Magia științei

„Orice tehnologie destul de avansată nu se deosebește de magie." - Arthur C. Clarke
„E pur si muove" - Galileo Galilei

1. PREZENTAREA TEMEI

Ideea de bază în alegerea acestei teme a fost aceea de a pune în prim plan știința și de a evidenția rolul ei important în explicarea fenomenelor și legilor care ne înconjoară.

Știința înseamnă putere (Francis Bacon). De-a lungul timpului cel care deținea informație (de orice natură științifică) avea un loc privilegiat în societate.

Atitudinea față de știință de-a lungul timpului a suportat și încă suportă schimbări considerabile. Cel care are informații/ cunoștințe și știe să le manipuleze poate transforma acest atu în scopuri personale. Oamenii de știință au fost adulați sau blamați, apreciați sau condamnați pentru convingerile lor în Evul Mediu (de exemplu, problemele avute de Giordano Bruno sau Galileo Galilei pentru convingerile lor științifice revoluționare la vremea respectivă). Astfel, împăratul bizantin Justinian a inclus în codul său de legi din anul 529 un capitol intitulat "*Despre răufăcători, matematicieni și alții de acest fel*", unde se spunea: "Arta matematicii - cea mai demnă de condamnat - este cu desăvârșire interzisă". Împăratul Teodosie I (379 - 395) a dat o lege care spunea "Nimeni să nu se sfătuiască cu vreun ghicitor sau matematician ".

Insă, uneori oamenii de știință, fie ei chimiști - alchimisti, filosofi, matematicieni, astrologi au avut un rol privilegiat în istorie, fiind de multe ori sfătuitori ai conducătorilor vremii. Cei care nu înțelegeau știința îi considerau pe "manipulatorii de știință" drept magicieni (de exemplu, legenda lui

Merlin, alchimiștii care căutau rețeta nemuririi sau modalități de a obține aurul). Dar cu toate acestea, ei nu aveau decât puterea cunoașterii!.

În prezent, experimente științifice controversate împart opinia publică în pro și contra știință, de exemplu, experimentul CERN (acronim folosit pentru a desemna *Laboratorul European pentru Fizica Particulelor Elementare,* păstrat de la vechea denumire în limba franceză, *Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire*).

Acest proiect complex lansat în 1952 reunește peste 20 de state, are rolul de a furniza particule elementare accelerate și alte tipuri de infrastructuri necesare fizicii particulelor de energii înalte, cu scopul de a recrea condițiile existente în momentele imediat următoare creării Universului. Cercetătorii își propun ca informațiile rezultate din acest experiment să schimbe cunoștințele pe care le avem în momentul de față despre univers.

2. DIMENSIUNEA MULTIPERSPECTIVĂ A TEMEI

Matematică

- Probleme de logică matematică
- Trucuri matematice gen "ghicește cifra la care m-am gândit" sau "pătratul magic"
- Curiozități matematice, figuri geometrice deosebite/ relații aparent imposibile.

Istorie

- Modul în care era văzută știința de-a lungul timpului - antichitate, evul mediu, în prezent
- Tipuri de conducători ai grupurilor sociale de-a lungul timpului (călătorie virtuală prin diferite tipuri de societăți pornind de la cele preistorice) și sfătuitorii lor - oamenii din umbră
- Descoperiri științifice remarcabile.

Biologie

- Cum se deplasează animalele marine
- Cum se orientează liliecii - ecolocația
- Varza roșie detector de pH
- Ceapa - cerneala invizibilă.

Fizică

- Experimente de optică folosite și prezentate de iluziniști drept magie
- Teorii ale unificării

- Paradoxul spațiu - timp. Este călătoria în timp posibilă?

Geografie

- Prezicerea unor fenomene meteo cu ajutorul unor dispozitive realizate îin cadrul orelor de fizică și de chimie (barometrul chimic)
- Resurse naturale - răspândire pe glob și influența lor asupra stării de sănătate a populației (de exemplu, mine de sare, zăcăminte de uraniu)
- Elaborarea unei strategii de protecție a mediului înconjurător.

Chimie

- Produse naturale versus produse de sinteză
- Rolul unor elemente chimice în organism, răspândirea acestor elemente pe glob și relația cu starea de sănătate a populației
- Aurul - metal nobil - bijuterie și medicament
- Argintul - bijuterie dar cel mai vechi antiseptic
- Depoluare – soluții ecologice.

3. DIRECȚII DE ABORDARE TRANSDISCIPLINARĂ

1. **De la alchimie la chimie – magie și știință.** Tema abordează din perspectivă istorică evoluția chimiei, pornind de la cercetările alchimiștilor și rolul acestora în evoluția cunoașterii.
2. **Vizibil – invizibil: călătorie în corpul uman - imagistica medicală.** Tema poate fi studiată din perspectiva biologiei (studiul țesuturilor vii), fizicii (studiul radiației electromagnetice), chimiei (reacțiile chimice dintre țesuturile vii și radiația electromagnetică, ionizarea, fenomenul de iradiere),

matematicii (prelucrarea matematică a semnalului obținut de la diverse aparate și transformarea semnalului în imagini care pot fi mai ușor interpretate, obținerea de imagini tridimensionale), a economiei (cat de accesibile din punct de vedere financiar sunt unele investigații medicale sau tratamente), a eticii, cu accent pe resursele tehnico - științifice

necesare rezolvării diferitelor probleme.

3. **Senzori** se poate realiza o incursiune în istoria senzorilor: tipuri de senzori, aplicațiile lor (de exemplu detectoarele de gaze sau detectoarele de fum de la centralele termice de apartament, senzorii de mișcare folosiți în dispozitivele de protecție a unor obiective). Astfel, tema se poate aborda din punct de vedere al profesorului de fizică (studiul fenomenelor fizice care constituie principiul de funcționare a senzorilor), profesorul de chimie (materiale chimice avansate care permit realizarea unor detectori specifici pentru semnale sau materiale naturale utilizate ca senzori încă din antichitate) sau poate fi discutată din punct de vedere etic –
4. **Invenții ale anticilor regăsite în lumea de azi.** Subiectul se poate structura ca o investigație privind diferite elemente și structuri tehnice din lumea modernă care se pot recunoaște în invențiile Antichității (de exemplu, ușile automate, dozatorul de apă, structurile hidraulice inventate de Heron din Alexandria).
5. **Cunoașterea înseamnă putere.** Tema poate studia modul în care, de-a lungul timpului, monopolul cunoașterii (în diferite domenii) a oferit putere asupra comunităților celor care îl dețineau (rolul aristocrației sacerdotale în societățile antice, de pildă).
6. **Focul – binecuvântare sau blestem.** Se pot studia diferite aplicații și semnificații ale focului, în istorie sau în zilele noastre. Rolul focului în societățile preistorice, descoperiri legate de foc în Antichitate și Evul Mediu, armele de foc. În planul fizicii și al chimiei se pot exploata aspecte precum propagarea luminii, oglinda, temperaturi de ardere, trăsnetul etc.
7. **Aplicații ale unor fenomene naturale: magnetismul terestru.** Descoperirea și aplicațiile busolei, orientarea ființelor vii în funcție de câmpul magnetic terestru.
8. **Mișcările astrelor și evoluția vieții pe Pământ.** Tema poate fi abordată din perspective multiple: astronomie, apariția și dezvoltarea comunităților umane (revărsări, eclipse, agricultură, etc.), rolul astronomilor în

societate în diferite epoci istorice, geografie, fizică, biologie.

9. **Puterile Soarelui.** Se pot studia felul în care a fost privit Soarele de diferitele religii, rolul luminii solare, al radiațiilor asupra naturii și omului, exploziile solare, fotosinteza etc.
10. **Aplicațiile levitației în natură și tehnică.** Tema poate fi abordată din perspectiva biologiei, a istoriei, a fizicii (levitația magnetică, levitația pe pernă de aer etc.).
11. **Aer cald, aer rece.** Grupele de elevi pot realiza proiecte punctuale, pe teme precum: energia eoliană, aerul cald și inventarea balonului și a dirijabilului, aerul rece și aerul cald în natură (curenții de aer, furtunile și uraganele), aerul în fizică – viteza vântului, curenții turbionari, suflul exploziilor, rolul răcirii sau al încălzirii aerului asupra plantelor și animalelor.
12. **Surse de lumină: lumina vizibilă și lumina invizibilă.** Lumina caldă și lumina rece (descoperirea și aplicațiile led-ului), utilizarea luminii în fotografie, cinematografie, televiziune, lumina infraroșie și aplicațiile ei.

4. MODEL DE ABORDARE TRANSDISCIPLINARĂ

Subtema 1. *De la alchimie la chimie – magie și știință*

Alchimia n-a fost la origine o știință empirică, o chimie embrionară (...). Istoria științelor nu recunoaște o ruptură absolută între alchimie și chimie (...); chimia s-a născut din alchimie, mai exact s-a născut din descompunerea ideologiei alchimiei.
(Mircea Eliade, *Făurari și alchimiști*)

Repere cronologice:

Cca 300 d.Hr. – Zosimos din Panopolis elaborează lucrarea *Scrieri autentice despre arta sacră și divină a fabricării aurului*, primul tratat de alchimie cunoscut în istorie.

