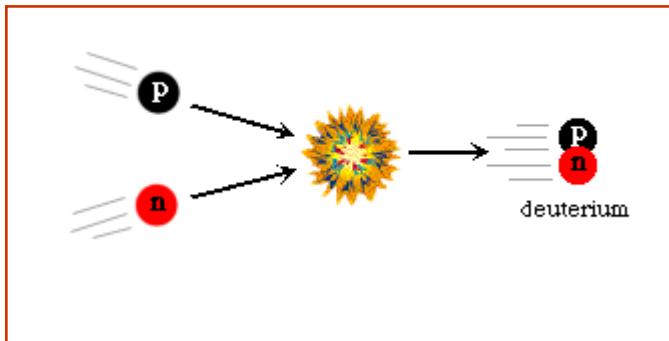
Nastalo je više protona nego neutrona jer je proton nešto lakši (87%-13%)

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 niklearnim silama da počnu da deluju. Nastaju jezgra deuterijuma $^2_1 D$ i helijuma $^4_2 He$

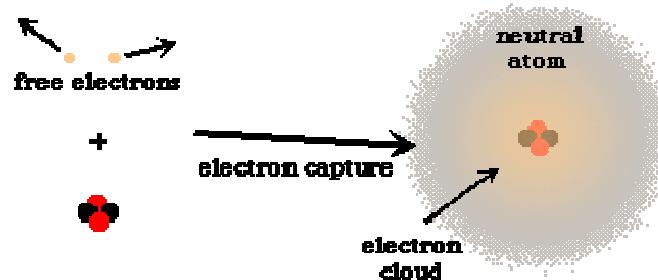


ISTORIJA

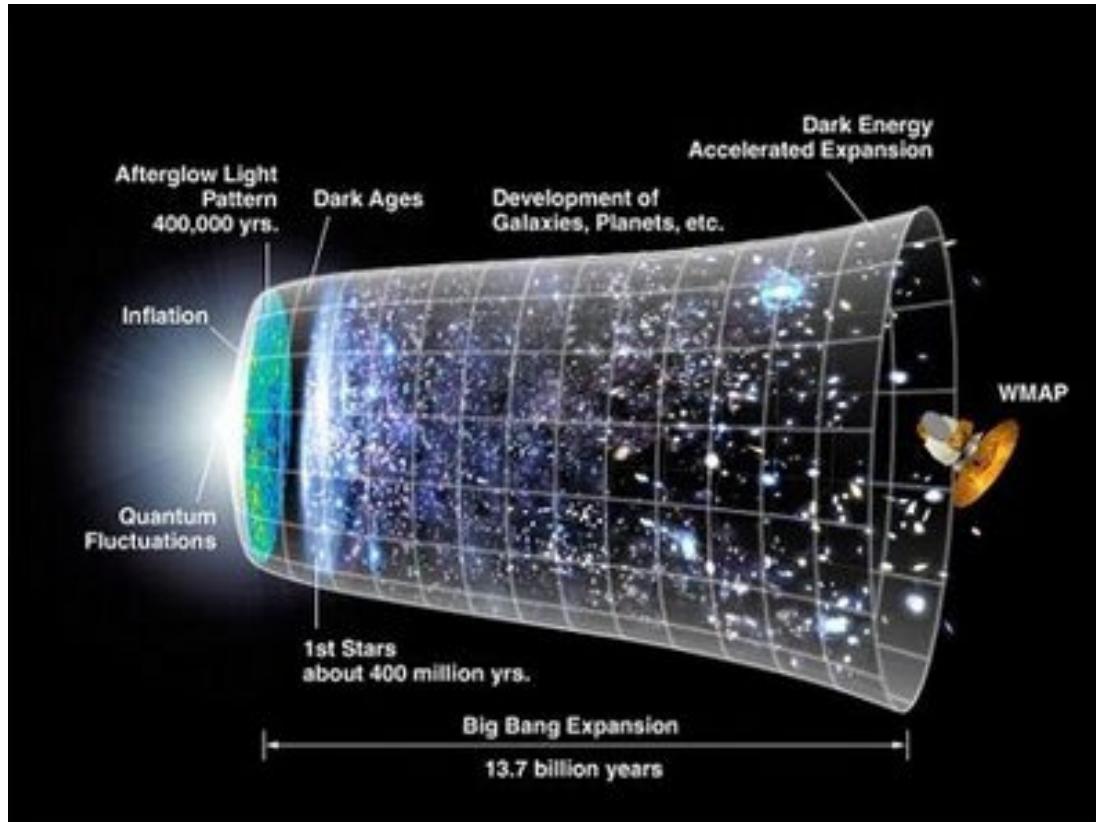
Nakon 10(-tak) minuta cela nukleosinteza je bila gotova. Potrošeni su svi neutroni (13%) za pravljenje jezgra helijuma, tako da je sastav univerzuma bio 75% vodonik (${}_1^1H$) i 25% helijum (${}_2^4He$)

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 elektromagnetskim zračenjem). Univerzum se i dalje širio i ohladio.

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 elektromagnetskog zračenja – **jako važno za hemiju**



ISTORIJA



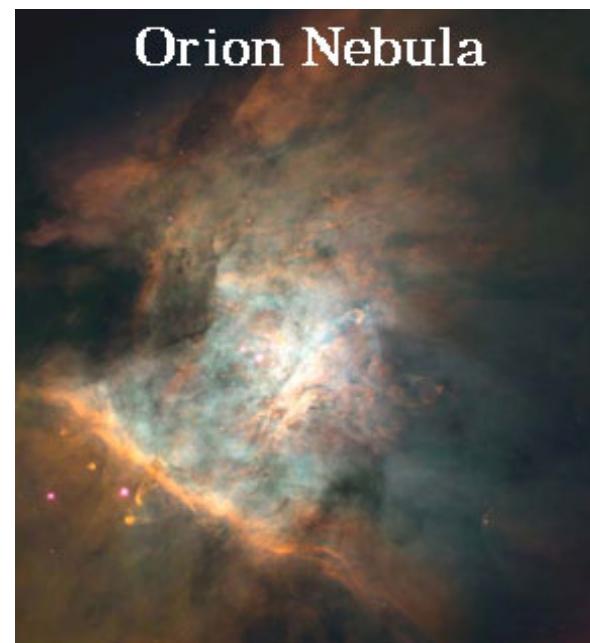
ISTORIJA

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

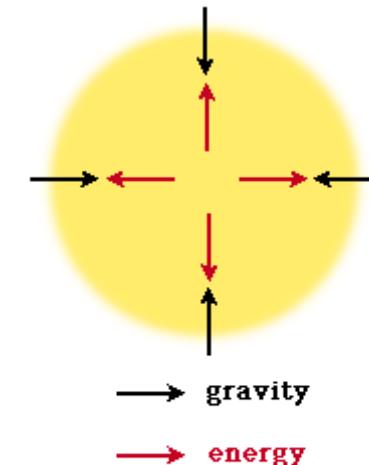
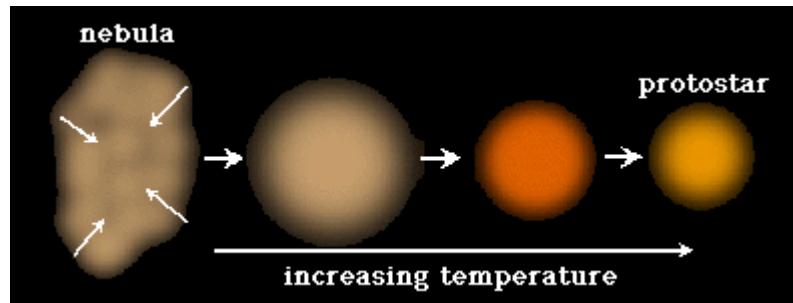
Usled sabijanja gas počinje da se zagreva i u centru ubrzo postaje plazma (elektroni nisu više vezani za jegra već nastaje kaša)

