

QUALITATIVE ANALYSIS OF CATIONS-A SYSTEMATIC APPROACH

VOLTAMMETRY OF CATIONS

Rubin Gulaboski

Faculty of Medical Sciences, Goce Delcev University, Stip

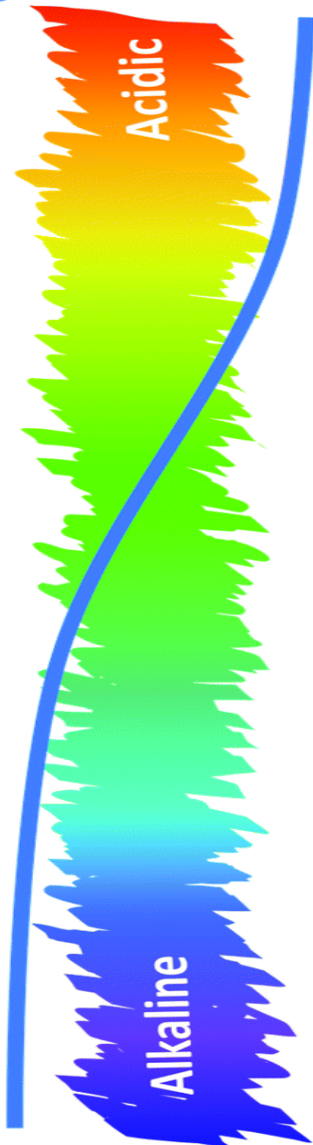
MACEDONIA



Speciation

% M^{n+}

0 100



Acidic

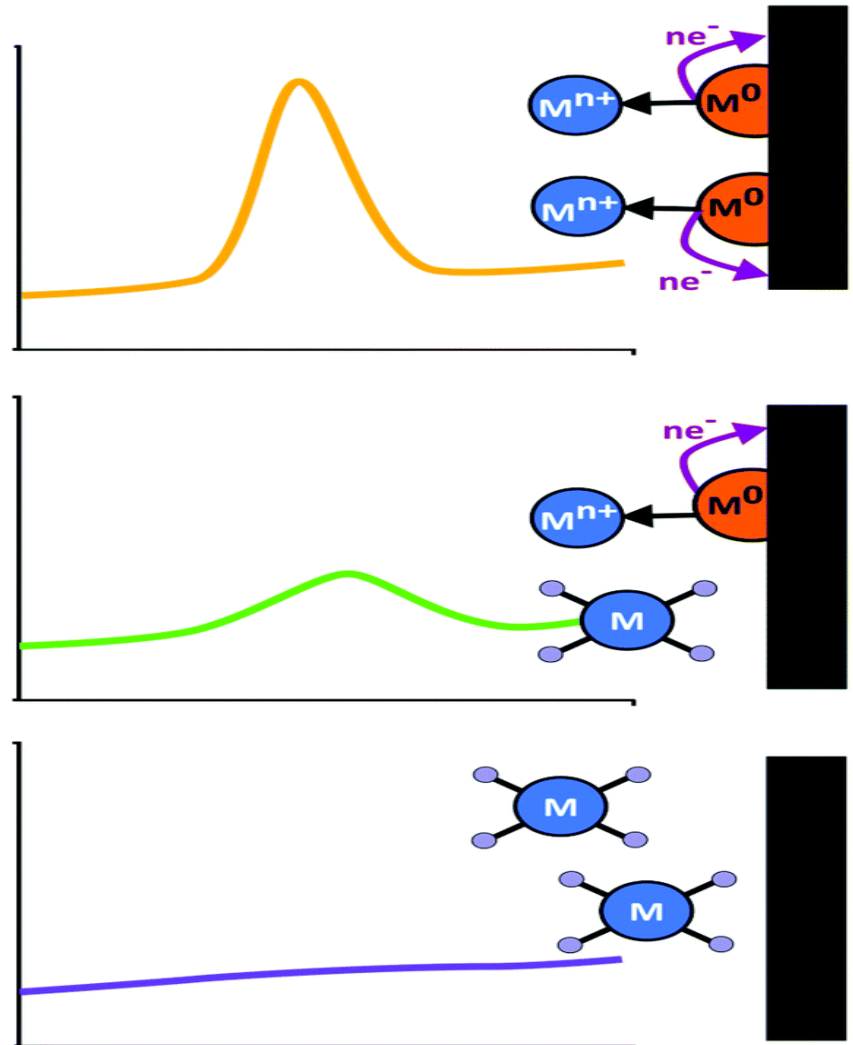
Alkaline

Current

Current

Current

Potential



M^{n+}

M^0

ne^-

M^{n+}

M^0

ne^-

M^{n+}

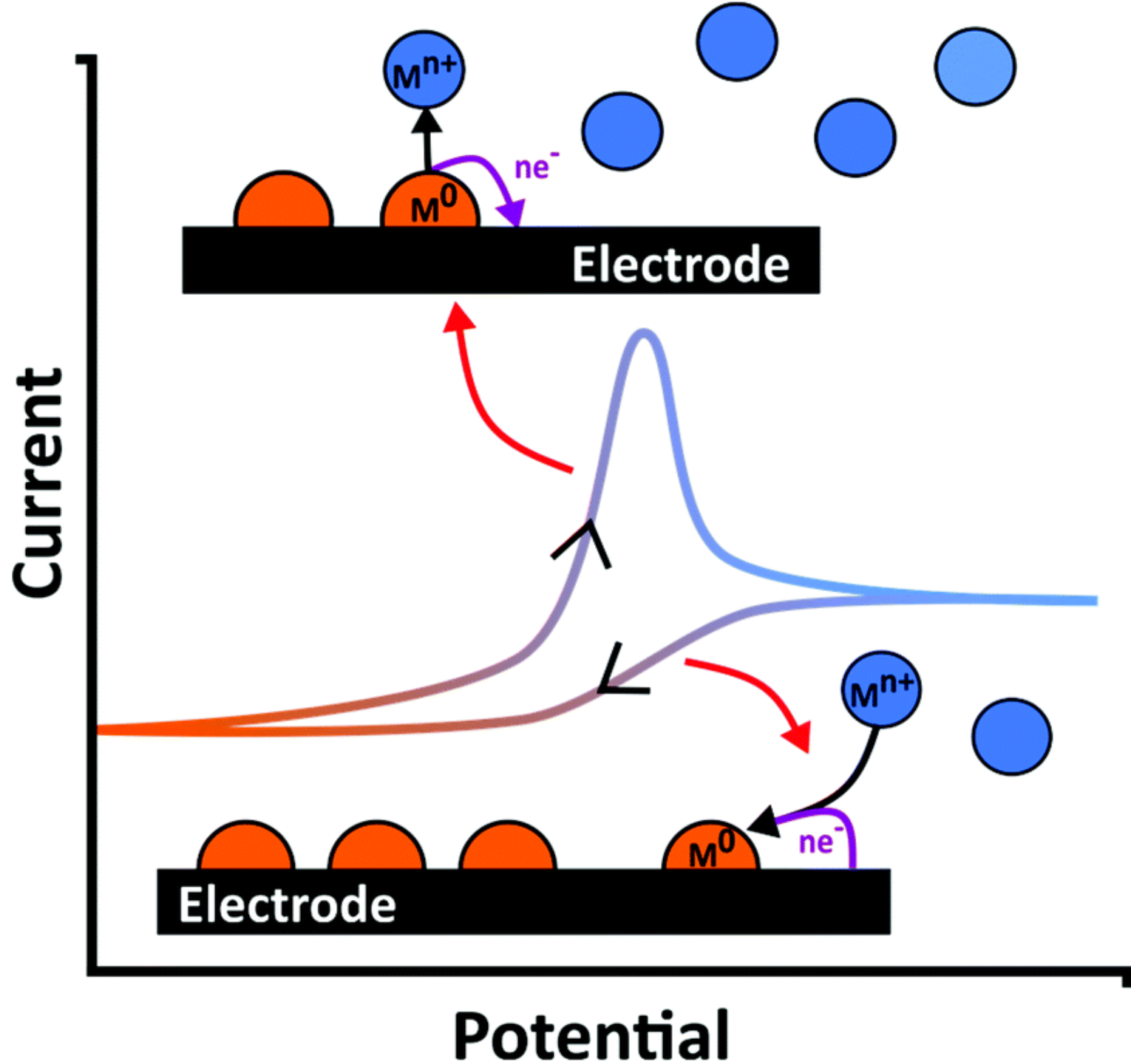
M^0