Cca 499 – Matematicianul indian Aryabhata (476-550) scrie *Aryabhatiya*, culegere de cunoștințe științifice.

Cca 628 – Matematicianul indian Brahmagupta (598-665) scrie *Deschiderea Universului*.
Cca 825 – Califul abbasid Al-Mamun întemeiază, la Bagdad, Casa Înțelepciunii, cu o bibliotecă și un centru de traduceri.
Cca 800 – Savantul arab Geber (Jabir ibn Hayyan) scrie tratatele despre alchimie.
1266 – Savantul englez Roger Bacon (1220-1292) scrie *Opus majus*, susținând necesitatea promovării metodei experimentale.
1525 – Paracelsus devine profesor de medicină și chirurgie la Basel.
1732 – Savantul olandez Hermann Boerhaave (1668-1738) publică *Elementele chimice*.
1746 – Chimistul britanic John Roebuck (1718-1794) dezvoltă procedeul de obținere a acidului sulfuric.
1774 – Joseph Priestley (1733-1804) descoperă oxigenul.
1774 – Antoine Lavoisier (1743-1794), chimist francez, demonstrează conservarea masei în reacțiile chimice.
1784 – Chimistul britanic Henry Cavendish (1731-1810) descoperă compoziția chimică a apei.
1789 – Antoine Lavoisier (1743-1794) scrie *Tratatul elementar de chimie*.
1806 – Chimistul britanic Humphry Davy (1778-1829) descoperă sodiul și potasiul.
1808 – Joseph Gay-Lussac (1778-1850) enunță legea combinării gazelor, ce îi poartă numele.
1814 – Omul de știință suedez Jöns Berzelius (1779-1848) introduce simbolurile chimice moderne.
1855 – Alekander Parkes (1813-1890), chimist britanic, descoperă accidental celuloidul.
1869 – Chimistul rus Dmitri Mendeleev (1834-1907) publică tabelul periodic al elementelor în *Principiile chimiei*.

Originile și scopurile alchimiei. În general, se consideră că alchimia a fost, la originile sale, legată de practicile făurarilor, ale celor ce prelucrau metalele, îndeosebi de cele ale vechilor egipteni, care încercau să imite, prin diferite procedee, metalele prețioase. Printre cele mai vechi preocupări în acest domeniu se numără cele din China (sec. V-IV î.Hr.), Egipt (sec. II-III d.Hr.), India (sec. V-VI d.Hr.). Alchimia europeană (occidentală) are la origine cercetările efectuate în Egiptul elenistic (sec. II-III d.Hr.) de ocultiști și savanți precum Bolos din Mendes și Zosimos din Panopolis. Întemeietorul alchimiei este considerat Hermes Trismegistul (cel de Trei Ori Mare), personaj mitologic din lumea greco-egipteană, asociat zeului egiptean Toth, căruia îi sunt atribuite o serie de lucrări

esențiale în domeniu: *Corpus Hermeticum* și *Tabla de smarald*.

Alchimia poate fi definită ca un ansamblu de practici și cercetări sau speculații cu privire la transmutația metalelor. În principal, alchimiștii au urmărit două mari obiective:

- ✓ descoperirea procedeelor care ar permite transformarea metalelor nenobile (plumbul, de pildă) în metale nobile, aur și argint, prin intermediul așa numitei „pietre filosofale", *Lapis philosophorum*, care ar desăvârși Marea Operă (*Magnum Opus*) a transmutației;
- ✓ căutarea și descoperirea panaceului universal (remediului medical ce ar putea vindeca orice afecțiune), a elixirului care ar putea prelungi viața.

Printre metodele folosite în Egiptul elenistic de alchimiști se numărau obținerea unor aliaje asemănătoare aurului, pe baza cuprului și a zincului, incorporarea în aur a argintului și a cuprului, fără alterarea nuanței de culoare inițiale, aurirea suprafeței metalelor. Potrivit alchimiei, există patru elemente de bază: focul, apa, aerul și pământul, și alte trei principii esențiale: sarea, sulful și mercurul.

În Antichitate și Evul Mediu, alchimia a fost însoțită de speculații și formule filosofice, magice, spirituale, fiind adeseori asociată magiei.



Reprezentare a lui Hermes Trismegistul (mozaic, catedrala din Siena, sec. XV)



Sarcină de lucru:
Căutați informații suplimentare și realizați o prezentare PowerPoint cu tema *Evoluția metalurgiei și a orfevrăriei în Preistorie și Antichitate.*

Alchimia în lumea musulmană medievală

Cercetările alchimiștilor de limbă arabă au avut la origine lucrările greco-egiptene din secolele II-VI. Cel mai de seamă reprezentant al alchimiei arabe din a doua jumătate a mileniului I a fost Geber (Jabir ibn Hayyan), ale cărui opere au fost realizate în jurul anilor 770-800. Geber considera că natura umană se sprijină pe triada corp-suflet-spirit. De asemenea, Geber a susținut pentru prima dată importanța metodei experimentale, fiind cel dintâi care a practicat alchimia într-o manieră științifică. Conform acestuia, ar fi posibilă găsirea elixirului universal ce ar permite prelugirea vieții. În ansamblu, Geber a scris 22 de lucrări de alchimie. Lui i se atribuie descoperirea acidului clorhidric, a acidului nitric, a celui acetic și a celui citric, a procedeelor de distilare, cristalizare, sublimare, evaporare, esențiale în cercetarea chimiei. De asemenea, Geber a perfecționat procedeele metalurgice, de prelucrare a pieilor de animale și de fabricare a sticlei, utilizate în epocă.
În secolele următoare, operele lui Geber au ajuns în Europa, au fost traduse în latină și au devenit texte de referință pentru alchimiștii occidentali.

Sursa documentară 1

Primul lucru important în alchimie este acela că va fi nevoie să realizați aplicații și experiențe, căci cel ce nu lucrează prin aceste metode nu va atinge niciodată culmile cunoașterii.

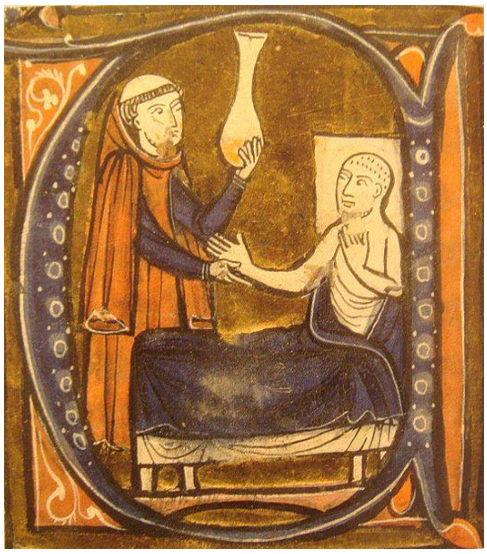
(Jabir ibn Hayyan, despre experimente)



Învățatul arab Geber (Jabir ibn Hayyan, cca 721-cca 815, manuscris din sec. al XV-lea)

Un alt reprezentant important al alchimiei musulmane a fost Al Razi (Abu Bakr Mohammad Ibn Zakariya al-Razi, 865-925), savant de origine persană, ale cărui opere au contribuit la dezvoltarea acestui domeniu, a medicinei și filosofiei. Printre preocupările sale s-au numărat studiul farmaciei, al metodelor terapeutice, al matematicii și al astronomiei. Al Razi a realizat o operă deosebit de influentă în lumea

alchimiștilor: *Cartea secretelor* (*Secretul secretelor*, *Secretum secretorum*, în traducerea latină), un ansamblu de subiecte de politică, morală, alchimie, astrologie. Alchimia musulmană a atins apogeul între secolele al IX-lea și al XI-lea. Prin intermediul traducerilor, aceasta a fost preluată în Europa Occidentală, împreună cu cele două idei de bază: aceea că metalele se formează pe Pământ sub influența planetelor, având la origine sulful și mercurul și cea potrivit căreia elixirul vieții poate fi revelat de Creator, deținătorul absolut al secretului Cunoașterii.



Medicul persan Al Razi la căpătâiul bolnavului (ilustrație în *Culegerea de tratate de medicină*, de Gerard din Cremona, sec. XIII)

Alchimia europeană (latină)

Printre primii alchimiști europeni consacrați s-a numărat Michael Scotus (cca 1175-1236), de origine scoțiană. Opera principală a acestuia, *Ars Alchemiae* (*Arta alchimiei*), s-a concentrat pe problema transformării metalelor. La jumătatea secolului al XIII-lea, Albert cel Mare, filosof și teolog de renume, profesor al celebrului Toma d'Aquino, a susținut teoriile referitoare a formarea metalelor și la rolul sulfului și al mercurului. Principalele opere ce cuprind cercetările de alchimie ale lui Albert cel Mare sunt *De mineralibus* și *Alkimia*.