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

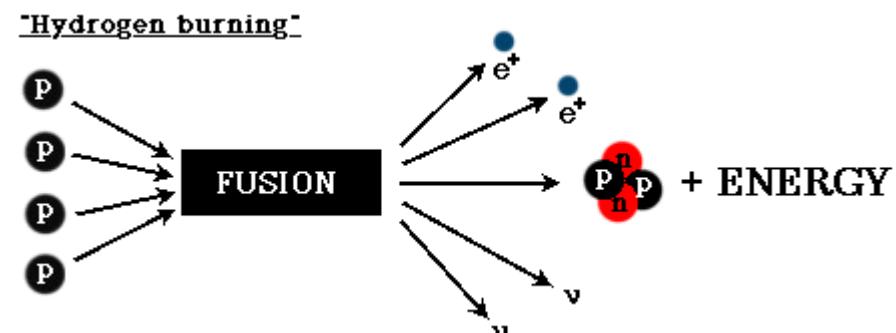
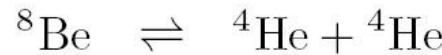
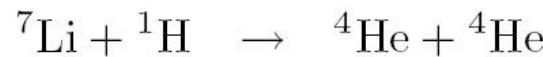
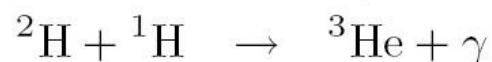
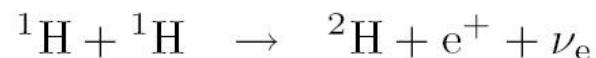


gravity > energy = contraction

energy > gravity = expansion

ISTORIJA

Prvo sagoreva vodonik, dajući helijum i veliku količinu energije

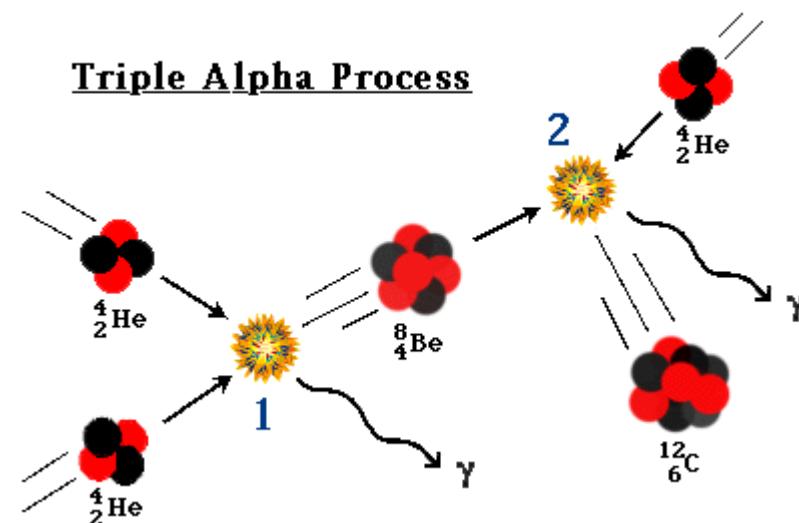
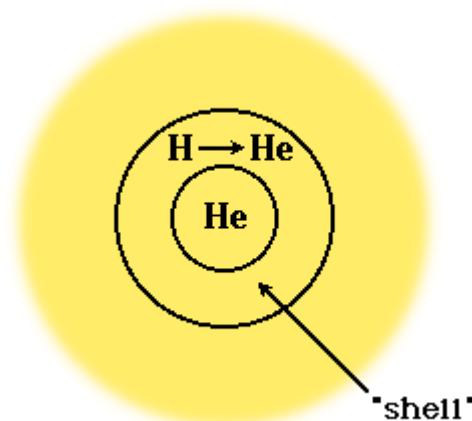


ISTORIJA

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.

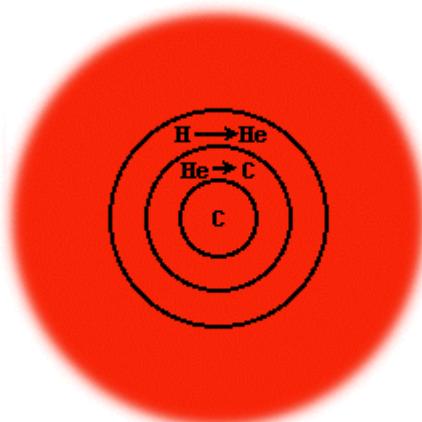


ISTORIJA

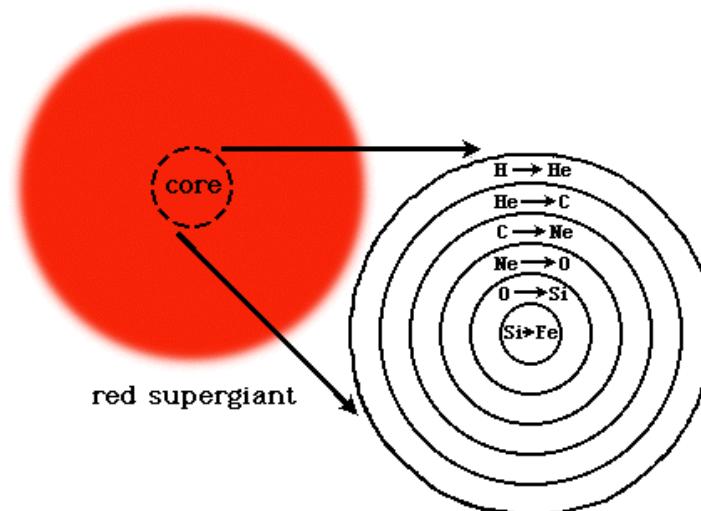
Zbog dodatne energije zvezda se širi i spoljni slojevi se hlade pa počinje da svetli crveno (crveni džin). Sunce će se proširiti do orbite Zemlje ili čak Marsa

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 neonu 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 nestavlja jer nema proizvodnje toplote koja bi delovala suprotno gravitacionom kolapsu. Jezgra gvožđa počinju da se raspadaju na α čestice, protone i **neutrone**.