Sursa documentară 2

Alchimistul va fi tăcut și discret. El nu va dezvălui nimănui rezultatele activității sale. Va locui departe de alți oameni, într-o casă în care va rezerva două sau trei camere doar cercetărilor pe care le va întreprinde. Va fi răbdător, tenace, perseverent. Va urma toate regulile stabilite. Va folosi numai vase din sticlă sau din ceramică smălțuită. Va fi suficient de bogat încât să-și acopere cheltuielile legate de știința sa. Va evita orice legătură cu principii sau cu alți nobili.

(Albert cel Mare, *Alkimia*)



Albert cel Mare (frescă, sec. al XIV-lea)



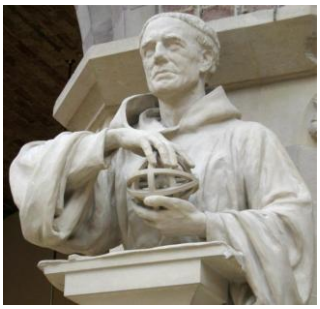
Alchimistul (pictură de Adriaen van Ostade, sec. al XVII-lea)

Sarcină de lucru:

Pe baza sursei documentare 2, dezbateți următoarele aspecte:

- motivele pentru care alchimistul trebuia să evite contactele cu oamenii și mai ales cu principii și nobilii;
- adecvarea unei astfel de metode de cercetare la lumea de azi; avantajele și dezavantajele unui asemenea mod de lucru în comunitatea științifică din zilele noastre.

Roger Bacon (1214-1294), celebru filosof, savant și alchimist de origine engleză, considerat părintele metodei experimentale în cercetarea științifică europeană, a criticat asocierea practicilor magice cu alchimia (frecventă în Evul mediu), definind-o pe aceasta din urmă ca o știință practică ce stă la baza disciplinelor teoretice.



Roger Bacon (sculptură, Universitatea Oxford)

Împăratul romano-german Rudolf al II-lea de Habsburg (1576-1612) a transformat orașul Praga în centrul european al alchimiei. Preocupat de găsirea pietrei filosofale, împăratul realiza personal cercetări în laboratorul propriu din palatul imperial. De asemenea, i-a adus la Praga pe cei mai renumiți alchimiști ai epocii: Edward Kelly, Heinrich Kunhrath și John Dee.



Laboratorul alchimistului (gravură, Heinrich Khunrath, sec. al XVI-lea)

Paracelsus (Philippus Theophrastus Aureolus Bombastus von Hohenheim, 1493-1541) a accentuat, prin cercetările sale aspectele medicale și terapeutice ale alchimiei. Ulterior, în cadrul acesteia, s-au conturat două tendințe opuse de utilizare a pietrei filosofale: fie pentru producerea aurului, fie vindecarea suferințelor corpului. Paracelsus a fost primul savant care a utilizat în laborator aparatul de distilare prin antrenarea vaporilor de apă.

Sursa documentară 3

Mulți spun că obiectivul alchimiei ar fi obținerea aurului și a argintului dar pentru mine, acesta este cu totul altul: căutarea virtuților și a puterilor pe care le au leacurile.

(Paracelsus, *Liber Paragranum*, sec. XVI)

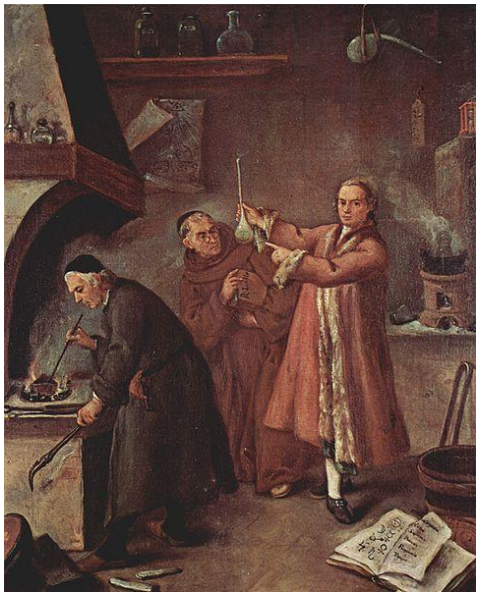


Paracelsus (portret).



Alambic (1910)

În secolul al XVII-lea, savantul irlandez Robert Boyle, deși adept al ideii transmutării metalelor, a pus sub semnul îndoielii, în lucrarea sa, *The Sceptical Chymist* (*Chimistul sceptic*, 1661), cele patru elemente și trei principii ale alchimiei, făcând distincția dintre amestecuri și compuși, introducând, totodată, ideea de *element chimic*.



Alchimiștii (pictură, Pietro Longhi, 1757)



Sarcină de lucru:
Pe baza cunoștințelor și a imaginilor de mai sus, dezbateți ideea centrală exprimată de sursa documentară 4, formulând argumente pro sau contra acesteia.

Sursa documentară 4

Alchimia ar trebui considerată mai degrabă ca o religie experimentală, concretă, ale cărei obiective erau iluminarea conștiinței, mântuirea spiritului și a corpului... Prin urmare, alchimia ar aparține mai degrabă istoriei religiilor decât istoriei științelor.
(René Alleau, *Aspecte ale alchimiei tradiționale*, 1953)

Resurse web suplimentare :

1. Surse istorice despre alchimie: http://pagesperso-orange.fr/chrysopee/

2. Viața și opera lui Paracelsus: http://www.paracelsus.uzh.ch/index.html

3. Informații generale despre alchimie:
http://www.crystalinks.com/alchemy.html
http://www.alchemywebsite.com/
http://www.levity.com/alchemy/islam.html
http://www.alchemylab.com/history_of_alchemy.htm

"Am început să-mi desăvârșesc arta imaginându-mi că nu există nici un profesor în toată lumea capabil să mă învețe, și că a trebuit să capăt eu însumi cunoștințele în acest scop. Singura carte pe care am studiat-o a fost cartea Naturii scrisă de mâna lui Dumnezeu." (Paracelsus)

Oamenii au folosit din cele mai vechi timpuri unele practici în care se petreceau fenomene chimice, fără a înțelege reacțiile care aveau loc: acrirea laptelui, fermentația mustului în vin (fermentația alcoolică) și apoi a acestuia în oțet (fermentația acetică).
O altă etapă a fost extracția și folosirea coloranților extrași din plante pentru vopsirea fibrelor de bumbac sau lână urmată de tăbăcirea pieilor și extragerea metalelor din minereuri.
Apariția acizilor (acetic, sulfuric, azotic, clorhidric, a apei regale) a promis extinderea proceselor chimice spre domenii cu totul noi și extrem de variate. Folosirea așa-ziselor laboratoare, rudimentare de altfel a orientat chimia nu spre calea științifică, ci spre ***alchimie***.
Alchimia este o formă de cunoaștere protoștiințifică, dar și o artă ocultă, specifică etapelor din vechime ale istoriei cunoașterii umane (antichitate și Evul Mediu), care avea trei obiective principale:

- transmutația metalelor în aur și argint
- crearea unui homunculus, un om artificial
- obținerea unei substanțe magice (o licoare sau o pulbere numită *piatra filozofală*) care să permită obținerea *panaceului* (poțiune care să vindece toate bolile).

Astfel unii dintre alchimiștii din Africa, Asia și apoi din Europa au devenit robii căutării de aur secole de-a rândul, fără a-l fi putut obține din metale ieftine, lucru imposibil până în zilele noastre.
În epoca actuală, alchimia prezintă interes doar pentru istoria științei, pentru dimensiunile ei mistice, ezoterice și pentru artă, ca generatoare de motive și subiecte.

Evoluția chimiei de-a lungul timpului

1. Alchimia

Chimia ca știință a materiei și transformării a apărut probabil în Egiptul antic, țara cea mai înaintată din punct de vedere tehnic din lumea veche. Cuvântul chimie provine de la grecescul *chymeia* care însemna topirea metalelor. În secolul III i.Hr. cuvântul *Chemi* era denumirea data Egiptului însemnând "arta sfântă a preoților". La acea vreme, știința divină a chimiei era monopolul sacerdoților, privilegiați ai clasei dominante, care păstrau un secret adânc asupra artei lor. În academia din Alexandria, chimia ca artă sfântă avea o clădire specială-templul lui Serapis.

De la egipteni, chimia a fost împrumutată de arabi, a căror contribuție în domeniul chimiei a fost extrem de valoroasă. Arabii au adăugat prefixul "*al*" denumirii de chimie, de unde termenul de *alchimie –"arta transformării substanțelor"*. În secolele XII-XIV eforturile alchimiștilor arabi sunt continuate de alchimiștii europeni. În laboratoarele lor tainice pline de fum și emanații ciudate, aceștia făceau experimente în dorința de a obține aur din metale simple cu ajutorul "pietrei filozofale" sau de a obține elixirul vietii.



Laboratorul unui alchimist



Laboratorul unui chimist în zilele noastre

Toate acestea nu aveau nimic comun cu știința. Alchimia era mai degrabă o chimie aplicată, pusă pe temelii neștiințifice, absurde și în plus iscusit cifrată, o căutare oarbă pe un drum care nu ducea nicăieri.

De la egipteni și arabi, chimia a trecut la grecii antici și la alte popoare europene.

Popoarele vechii civilizații: egiptenii, babilonienii, fenicienii, evreii nu s-au putut elibera de substratul religios antiștiințific al cercetătorilor lor. Unii dintre învățații vechii Elade au reușit să se ridice deasupra misticismului și obscuratismului, creând bazele filozofiei materialiste pe care s-a clădit întreaga știință modernă.

Mărturiile arheologice și documentele scrise dovedesc că egiptenii, indienii, chinezii, sciții și alte popoare antice cunoșteau prelucrarea metalelor, fabricarea țesăturilor, vopselele, sticla, emailurile, cosmeticele, ceramica, varul, săpunurile, băuturile, medicamentele, hârtia etc. Cu toate scăderile ei datorate caracterului speculativ al cercetărilor, în perioada veche s-au formulat unele idei ce au avut o influență binefăcătoare asupra științelor, datorită filozofilor materialiști ai Greciei antice.

În legătură cu alcătuirea materiei, în perioada veche se formulează ipotezele unității și diversității materiei.

În formularea *ipotezei unității materiei* s-a pornit de la ideea că există un „principiu unic" din care derivă toate substanțele. În privința acestui principiu unic, diferiți învățații antici aveau păreri diferite.

Thales din Milet, un mare învățat grec susținea că la baza alcătuirii materiei stă apa. Aceeași părere o aveau egiptenii. Însă de exemplu Aximenes din Milet nu-i împărtășea această viziune, crezând în existența aerului ca un principiu unic, iar Heraclit din Efes a propus focul, Xenofan din Atena - pământul. Ideea unității materiei implică și ideea continuității sale.

Ipoteza diversității materiei își are reprezentanți la indieni (Canada in secolul al VI-lea i.e.n.), chinezi (Fu-Si mileniul I i.e.n.), greci (Anaximandru, Anaxagoras sec. VI i.e.n. Empedocle, Aristotel).

Empedocle reduce diversitatea lucrurilor la patru elemente: pământul, aerul, apa și focul. El explica asocierea și desfacerea elementelor prin acțiunea a două forțe antagoniste, prietenia și discordia. Empedocle împreună cu Anaxagoras arată natura materială a aerului, folosind un clopot de sticlă arată că apa nu poate intra decât după ce iese aerul.

Aristotel cel mai mare cugetător al lumii antice, dezvoltă ipoteza lui Empedocle dându-i forma în care a dominat timp de aproape de două milenii gândirea științifică asupra alcătuirii materiei. După Aristotel la baza alcătuirii materiei ar fi cinci elemente, unul de ordin spiritual (*quinta essentia*) și alte patru elemente cu însușirile de:

- rece și uscat (pământul),
- rece și umed (apa),
- cald și umed (aerul),

- cald și uscat (focul).

Este de observat că în afară de foc celelalte trei elemente reprezintă cele trei stări de agregare.

Tot în această perioadă apare atomismul și ipoteza atomică, cea mai veche teorie fundamentala în domeniul chimiei și fizicii, introdusă de filozofii materialiști greci Leucip (500-428) și Democrit (470-370).

Din punct de vedere pur abstract, speculativ, fără ca știința și tehnica timpului lor să le fi oferit sprijin experimental, Leucip și Democrit ajung la concluzia logică și filozofică că există o limită inferioară de divizare a materiei, și anume, această limită se oprește la o particulă, extrem de mică, dar indivizibilă, pe care au numit-o atom.

Discuțiile anticilor despre atomism nu au continuat în secolele următoare din două motive mai importante:

- marea autoritate a lui Aristotel, adversar al atomismului
- reprimarea ideilor progresiste de către Inchiziție.

Trebuie precizat că este meritul alchimiștilor de a fi introdus metoda de lucru numită experiment cu ajutorul căreia au obținut substanțe noi cum ar fi : alcoolul, acidul azotic, unele săruri.

Unul dintre cei mai mari savanți ai Evului Mediu a fost călugărul englez Roger Bacon (1210-1292) care a descoperit praful de pușcă (produs din sulf, salpetru, cărbune).

În sec XV un alt călugăr alchimist de origine germană Basil Valentin (1392-1450) care cunoștea metoda de preparare a acidului sulfuric din sulfat feros a reușit să obțină prin sublimare sulf aproape pur și stabilește și proprietatea acestuia.

În timpurile alchimiei a fost efectuat un mare volum de lucrări experimentale, ce au asigurat dezvoltarea tehnicii operațiilor chimice și acumularea informațiilor concrete despre proprietățile substanțelor.

Tot experimentând de zor, alchimiștii au izbutit să descopere lucruri care au sporit imens volumul cunoștințelor științifice. Chimia modernă datorează enorm alchimiei. Cercetări asupra a mii de substanțe, descoperiri în domeniul metalurgiei, experimente privind oxidarea metalelor și reducerea oxizilor metalici sunt merite ale alchimiștilor. Ei au fost cei care au pus în evidență reversibilitatea unor reacții chimice, au descoperit noi elemente, au arătat rolul unor substanțe în fiziologia viețuitoarelor. Iar asta ca rod nu al întâmplării, ci al experimentării coerente, chiar dacă în cele mai multe cazuri premisele erau eronate.

În zilele noastre, când deja se cunosc multe lucruri despre metale, obstinația alchimiștilor de a transforma un metal

în altul pare ridicolă, cu atât mai mult cu cât dorința lor era să obțină nici mai mult nici mai puțin decât aur.

Dar acest lucru are și o oarecare justificare. Dorința alchimiștilor corespundea stadiului cunoștințelor din acea epocă. Nu se știa că metalele sunt elemente chimice. Ele erau considerate substanțe compuse; de aceea, ideea de a le descompune și recompune într-o formă superioară nu era câtuși de puțin absurdă.

Alchimiștilor li se datorează descoperirea a cel puțin patru elemente chimice – arsen, bismut, fosfor si stibiu (posibil chiar cinci, deși cazul zincului este controversat), care s-au adăugat astfel celor nouă elemente chimice cunoscute din Antichitate. Numeroase substanțe chimice compuse au fost descoperite tot grație cercetărilor asidue întreprinse în laborator.

După părerea multor istorici ai științei, alchimiștii au fost și inventatorii laboratorului științific în înțelesul său de azi, adică nu un spațiu improvizat, ci unul dedicat experimentării, dotat în conformitate cu necesitățile experimentului.

Laboratorul alchimic este precursorul laboratorului modern, iar una dintre contribuțiile alchimiei la dezvoltarea ulterioară a chimiei constă, printre altele, în identificarea unor materiale și forme potrivite pentru vasele de laborator, a unor tehnici experimentale.

Au fost găsite multe metode de identificare a substanțelor. A fost perfecționată metoda de determinare a aurului și a argintului bazată pe topirea zonală – topirea în prezența reducătorului și a purtătorului de metal (de obicei de plumb), în a cărui soluție se dizolvă bine metalele prețioase. În Franța în sec. XIV, această metodă a fost descrisă detaliat în decretul regal a lui Filip VI (an.1343) – tuturor li s-a recomandat să utilizeze anume această metodă.

O evoluție continuă a cunoscut metoda pietrei de probă; sensul ei constă în aceea că obiectele din aur la suprafața pietrei de probă lasă zgârieturi. Culoarea și grosimea zgârieturilor depinde de conținutul de aur. A început să se folosească apoi scara din 24 de ace cu diferit conținut de aur. Pentru analiză au început să se folosească soluțiile.

2. Iatrochimia (XVI-XVII)

Abia odată cu Paracelsus (1493-1541) alchimia s-a despărțit definitiv în două direcții: una a șarlatanilor care ducea la ridicol și temniță și alta a gânditorilor cu minți clare și ascuțite care prin muncă perseverentă, pusă în slujba adevărului duce la progres. Medicul și alchimistul elvețian Paracelsus în lucrarea sa *"Opus*

pararuirum" fundamentează iatrochimia și enunță cele trei esențe pure: mercur-sulf-sare, unde sulful este principiul combustibilității ce arde total fără să lase cenușa.

Paracelsus folosește sulful pentru tratarea bolilor de piele. Trebuie menționat că și astăzi sulful se folosește la tratarea scabiei și a altor afecțiuni dermatologice.

Cu mult înaintea lui Paracelsus, la romani Claudius Galenus (131-201) medicul lui Marc Aureliu dezvolta farmaceutică și creează o doctrina întemeiată pe observații și experimente. Denumirea de preparate galenice pentru produse extrase din plante cu ajutorul lichidelor se folosește și astăzi.

Paracelsus enunță definiția iatrochimiei-știința utilizării chimiei în medicină. El considera că starea de boală este provocată de lipsa unor substanțe și pentru înlăturarea ei este necesar ca acestea să fie redate organismului. Tot lui i se datorează introducerea în terapeutică a numeroase preparate anorganice cum ar fi preparatele pe baza de săruri de mercur în tratamentul sifilisului în locul unor extracte din plante. Tot el folosește noțiunea de principiu activ care a determinat îmbogățirea terapeuticii cu numeroase substanțe organice.