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

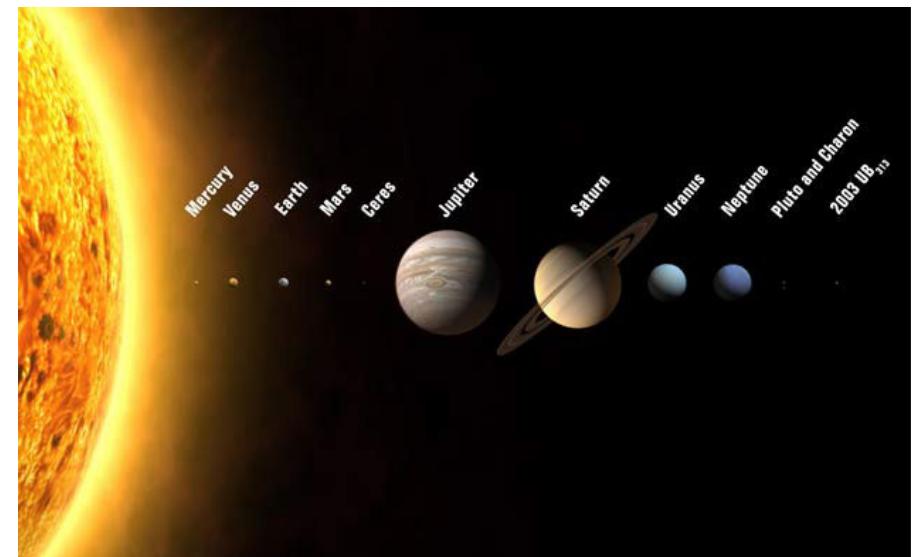
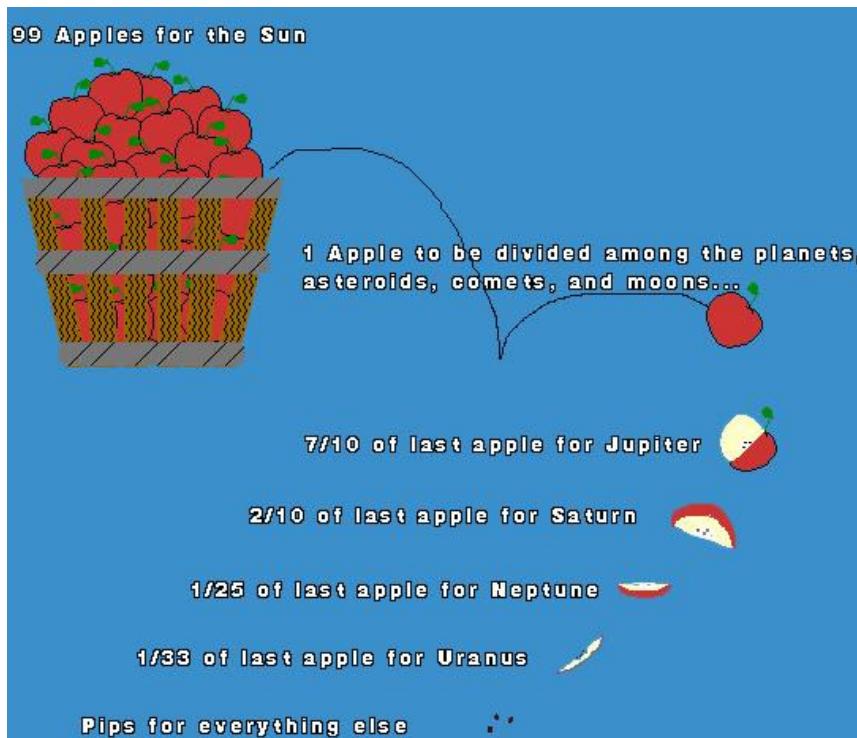
U ovom času zvezda je veoma nestabilna. Ona eksplodira u vidu supernove i rasejava dobar deo svog materijala u okolni svemir.

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...



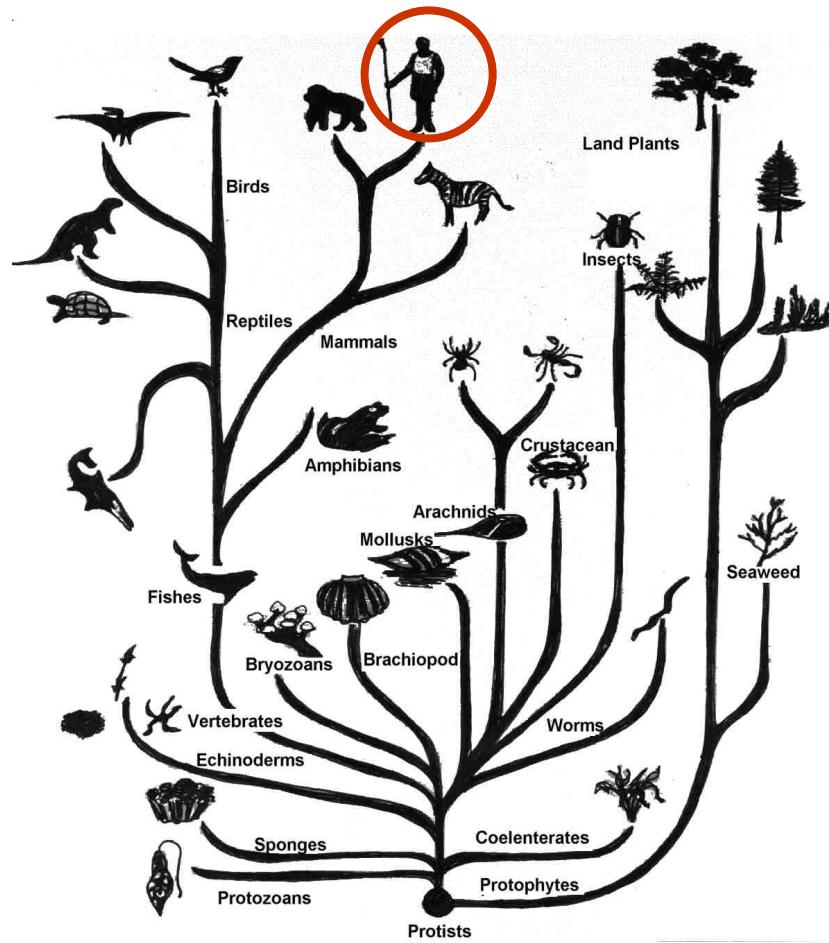
ISTORIJA

ZEMLJA



ISTORIJA

A na zemlji



ISTORIJA

Gde počinje hemija, ko je bio prvi hemičar?

Bronzano 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

Anaksimen (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 *χυμεία* (khymēia) 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.