Apar noi metode de identificare a substanțelor, bazate pe solubilizarea lor. De exemplu, a fost descrisă reacția ionilor de argint cu ionii de clor. După cum scria F. Sabadvari și A. Robinson, autorii cărții "Istoria chimiei analitice", *în această perioadă au fost descoperite marea majoritate a reacțiilor chimice, utilizate în schema clasică a analizei cantitative. Călugărul Vasilie Valentin a introdus noțiunile "precipitare", "precipitat".*

R. Boyle utiliza sistematic extracte din plante (toporaș ș.a.) și țesuturi animaliere pentru determinarea acidității și a bazicității soluțiilor, de exemplu, el a determinat că în mediul bazic extractul de toporași devine verde. Cunoscut încă din timpuri străvechi extractul din ghindă de stejar, ce se colorează în prezența fierului și a cuprului, a fost completat de observația că intensitatea culorii depinde de conținutul metalelor în soluții. Boyle a separat chimia de medicină. Acesta a fost sfârșitul epocii.

3. Epoca flogisticului

În sec. XVII-XVIII se pun bazele trecerii la chimia științifică. În 1661 R. Boyle a stabilit baza științifică pentru definirea noțiunilor de element și combinație. *" Boyle a făcut din chimie o știință "*(Engels, "Dialectica naturii"). Apare prima teorie chimică, a "flogisticului",

care, deși greșită, a ridicat numeroase probleme de metodică a cercetării. M. V. Lomonosov (1774) descoperă legea conservării masei, care a permis transformarea chimiei într-o știință cantitativă.

Sec XVII este secolul chimiei experimentale. Se inventează aparate și instrumente de laborator, se folosește balanța pentru determinarea greutății substanțelor, se descoperă noi elemente chimice, spiritul de observație se ascute și răbdarea este pusă la grea încercare în timpul experimentelor ingenioase pe care chimiștii le fac în laboratoare rudimentare. Aceasta a fost primăvara furtunoasă a analizei chimice. Ea a ajutat să fie cunoscute și precis caracterizate din punct de vedere cantitativ elementele chimice.



Balanța, mojar și pistil folosite în trecut

În sec. al XVIII-lea o dezvoltare continuă a cunoscut studiul gazelor. Pionerii analizei gazului au fost savanții din timpul lui Cavendish, Priestley, Scheele. De numele lor e legată și descoperirea O_2 și H_2 și a multor altor descoperiri.

Unul dintre iluștrii analiști ai sec. XVII, A. Marggraf, care a început să utilizeze microscopul în chimia analitică, a introdus noi metode de identificare a cationilor unui șir de metale.

Un mare analist al sec. XVIII a fost chimistul elvețian T. Bergman (1735-1784). El, pentru prima dată, face deosebirea dintre analiza cantitativă și calitativă, sistematizează materialele acumulate până în acele timpuri despre folosirea în analiză a tubului de sudare. Pe atunci tubul de sudare a fost un instrument important în cercetările analitice. Cu ajutorul lui a fost determinată compoziția cantitativă a multor minerale, au fost descoperite un șir de elemente. Un mare merit al lui Bergman a fost acela că el a determinat influența carbonului și a fosforului asupra proprietăților fierului. Determinarea precisă a carbonului în diferite mostre de fier cu ajutorul cărbunelui de piatră, a pus baza metalurgiei contemporane. Acum toți știu prin ce se deosebesc, spre exemplu, oțelul de fontă. Deși analiza chimică a fost cunoscută cu 2000 de ani înaintea lui Bergman, acest savant i-a conferit

statutul de știință individuală – chimia analitică, a întocmit prima schemă de analiză chimică cantitativă.

Tema 1

Unii alchimiști au adus contribuții la avansarea cunoștințelor. Paracelsus a fost primul care a definit principiul după care fiecărei boli îi corespunde un medicament specific. Ca alchimist a utilizat pentru prima oară în laborator aparatul de distilare prin antrenare cu vapori de apă.

Pornind de la cele descrise mai sus și bazându-vă pe informații preluate de pe site-uri de specialitate, realizați un eseu despre viața și contribuțiile aduse de Paracelsus ca medic, alchimist, filosof!

Tema 2

În ceea ce privește elementele de cultură indiană despre alchimie, Mircea Eliade amintește că cei care călătoreau în India observau că "*asceții și yoghinii indieni cunoșteau și aplicau anumite preparate alchimice pentru „prelungirea vieții". Nu e vorba de farmacopeea tradițională a schivnicilor indieni, de plantele nutritive sau medicinale descoperite și transmise din generație în generație în mediile ascetice. Călătorii străini se referă precis la o băutură alchimică, uneori vegetală, alteori minerală (cu baza mercur)".* (Mircea Eliade, *Alchimia asiatică*, Ed. Humanitas, 2003, p. 37.)

Bazându-vă pe cele prezentate mai sus, realizați un eseu în care să prezentați preocupările lui Mircea Eliade și a altor scriitori români pentru mistic și alchimie!

Tema 3

Alchimia se slujea de simboluri, printre care elemente chimice precum arsenicul, cuprul, aurul, fierul, plumbul, magneziul, fosforul, platina, argintul, sulful, aluminiul, zincul. Fiecare element avea atașat un simbol pictural.

Realizați un poster cu simbolurile picturale ale elementelor chimice cunoscute de către alchimiști precum și corelațiile acestor elemente cu diverse planete.

Resurse bibliografice:

http://www.alchemywebsite.com/seven metals.html
http://www.levity.com/alchemy/
http://antiquity.ac.uk/ProjGall/martinon/index.html
http://www.alchemywebsite.com/emb_apparatus.html

Subtema 2. Vizibil –invizibil: imagistica medicală.

Cum ar fi să poți privi în interiorul corpului omenesc? În antichitate sau evul mediu părea ceva imposibil, acum e doar ... imagistică medicală.

Imagistica medicală cuprinde ansamblul tehnicilor și metodelor care permit obținerea unor imagini (reprezentări grafice) morfologice sau funcționale, a unor regiuni anatomice sau a unor organe, în scopul unui diagnostic medical sau în scop terapeutic. Corpul uman e alcătuit în mare parte din apa (aproximativ 70%). La trecerea unui fascicul de radiație electromagnetica printr-un țesut viu, se pot obține informații diverse, în funcție de tipul de radiație electromagnetică folosit și scopul dorit. De multe ori, studierea țesuturilor vii cu ajutorul radiațiilor electromagnetice constituie procedee neinvazive.

Coeficientul de absorbție a radiațiilor electromagnetice de către corp (uman sau animal) este de fapt, coeficientul de absorbție al radiațiilor electromagnetice de către apa și este mare, pentru cea mai mare parte a radiațiilor din spectru. Însă, unele regiuni spectrale prezintă coeficientul de absorbție redus, iar această scădere a permite obținerea de informații inaccesibile in mod obișnuit.

Astfel, radiațiile electromagnetice din domenii extreme (lungime de unda foarte mare și energie mică (unde radio) sau lungime de undă foarte mică și energie mare(raze X sau gamma) pot traversa țesuturile vii și furniza diverse informații utile. După trecerea prin țesuturile umane (sau animale) radiațiile electromagnetice sunt colectate de un detector specific și se vor măsura modificările suferite de fasciculul incident (intensitate, energie, frecvență, lungime de undă, etc).

Zona de mijloc a spectrului electromagnetic – domeniul extrem de îngust al radiației vizibile - este frecvent reflectată sau împrăștiată de țesuturi și nu are capacitate de penetrare mare, dar permite vizualizarea spațiului înconjurător, a structurilor de suprafață, folosind metodele optice de investigare.

Țesuturile tumorale au proprietăți structurale și morfologice diferite de țesuturile normale, de exemplu, prezintă rigiditate de 5 pana la 28 de ori mai mare decât țesuturile normale. Ecografia sau rezonanta magnetica nucleară pot distinge aceste țesuturi aplicând o vibrație (de exemplu, o unda acustica) zonei de interes și analizând diferențele în gradul de deformare al țesutului (prin analiza întârzierii ecoului, în ecografie sau a modificărilor de fază a semnalului, în rezonanta magnetica

nucleară). *Un test asemănător îl făcea în trecut clinicianul când bătea ușor cu degetul în abdomenul pacientului, pentru a simți vibrațiile țesutului hepatic.*

În funcție de tipul de radiație folosit pentru investigarea țesuturilor vii se disting:

Ecografia utilizează **ultrasunete** de frecvență înaltă care sunt reflectate de țesuturi cu unghiuri diferite pentru a produce imagini 3D. Uzual, se lucrează în domeniul de frecvență de 2 - 18 de megahertzi, deși frecvențe de până la 50-100 de megahertzi au fost folosite în regiunile speciale, cum ar fi camera anterioară a ochiului. Frecvențele de mai sus sunt de sute de ori mai mari decât *limita auzului uman*, care este în general de 20 kilohertzi. Alegerea frecvenței de ultrasonare reprezintă un compromis între rezoluția spațială a imaginii și profunzimea imaginii: frecvențe mai mici produc rezoluție mai mică, dar imaginea de profunzime.