Arazi 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 – NH₃, HCl, HNO₃ 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 industudske 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 smo mi (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 smo mi (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), Russo (1712-1778), Kant (1724-1804)

ISTORIJA

Pauza da vidimo gde smo mi (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 – Mikelandjelo (1475-1564), Leonardo (1452-1519), Botičeli (1445-1510), Rembrant (1606-1669)

ISTORIJA

Ali stižemo ih - Lavoazije



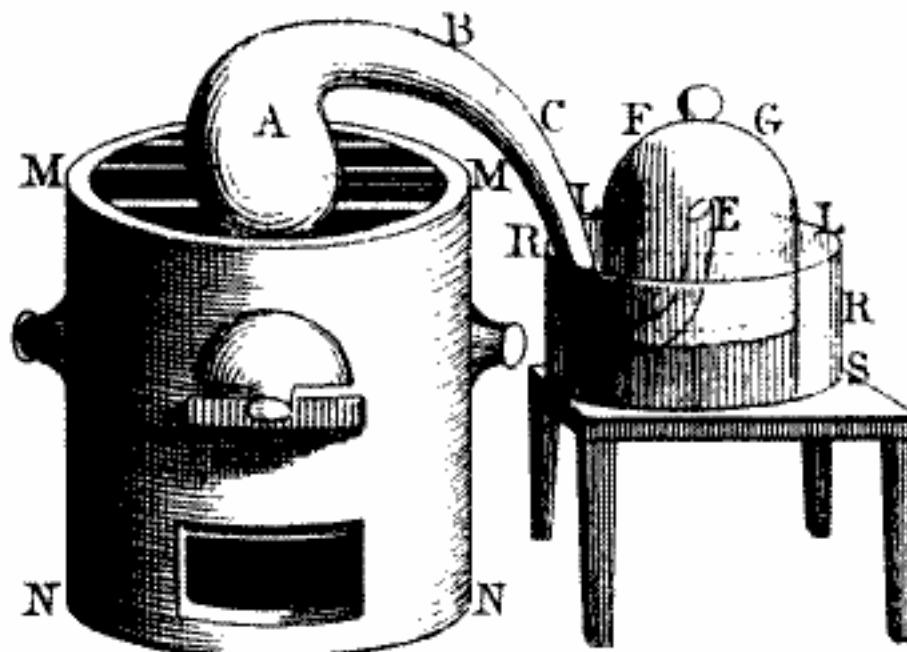
Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794)

- 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)

- Lavoazije je dokazao da se zagrevanjem ne vrši razlaganje već sjedinjavanje supstance koja se zagрева sa jednim delom vazduha koji podržava oksidaciju metala.
- Taj sastojak vazduha je Lavoazije nazvao oxygene (kiseonik – postati oštar) a drugi sastojak vazduha je nazvao azote (azot – bez života)
- Pokušao da ukrade od Pristlija 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)
- Vršeći 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, tiko 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 Bâle , 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.

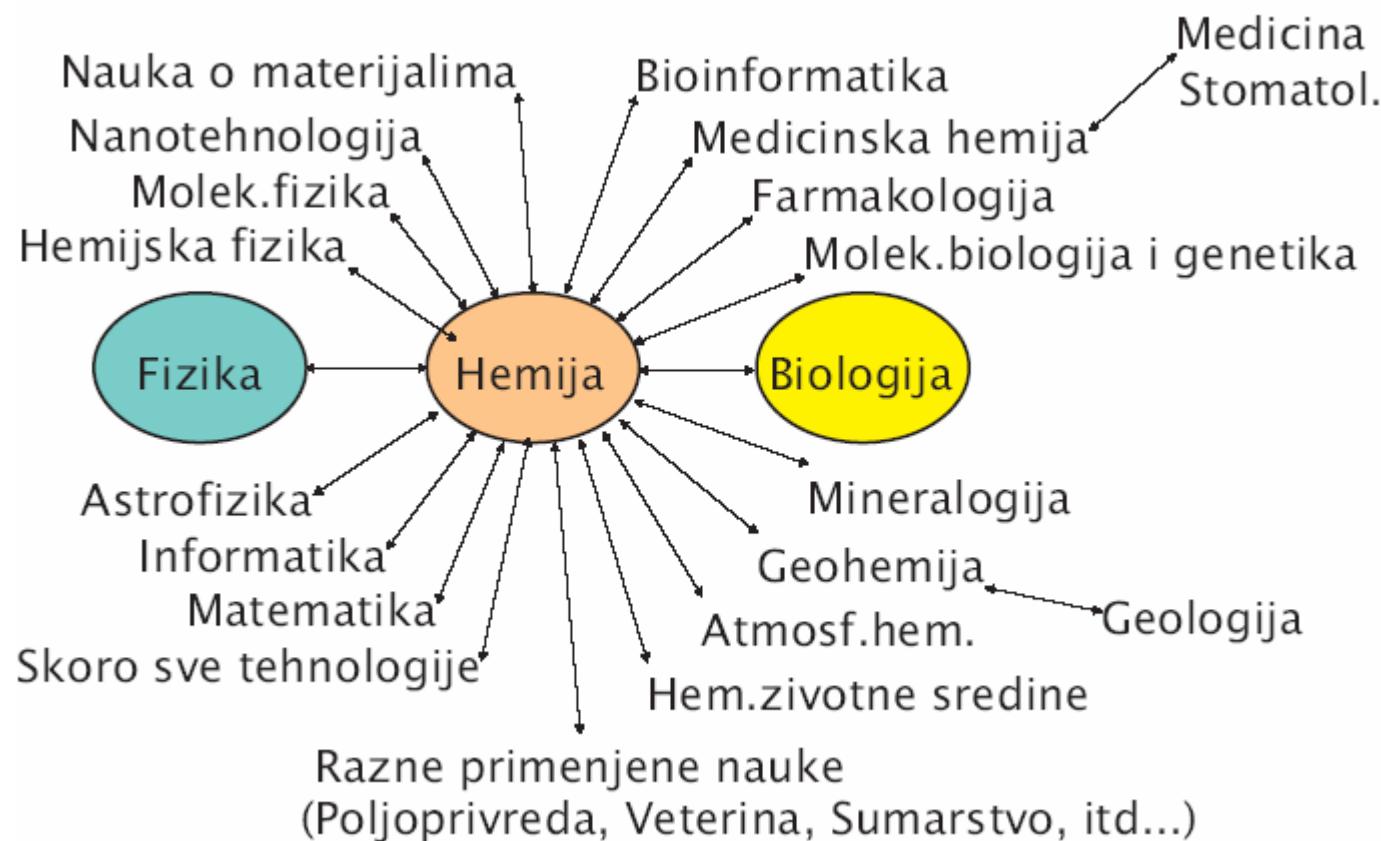
MODERNA HEMIJA

Definicija

- Nauka o supstancama: njihovoj strukturi, njihovim osobinama, i reakcijama koje ih menjaju u druge supstance (Pauling, 1947)
- Proučavanje materije i promena kroz koje ona prolazi (Chang, 1998)
- Hemija je ono što rade hemičari (XX vek)