Radiologia – studiul interacției țesuturilor vii cu radiații X

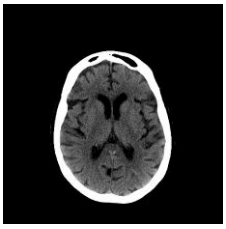
Două forme de imagini radiografice sunt utilizate în imagistica medicală: radiografie de proiecție și fluoroscopie; aceste tehnici 2D (două dimensiuni) sunt încă utilizat la scară largă, pentru că tehnologia 3D deși este avansată, este și suficient de scumpă.



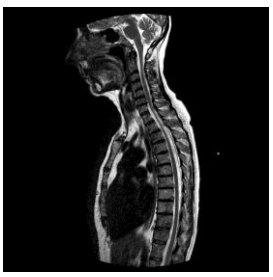
Medicina nucleară folosește **izotopi radioactivi** și particulele energetice emise de materiale radioactive pentru a diagnostica sau trata diverse patologii. Radiațiile gamma sunt utilizate pentru a detecta regiuni de activitate biologice care pot fi asociate cu boala. Izotopii sunt adesea preferențial absorbiți de țesuturile biologic active din organism, și pot fi folosiți pentru a identifica tumori sau puncte de fractură în os.



Tomografia computerizata (CT) utilizează **razele X** pentru a obține imagini detaliate ale structurilor din interiorul corpului, în funcție de complexitatea analizei și zona scanata poate dura 30 - 60 de minute, dar se poate prelungi (aproximativ 2 ore).
Tomografia computerizată a fost inițial cunoscut sub numele de "scanare IME", așa cum a fost dezvoltat la o filiala de cercetare a EMI, o companie bine cunoscută pentru afacerile din domeniul muzical.



Rezonanța magnetică nucleară RMN permite obținerea unor imagini detaliate ale țesuturilor moi din corpul uman, conducând la eliminarea chirurgiei de explorare. Comparativ cu razele X, prin RMN se poate deosebi materia cenușie de materia albă din creier, țesutul bolnav de cel sănătos și mușchii de organe, chiar și hemoragii sau semne de lovituri. Un instrument de imagistica prin rezonanță magnetică (IRM), sau "prin rezonanță magnetică nucleară (RMN), folosește magneți puternici, capabili să polarizeze și excite nucleele de hidrogen (cu un singur proton) din molecule de apă aflate în procent mare în țesuturile umane, producând un semnal detectabil care în final este decodat în imagini. RMN creează în mod tradițional o imagine bidimensională de strat subțire - "felie" a corpului dar sunt capabile să producă imagini 3D. Spre deosebire de tomografie, RMN nu implică utilizarea radiațiilor ionizante și, prin urmare, nu este asociată cu riscurile pentru sănătate. Deoarece RMN a fost utilizat doar de la începutul anilor 1980, nu sunt cunoscute efectele pe termen lung ale expunerii la câmpuri magnetice puternice și, prin urmare, nu există nici o limită pentru numărul de scanări în care un individ poate fi supus, în comparație cu razele cu X și tomografia. Cu toate acestea, există riscurile bine identificate pentru sănătate asociate cu încălzirea țesutului din expunerea la câmpul de radiofrecvență și de prezența unor dispozitive implantate în organism.
Deoarece tomografia și rezonanța magnetică sunt sensibile la proprietăți diferite ale țesuturilor, aspectul imaginilor obținute cu cele două tehnici diferă semnificativ.





Sarcini de lucru

1. Imaginați reacția unor oameni din evul mediu la contactul cu un dispozitiv care obține imagini din interiorul corpului omenesc.
2. Discutați avantajele si dezavantajele radiografiei medicale:
3. Imaginați un dispozitiv care să permită diagnosticarea problemelor emoționale.
4. Căutați (resurse web) fotografii de imagistică medicală deosebite (ex. mana cu brățară și inel)

Resurse web suplimentare

http://en.wikipedia.org/wiki/Medical_imaging
http://www.osha.gov/SLTC/radiofrequencyradiation/
http://www.epa.gov/radiation/
http://en.wikipedia.org/wiki/Magnetic_resonance_imaging
http://www.tsft.nhs.uk/OurServices/DiagnosticImaging/TypesofImaging/tabid/1475/Default.aspx

Subtema 3 Senzori

Ne putem oare imagina cum ar fi viața fără să folosim aceste mici dispozitive numite senzori? Ii întâlnim peste tot în jurul nostru și rareori ne întrebăm cum funcționează

Cuvântul **senzor** definește un dispozitiv pentru generarea unui semnal care să indice apariția unei situații date sau să reprezinte variația unui parametru într-un fenomen. (← engl. sensor, fr. Senseur) *Marele dicționar de neologisme, Florin Marcu, Editura Saeculum, 2000*

De exemplu, un termometru de sticlă cu mercur măsoară/ convertește expansiunea și contracția unui lichid în temperatura care poate fi citită pe un tub de sticlă gradat/calibrat. Pentru acuratețe, toți senzorii trebuie să fie calibrați în raport cu standardele cunoscute. Senzorii sunt concepuți astfel încât să influențeze cât mai puțin mediul înconjurător, deci ceea ce se

măsoară, astfel senzorii mai mici - micro sau nano senzorii au viteză de răspuns și sensibilitate mult mai mare în comparație cu abordările macroscopice. Un senzor bun este sensibil la proprietatea măsurată și insensibil la orice alți stimuli și nu influențează proprietatea măsurată. Un senzor ideal trebuie să aibă un domeniu selectiv, să fie rapid, să confere un răspuns de încredere pentru analit iar semnalul generat de senzor trebuie să fie proporțional cu concentrația analitului.

Rezoluția unui senzor este cea mai mică schimbare care se poate detecta în semnalul măsurat și este legată de precizia cu care se face măsurarea. Există senzori ce pot detecta atomi și molecule.

Senzorii sunt utilizați în obiecte de zi cu zi, cum ar fi butoane sensibile la atingere (senzori tactili) - lămpile care își schimbă intensitatea luminoasă prin atingere. Există nenumărate aplicații pentru senzori de care majoritatea oamenilor nu sunt conștienți. Aplicațiile includ autoturisme, aparate foto, mașini, industria aerospațială, medicină, robotică, sisteme de protecție, industria textilă, industria alimentară, etc.

Senzorii se pot clasifica după mai multe criterii ca natura procesului fizico - chimic măsurat sau domeniul de aplicație. În jurul nostru întâlnim **senzori auto** (pentru aer, carburant, temperatură, detector de bordură - folosit pentru a avertiza conducătorul auto de borduri, detector de defecte, utilizate pe căile ferate pentru a detecta eventualele probleme ale trenurilor în trecere, MAP senzor, - Manifold Absolute presiune, utilizate în reglementarea și contorizarea combustibilului, senzori de parcare, utilizați pentru a alerta șoferii de prezența unor obstacole nevăzut în timpul manevrelor de parcare , vitezometru);

Senzori chimici (detector de fum, senzori de apă - umiditate, oxigen, dioxid de carbon, monoxid de carbon, hidrogen, hidrogen sulfurat, pH),

Instrumentele de navigare conțin **Senzori de orientare** - telemetru laser giroscop determinarea poziției -GPS, viteza de deplasare, accelerația - accelerometru, senzor de cădere liberă, busolă, senzori, pentru determinarea vitezei aerului, a înălțimii - altimetre, etc.

Biosenzorii sunt dispozitive analitice care convertesc un răspuns biologic într-un semnal electric, deci producerea discretă sau continuă a unui semnal electronic digital care este proporțional cu un semnal analitic sau cu un grup de analiți [*Turner, A.P.F., Karube, I. and Wilson, G.S. (1987) Biosensors:*

Fundamentals and Applications. Oxford University Press, Oxford.]

Un biosenzor este un dispozitiv de detectare, semi-biologic, format prin combinarea a trei elemente:

proba care urmează să fie studiate: apa, aer, sol, material biologic (țesut, microorganisme, receptorii celulelor, enzime, anticorpi, acizi nucleici, organisme modificate genetic, etc.)

un element senzor (eventual în forma unui cip) care poate detecta schimbările fizico-chimice sub formă de semnale (prezența / absența) biochimice și/sau fizice sau chimice într-un mediu (intern sau extern al corpului uman) și emite un semnal biologic. Senzorii (elementele senzori) pot funcționa pe principiile cunoscute fizico-chimice, optice, piezo-electrice, electrochimice, și mai rar magnetice). De asemenea, poate fi un traductor, cu rolul de a transforma semnalul care rezultă din interacțiunea dintre analit cu elemente biologice într-un alt semnal care poate fi mai ușor măsurat și cuantificat.

un element electronic asociat procesorului de semnal pentru afișarea, imprimarea sau trimiterea rezultatelor ca fișier sau bază de date. Aparatul poate fi echipat cu o memorie pentru stocarea datelor.

Acesta este un instrument de biomonitorizarea. Prezentarea schematică a structurii unui biosenzor.

Componenta principală a unui biosensor este traductorul care face posibilă folosirea informației privind schimbarea fizică ce însoțește reacția. Această informație poate fi:

- **căldura** dezvoltată (sau adsorbită) de reacție (biosenzorii calorimetrici);
- schimbările în **distribuția sarcinii electrice** cauzând producerea unui potențial electric (biosenzori potențiometrici);
- **transferul electronilor** produși într-o reacție redox (biosenzori amperometrici);
- **lumina** rezultată din timpul reacției sau diferența de lumină adsorbită dintre reactanți si produșii de reacție (biosenzori optici);
- efecte datorate masei reactanților sau produșilor de reacție (senzori piezo-electrici).