MODERNA HEMIJA

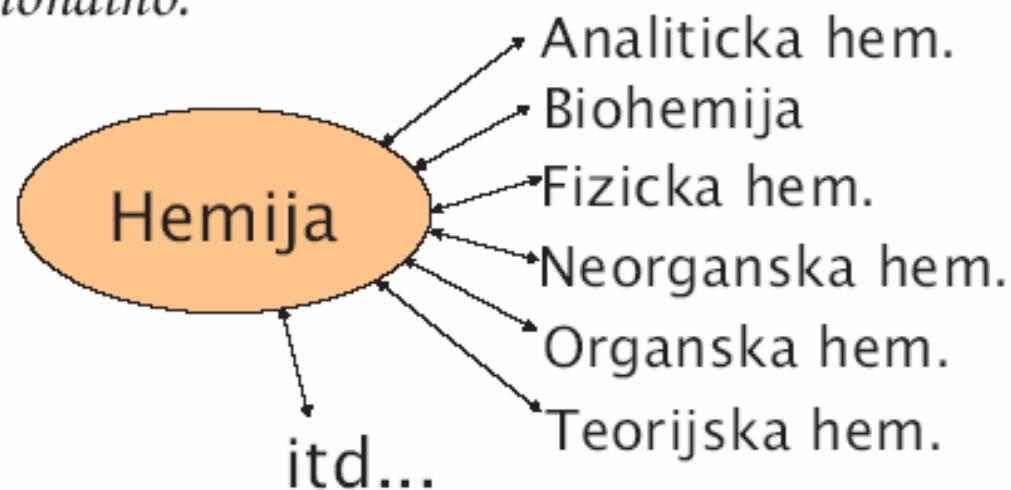
Centralna nauka



MODERNA HEMIJA

Grane hemije

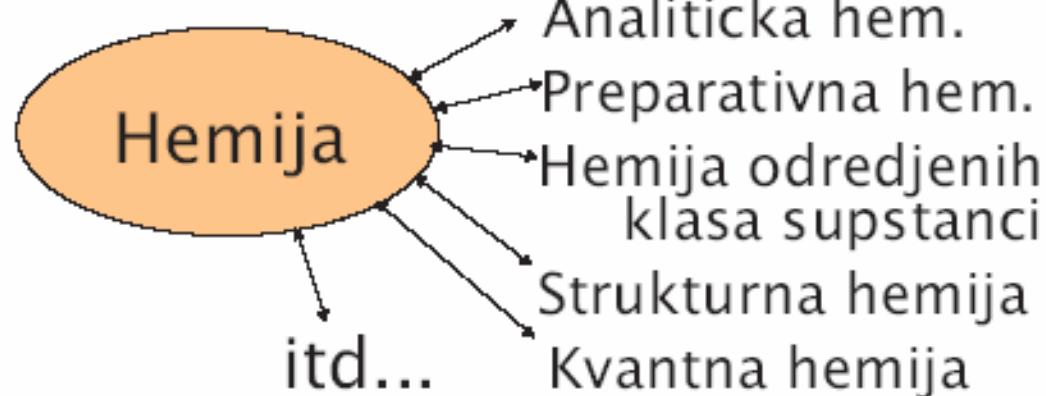
Tradicionalno:



MODERNA HEMIJA

Grane hemije

U suštini:



MODERNA HEMIJA

Materija

- Celokupni univerzum je sagrađen od materije, koja može biti na različite načine organizovana i uređena.
- Ona se ne može uništiti niti ni iz čega stvoriti, već može samo da prelazi iz jednog oblika u drugi
- Materija postoji u dva oblika
 - kao čestica – karakteriše je fizička veličina masa (mirovanja)
 - kao polje sila – karakteriše je fizička veličina energija

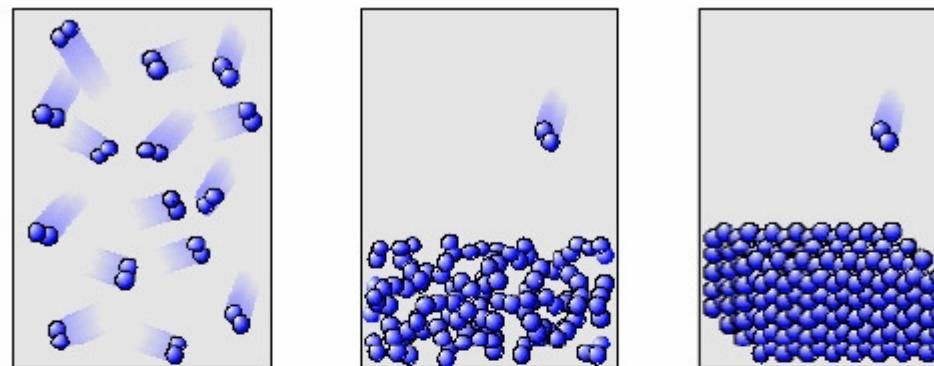
Odnos između ova dva oblika materije je postavio Ajnštajn

$$E = mc^2$$

MODERNA HEMIJA

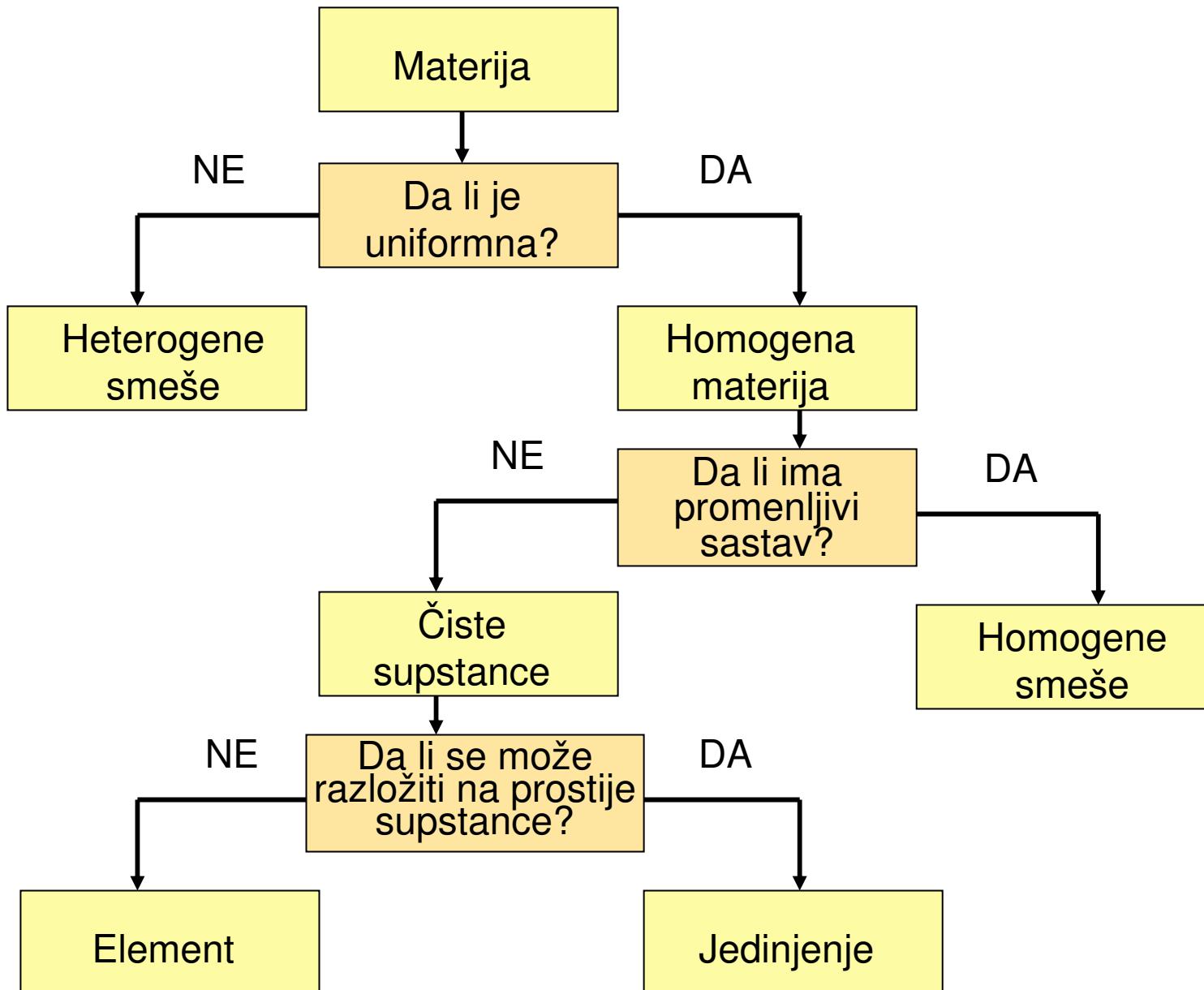
Materija

- Javlja se u tri agregatna stanja



Gasovito	Tečno	Čvrsto
neuredjeno	lokalno uredjeno	uredjeno
rastojanja velika	rastojanja mala	fiksni raspored
interakcija nema	interakcije jake	interakcije jake