Utilizarea senzorilor în industria textilă

În funcție de modul cum senzorii sunt integrați într-un material textil și de rolul acestora, textilele au fost clasificate astfel:

Electronice extensibile –se bazează pe includerea unor senzori electronici într-un substrat extensibil, se utilizează în scopul îngrijirii sănătății și pentru producerea "pielii electronice ".

Biotextile destinate pentru măsurarea parametrilor biochimici ai fluidelor corpului uman (prin intermediul unor senzori) existente pe un substrat textil; în acest caz textilele funcționează drept senzori (ex. textile care monitorizează mușchii din corpul uman prin integrarea unor senzori ce au o suprafață foarte mică de contact; textile pentru monitorizarea activității cardio-vasculare și anticiparea unui diagnostic pentru prevenirea îmbolnăvirii; textile optice bazate pe senzori tip fibre optice incluse în produsele tehnice, în scopul îngrijirii sănătății).

Îmbrăcăminte confortabilă ce include biosenzori pentru monitorizarea solitară a unor parametri medicali. Senzorii utilizați în domeniul textil pot fi:

Biosenzori optici - se folosesc pentru măsurarea pH-ului transpirației dar și a prezenței unor anumite enzime în sânge, saturația de oxigen din sânge etc.

- *Biosenzori electrici* - măsoară conductivitatea transpirației dar și viteza de transpirație;
- *Biosenzori chimici* - se folosesc pentru determinarea concentrației de clor, natriu, potasiu din transpirație folosind o metodă electrochimică de detectare.

Integrarea senzorilor chimici în textile furnizează numeroase beneficii prin permiterea observării semnelor vitale și diagnosticarea rapidă a bolilor sau neregulilor de metabolism. Beneficiile indirecte reduc costurile sociale medicale.

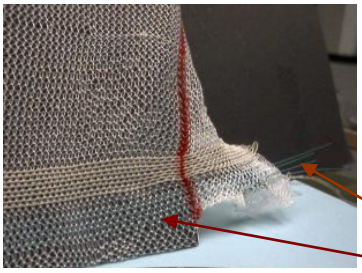
Textile *Lumalive* conțin LED-uri colorate nedetectabile la atingere și componente electronice prea mici pentru a fi văzute cu ochiul liber. Țesătură poate afișa modele, text sau chiar animație.



Jacheta din imaginea de mai jos are încorporat un mp3 player și nu numai.....este în curs de comercializare....



Gore-Tex (brevet US 3953566 din 27.04.1976) este o țesătură impermeabilă care „respiră”pe bază de politetrafluoretilenă (PTFE).





Sarcini de lucru

1. Pe baza informațiilor anterioare, imaginați haine/accesorii care să monitorizeze starea emoțională a unei persoane, starea de sănătate, etc.
2. Încercați să explicați reacția unei persoane din Evul mediu la vederea unei rochii care își schimbă culoarea în funcție de temperatura ambiantă sau de persoana care o poartă.
3. Folosind resursele web, alcătuiți o prezentare a hainelor „inteligente”.

Resurse web suplimentare

http://www.innovationintextiles.com/
http://www.ualberta.ca/~jag3/smart_textiles/Page_5.html
http://en.wikipedia.org/wiki/Gore-Tex

Indicatori de pH - senzori naturali

Indicatorii sunt substanțe chimice care își schimbă o anumită proprietate (culoare, turbiditate, fluorescență,) în funcție de un anumit parametru variabil al sistemului (pH, tensiune electromotoare, s.a). Caracterul acid sau bazic al unei soluții este dat de concentrația în ioni de hidrogen și se exprimă prin logaritmul cu semn schimbat al $[H^+]$ $pH = -lg\,[H^+]$

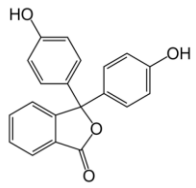
Virajul culorii indicatorilor de pH este datorat unei modificări a structurii indicatorului, modificare ce are loc la schimbarea gradului de disociere a acestuia. Indicatorii chimici, pentru a putea fi utilizați la determinarea punctului de echivalență, trebuie să îndeplinească unele condiții:

- să funcționeze reversibil;
- schimbarea proprietății să se facă într-un interval de pH, de tensiune electromotoare cât mai mic;
- să fie solubil în mediul sistemului de analizat;
- să fie stabil în condițiile de lucru date;

- să aibă un potențial mare de schimbare a proprietății, încât sa se utilizeze concentrații mici de indicator.

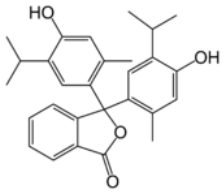
Indicatorii acido-bazici (de pH) sunt, de obicei, acizi sau baze slabe organice care suportă o schimbare sesizabilă a unei proprietăți (în special culoare) în funcție de pH-ul mediului.
Clasificarea indicatorilor acido- bazici se poate face după mai multe criterii: culoare (simpli – unicolori, bicolori sau policolori), turbidimetrici, de adsorbtie, de fluorescență.
Cei mai utilizați sunt indicatorii acido-bazici de culoare:

Fenolftaleina - substanță chimică care se prezintă sub forma de cristale albe (incolore) solubile în alcooli și mai puțin solubilă în apă. Se folosește pentru indicarea punctului de echivalență la titrări acido-bazice. S-a folosit în medicină ca purgativ/laxativ (actualmente nu se mai utilizează datorită potențialului cancerigen) și ca indicator de hemoglobină.



$C_{20}H_{14}O_4$

Timolftaleina este un indicator din clasa coloranților triarilmetanici, cu domeniu de viraj 9,3-10,5 unități de pH.



Turnesol (CAS 1393-92-6) este o pulbere solubilă în apă, conținând pigmenți extrași din licheni, în principal din Roccella tinctoria. Uzual, se adsoarbe pe hârtie de filtru, devenind un indicator pH, folosit pentru a determina caracterul acid sau bazic al diverselor substanțe. Culoarea neutră a hârtiei de turnesol este violetul. Turnesolul albastru a fost mult întrebuințat în Evul Mediu târziu, pentru pictura de manuscris.
Alchimistul spaniol Arnaldus de Villa Nova a folosit turnesolul prima dată în jurul anului 1300 e.n. de.
Se găsește în diferite specii de licheni. Roccella tinctoria (America de Sud), Roccella fuciformis (Angola și Madagascar), Roccella pygmaea (Algeria), Roccella phycopsis, Lecanora tartarea (Norvegia, Suedia), Variolaria dealbata, Ochrolechia parella, Parmotrema tinctorum și Parmelia.).




Parmelia sulcata, CAS 1393-92-6

Indicator	Culoare la pH acid	Interval de viraje (aproximativ)	Culoare la pH bazic
Metil violet	galben	0.0-1.6	violet albastru
Galben de eosină	roşu	0.0-3.0	verde strălucitor
Verde malachit (pH acid - primul interval de virare)	galben	0.2-1.8	albastru-verde
Albastru de timol (pH acid - primul interval de virare)	roşu	1.2-2.8	galben
Galben de metil (soluţie etanolică)	roşu	2.9-4.0	galben
Albastru de bromfenol	galben	3.0-4.6	violet
Roşu Congo	albastru	3.0-5.2	roşu
Metil orange	roşu	3.1-4.4	galben
Metil orange în xilen	violet	3.2-4.2	verde deschis
Verde de bromocrezol	galben	3.8-5.4	albastru
Roşu de metil	roşu	4.2-6.3	galben
Turnesol (Azolitmină)	roşu	4.5-8.3	albastru
Violet de bromcrezol	galben	5.2-6.7	violet
Roşu de bromfenol	galben-portocaliu	5.2-6.8	violet
Albastru de brom-timol	galben	6.0-7.6	albastru
Roşu fenol	galben	6.6-8.0	roşu
Roşu neutral	violet deschis	6.8-8.0	galben-portocaliu
α Naftolftaleina	maro	7.1-8.3	teal
Roşu de crezol	galben	7.2-8.8	violet
Albastru de timol (bază - al 2-lea interval)	galben	8.0-9.6	albstru
Fenolftaleină (Hln)	incolor	8.2-10.0	roz
Timolftaleină	incolor	9.4-10.6	albastru
Albastru alcalin	violet	9.4-14.0	roz
Alizarin Yellow R	galben	10.1-12.0	galben-maroniu
Indigo carmine	albastru	11.4-13.0	galben
Verde malachit (bază - al 2-lea interval de viraj)	albastru-verde	11.5-13.2	incolor



Pentru o măsurare rapidă a pH-ului se folosește gama de culoare

Indicatori naturali de pH

Varza rosie (Brassica oleracea)

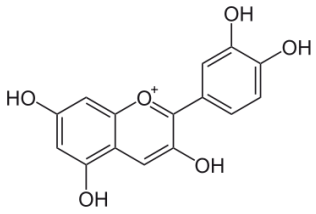
Sucul de varza rosie contine un pigment numit "cyanidin" care poate fi utilizat la monitorizarea pH-ului in solutii. Este de culoare roz in solutii acide (ph ← 7), mov in solutii neutre (ph ~ 7), albastru in solutii alcaline (ph → 7), si incolor in solutii foarte alcaline unde pigmentul este redus complet, dar culoarea depinde și de tipul de acid folosit (anorganic, organic).