Hijerarhija materijala



MODERNA HEMIJA

Uniformnost materije

- Ukoliko materijal nije uniforman, tj. nema u svakom svom delu isti sastav, tada je u pitanju heterogena smeša.
- Heterogene smeše se mogu rastaviti na čiste sustance fizičkim metodama.
- Mleko, granit, čelik (C u Fe), dim...



MODERNA HEMIJA

Heterogene smeše

- Sastavljene su od međusobno odvojenih delova homogenih supstanci (komponenti smeše)
- Osnovne karakteristike svake smeše su:
 - Promenljiv sastav
 - Svaka komponenta smeše zadržava svoja karakteristična svojstva
 - Svojstva smeše zavise od svojstava i količina komponenta smeše
 - Svaka smeša se može rastaviti na komponente pogodnim operacijama

MODERNA HEMIJA

Uniformnost materije

- Ukoliko je materijal uniforman, tj. u svakom svom delu ima isti sastav, onda to može biti ili čista supstanca ili homogena smeša (rastvor)



MODERNA HEMIJA

Homogene smeše

- Ukoliko homogena materija može da ima promenljivi sastav tada je u pitanju homogena smeša (rastvor)
- Npr. može da postoji 5%, 10%, 15%... rastvor NaCl u vodi. Sve su to homogene smeše različitog sastva
- Dva gasa uvek čine homogenu smešu, dve tečnosti mogu biti homogena (voda i alkohol) ili heterogena smeša (voda i ulje), dve čvrste stvari češće čine heterogenu smešu ali ima i primera homogenih (zlato i srebro – zlato za nakit, selen u sumporu...)
- Homogene smeše se, takođe, primenom različitih fizičkih metoda odvajanja (ceđenje, dekantovanje, taloženje, centrifugiranje, dijaliza, magnetna separacija, destilacija, sublimacija...) mogu razdvojiti na čiste supstance od kojih su sastavljene.

MODERNA HEMIJA

Čiste supstance

- Čiste supstance su homogene i imaju stalan i nepromenljiv sastav
- Dele se na jedinjenja i elemente



MODERNA HEMIJA

Jedinjenja

- Supstance odeđenog i stalnog hemijskog sastava koje se sastoje od dva ili više elemenata.
- NaCl se sastoji od 60,66% Cl i 39,34% Na bez obzira na način na koji je dobijena. Uvek ima istu gustinu ($2,16\text{g/cm}^3$), topi se na $803\text{ }^\circ\text{C}$...
- Jedinjenja se hemijskim metodama mogu rastaviti na elemente koji ih sačinjavaju

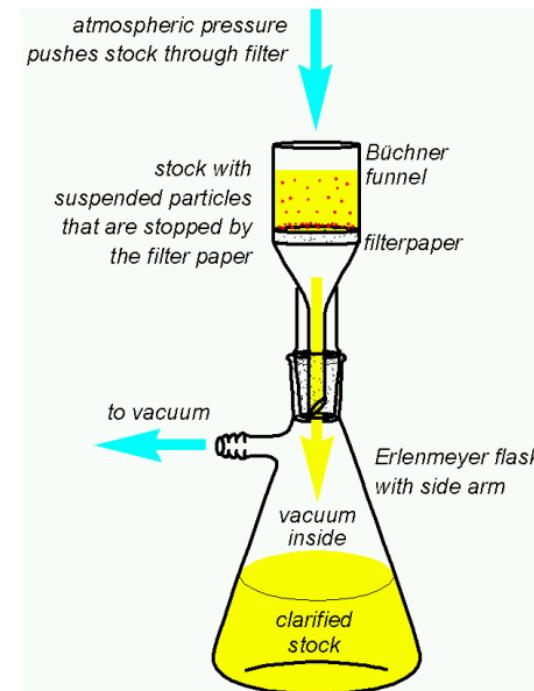
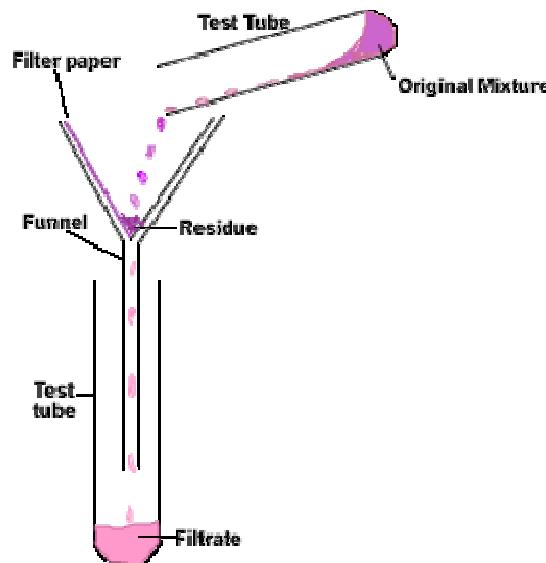
MODERNA HEMIJA

Elementi

- Elementi su osnovne supstance od kojih je sačinjena celokupna materija.
- Ne mogu se dalje razlagati
- Do sada je pronađeno 118 elemenata od čega 90 (91) u prirodi

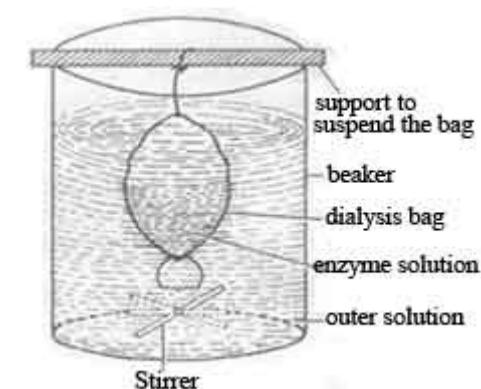
Razdvajanje smeša na komponente

- Frakcionisanje, prečišćavanje
- Metode razdvajanja
 - Rastvaranje – razdvajanje rastvorljivih komponenti od nerastvorljivih
 - Filtriranje – razdvajanje tečnih komponenti od čvrstih



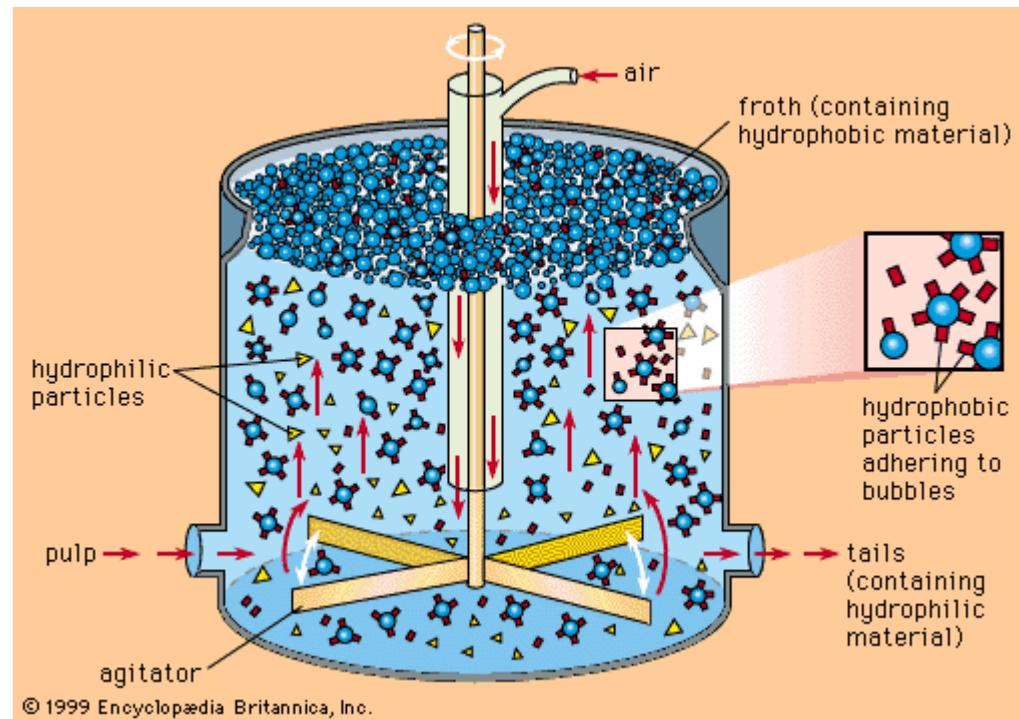
Razdvajanje smeša na komponente

- Metode razdvajanja
 - Taloženje i dekantovanje
 - Centrifugiranje – ubrzavanje taloženja
 - Dijaliza



Razdvajanje smeša na komponente

- Metode razdvajanja
 - Flotacija
 - Magnetna separacija



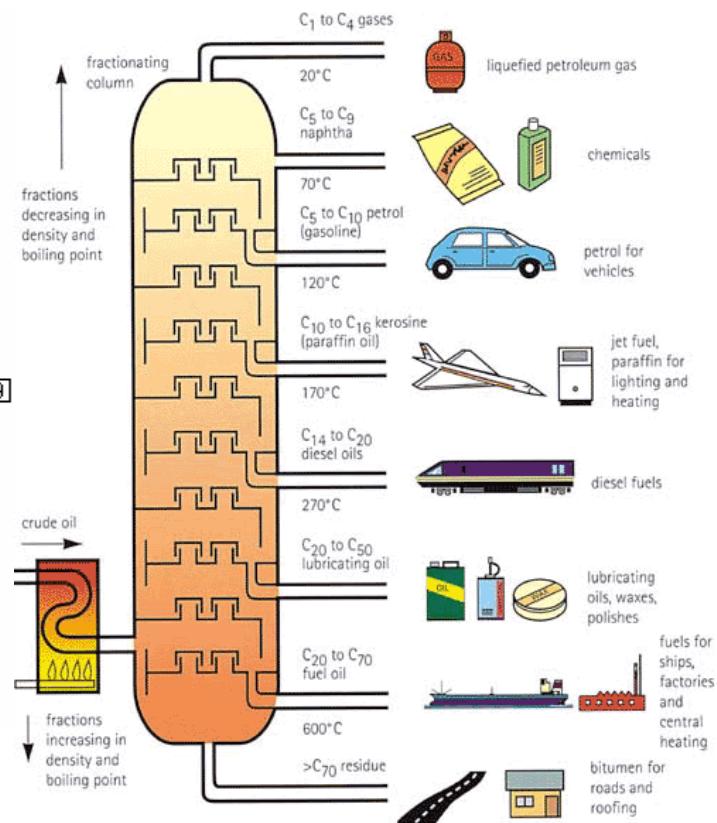
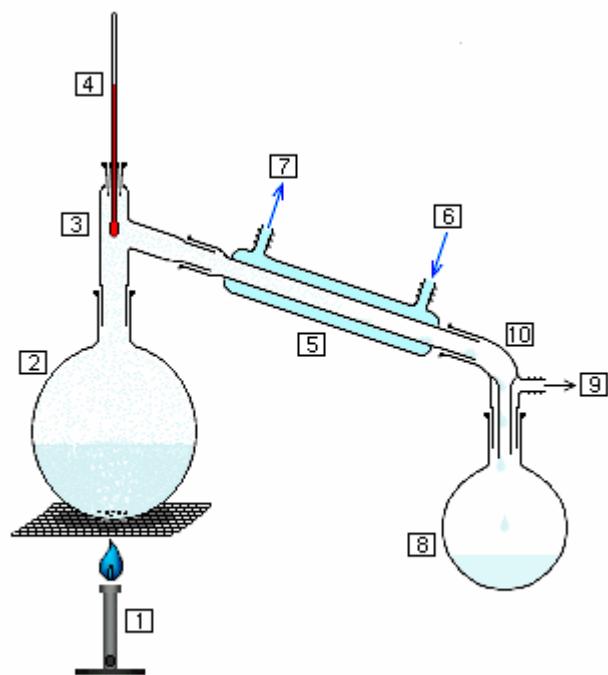