Michaelis, Leonor; M. P. Schubert, C. V. Smythe (1 December 1936).

"Studiul Potentiometric al Flavinilor". J. Biol. Chem. 116 (2): 587 – 607.

Cyanidinul este un compus organic natural care se găsește în:

- fructe de padure,
- struguri, afine, mure, coacaze, cirese, merisori, soc, paducel, zmeura.
- mere si prune.
- varza rosie
- ceapa rosie.



cianidin $C_{15}H_{11}O_6$

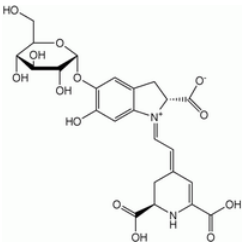
Cea mai mare concentrație de cyanidin se găsește în pielița fructelor.

Ceapa roșie culoarea roșie provine de la anthocyanidin, derivat de cianidin.

Sfecla roșie conține betanina, colorant glicozidic comestibil, Betanina, este un colorant comestibil glycozidic obținut din sfeclă. Ca aditiv alimentar, are numărul E162. Betanina se descompune când este expusă la lumină, căldură sau în prezența oxigenului; prin urmare, este utilizată în produse congelate, produse cu perioadă scurtă de valabilitate sau produse vândute în stare uscată. Betanina poate supraviețui pasteurizării când se află în produse cu un conținut ridicat de zahar. Sensibilitatea ei la oxigen este mare în produse cu un conținut ridicat de apă și/sau cationi de metal (ex: fier sau cupru); antioxidanți precum acidul ascorbic pot încetini procesul. În formă uscată, betanina este stabilă în prezența oxigenului.

Betanina se obține în general din extract de suc de sfecla; concentrația betaninei în sfecla roșie poate ajunge la 300 – 600 mg/kg. Betanina poate fi folosită și la colorarea cărnii și a cârnaților. Cea mai

comună utilizare a betaninei este in colorarea înghețatei și a băuturilor răcoritoare sub formă de praf; alte întrebuințări sunt în anumite produse de cofetărie din zahar, ex: fondante, glazuri de zahăr și umpluturi de zahăr sau de fructe. În bomboanele fabricate la cald, poate fi utilizată dacă este adăugată în partea finală a procesării. Betanina mai este utilizata la fabricarea supelor concentrate.



betanina colorantul alimentar E162



Sarcini de lucru

1. Verificați experimental proprietățile de indicator de pH pentru unele din plantele prezentate anterior.

Pentru realizarea acestui experiment aveți nevoie de:

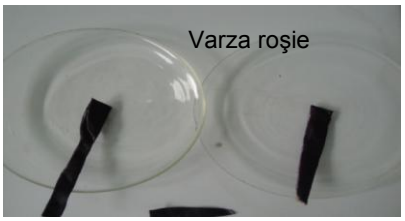
- plante care conțin substanțe capabile sa funcționeze ca indicatori de pH: varza roșie, sfecla roșie, ceapa roșie, loboda roșie, etc;
- soluție NaOH 0,1M (2mL), soluție H_2SO_4 0,1M (2mL);
- 2 pipete (1-2 mL);
- sticle de ceas sau suporturi de sticlă;
- mojar cu pistil;

Mod de lucru:

Din plantele selecționate se taie 2-4 fâșii (aprox 0,5cm x 2cm x 0,2cm) care se zdrobesc ușor în mojar, cu ajutorul pistilului, astfel încât să se distrugă coaja.

Fâșiile astfel pregătite sunt poziționate pe sticle de ceas sau alte suporturi apoi, cu ajutorul pipetelor, se adaugă câteva picături de soluție de NaOH sau H_2SO_4, conform imaginilor următoare.

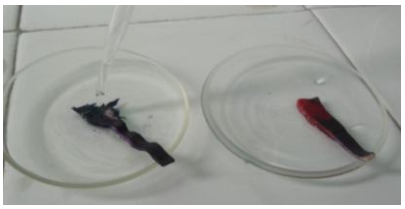
initial

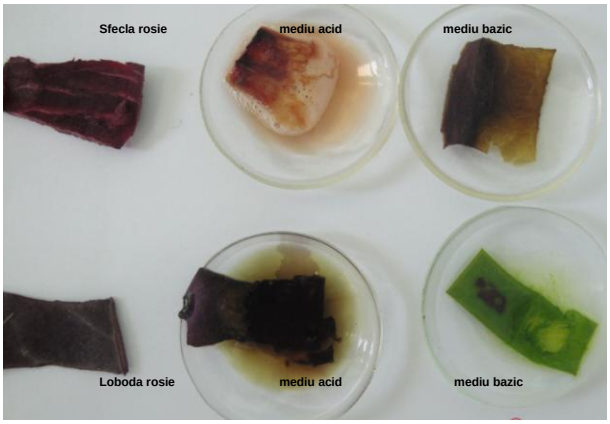


+ H_2SO_4



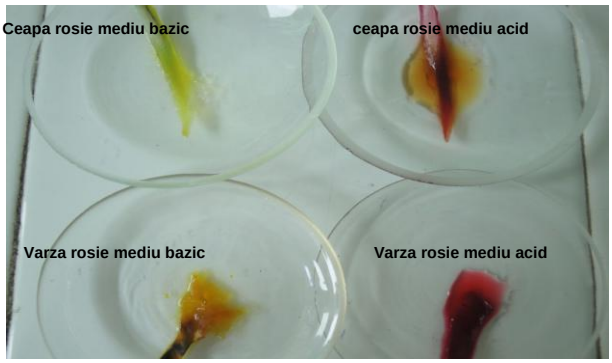
+NaOH





2. Verificați culoarea pe care o are varza roșie în soluții acide și bazice de diferite concentrații.

După 5-7 minute, se obține culoarea finală



Mod de lucru: preparați soluții de NaOH și H_2SO_4 de diferite concentrații corespunzătoare pH: 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, aproximativ 5 mL din fiecare soluție.
Conform experimentului anterior, pregătiți fâșiile de varză roșie peste care adăugați soluții de acid sau bază de concentrație cunoscută. Notați rezultatele obținute.

Atenție! Protecția personală
Pentru a evita producerea de arsuri ca și distrugerea hainelor prin stropire cu H_2SO_4, sau NaOH, este obligatorie folosirea halatului și a mănușilor de cauciuc. Este obligatorie acoperirea părului și purtarea hainelor încheiate.

Primul ajutor în caz de intoxicări

Preventiv: aerisirea foarte bună a laboratorului, folosirea nișei ori de cate ori este nevoie.
În cazul intoxicării cu substanțe chimice accidentatul va fi scos din mediul toxic
Intoxicare cu NaOH,: se administrează soluție de acid acetic 1% și se înghit bucățele de gheață, se provoacă vomitări, se dă ulei vegetal, lapte, albuș de ou. *Intoxicare cu* H_2SO_4: se bea soluție diluată de $NaHCO_3$ se înghit bucățele de gheață, se contactează medicul.

3. Căutați și alte plante sau materiale care pot funcționa ca indicatori de pH.
4. Descrieți un experiment prin care să verificați umiditatea atmosferică folosind sulfatul de cupru.

5. Realizați o clasificare a senzorilor pe care îi întâlniți în jurul vostru.
6. Imaginați senzori pentru detectarea .... intenției profesorului de a da un test!

Resurse web suplimentare
http://www.sensorsportal.com/HTML/Sensor.htm
www.technical-textiles.net/sample_journals/Smart_sample.pdf
http://en.wikipedia.org/wiki/Sensor
http://www.rpi.edu/dept/chem-eng/Biotech-Environ/BIOSEN/biosen.htm
http://www.analog.com/en/sensors/inertial-sensors/adxl213/products/product.html
Resurse
Cărți și articole de istoria științei

5. ACTIVITĂȚI DE PREDARE-ÎNVĂȚARE RECOMANDATE

De exemplu, elementul chimic AUR poate fi studiat la **chimie** (obținere, proprietăți fizice și chimice, combinații formate, utilizări), la **fizică** (proprietăți electrice – capacitatea de a conduce curentul electric), la **geografie** (distribuția acestui element în scoarța terestră, zăcăminte și exploatări etc), la **istorie** (marile migrații după aur), la **biologie** (aurul ca medicament) etc.

Elevii vor participa la discuții deschise și dezbateri pe echipe, vor realiza proiecte care vor fi analizate/ apreciate în concursuri.

Recomandări pentru realizarea proiectului

Prezentarea unor exemple de tehnologii sugerate în mitologie sau literatura SF mai veche și care acum au fost inventate/ redescoperite și utilizate.

Metode – procedee recomandate pe tot parcursul proiectului.

Brainstormingul, observarea, experimentul, dezbaterea.