Razdvajanje smeša na komponente

- Metode razdvajanja

- Uparavanje

- Destilacija i frakciona destilacija

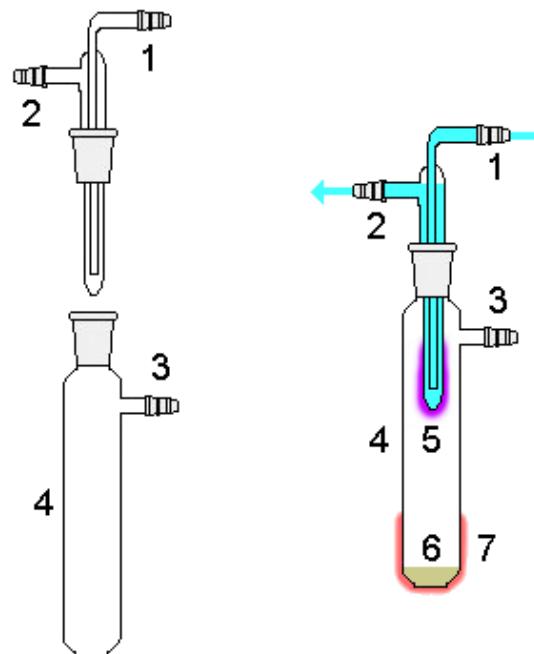


Razdvajanje smeša na komponente

- Metode razdvajanja

- Sublimacija

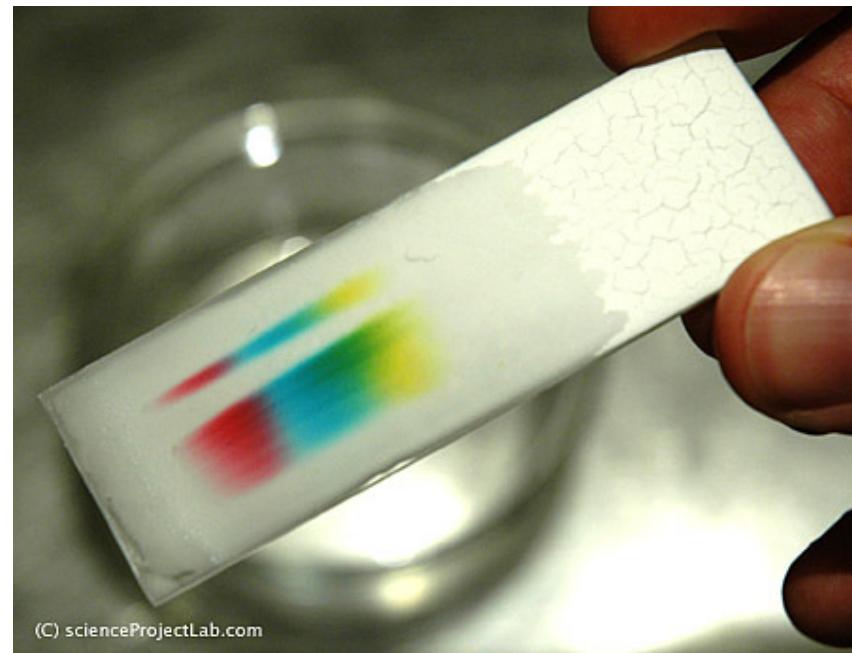
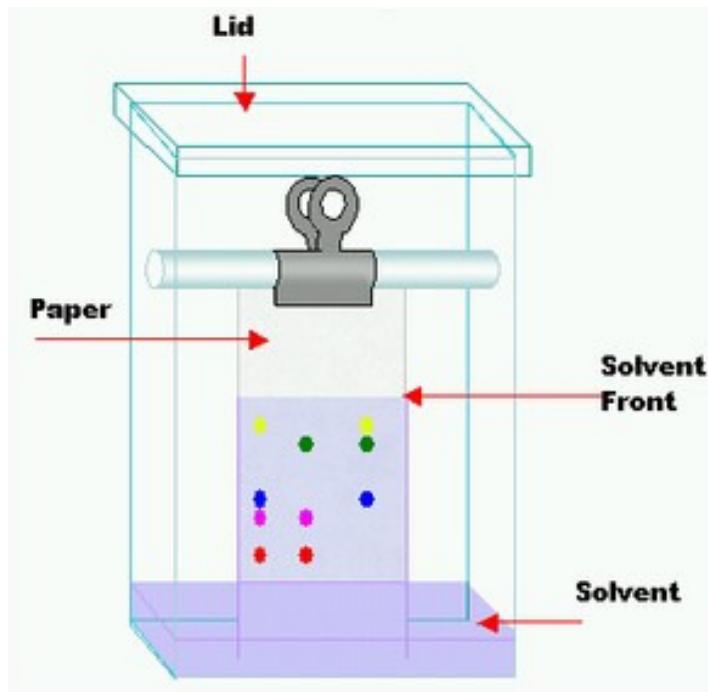
- Kristalizacija



Razdvajanje smeša na komponente

- Metode razdvajanja

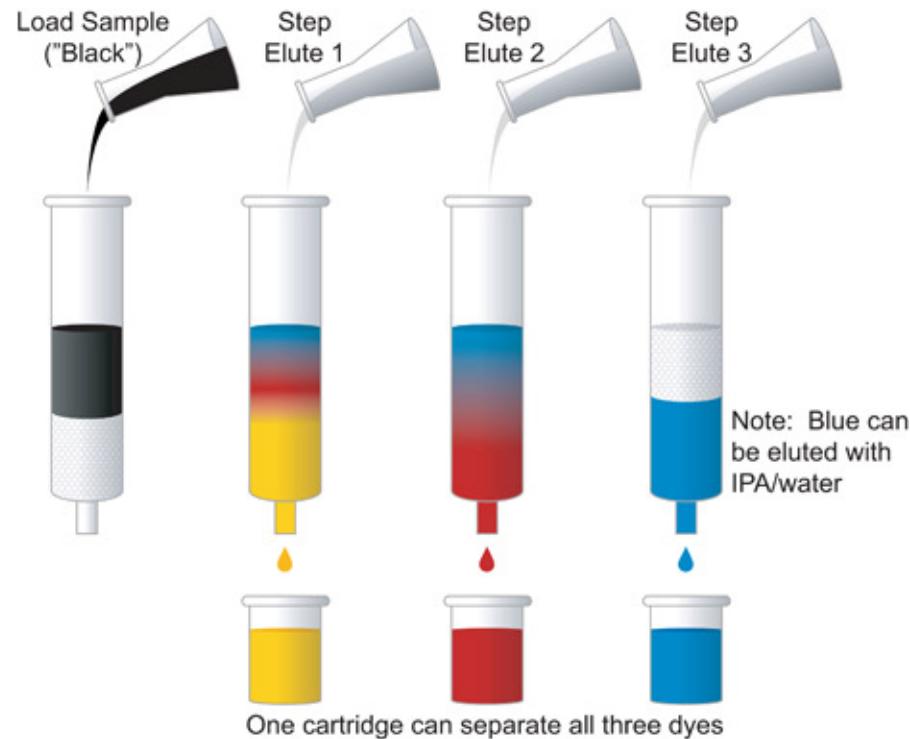
- Hromatografija – na papiru, na tankom sloju, na koloni, HPLC, gasna hromatografija



Razdvajanje smeša na komponente

- Metode razdvajanja

- Hromatografija – na papiru, na tankom sloju, na koloni, HPLC, gasna hromatografija



Osobine čistih supstanci

- Fizičke osobine

- Boja
- Miris
- Gustina
- Tvrdoća
- Tačka topljenja
- Tačka ključanja
- Rastvorljivost (mora se naglasiti u kom rastvaraču)
- Kristalni oblik
- Provodljivost topline i električne energije

Osobine čistih supstanci

- Hemiske osobine – ukazuju na njihovo ponašanje pri hemijskim promenama.
- Hemiska osobina gvožđa je da rđa na vazduhu
- Hemiska osobina zlata je da ne reaguje sa kiselinama (izuzev carske vode)
- Hemiska osobina kuhinjske soli je da kad se propusti stuja kroz rastop dolazi do izdvajanja metalnog natrijuma na katodi i gasovitog hlora na anodi
- Hemiska osobina TNT je da kad se izloži varnici reaguje veoma burno
- Hemiska osobina kiseonika je da potpomaže gorenje

Osobine čistih supstanci

- Osobine koje ne zavise od količine prisutne supstance se nazivaju **intenzivne** osobine. To su: gustina, boja, T.T., T.K., ...
- Osobine koje zavise od količine prisutne supstance se zovu **ekstenzivne**. To su: zapremina, masa, ukupna energija...