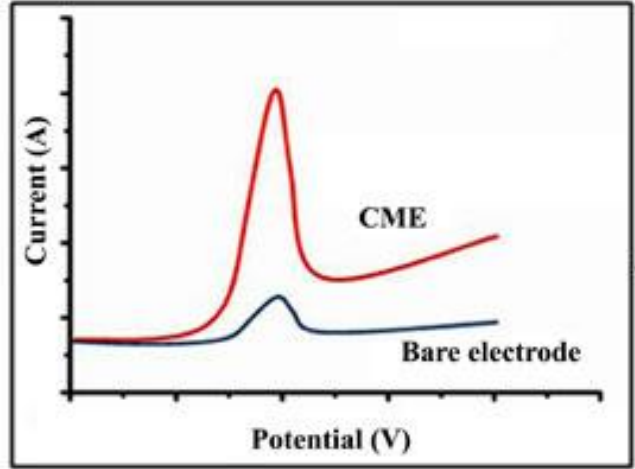
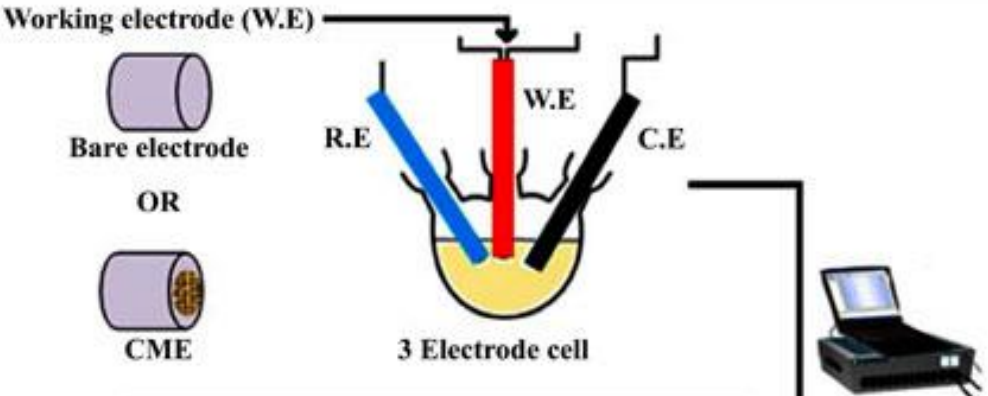
ne^-

M

M

M

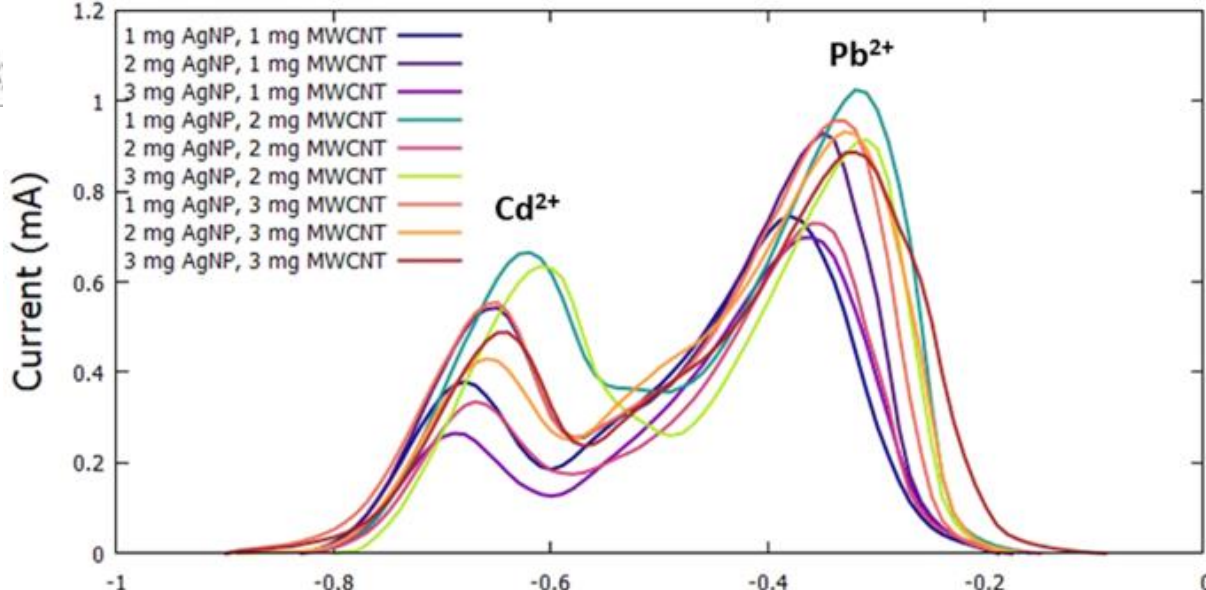




Voltammetric response of chemically modified electrode CME

Why Qualitative Analysis of Cations Is important?

- Many cations are responsible for proper Functioning of living systems
- Cations of some transient metals act as Co-factors in many enzymes
- many cations of transient metals are TOXIC
- food products and water quality relies on presence./absence of many cations



Голем број на катјони и анјони се неопходни за правилно функционирање на клетките (K^+ Na^+ Cl^-)

-преку концентрацијата голем број на катјони и анјони може да се утврдат патолошки состојби-преку Ca^{2+} , Na^+ , K^+ ...

-Голем број од овие катјони и анјони имаат примена во синтеза на лекови,

-При анализа на крв се анализираат катјони и анјони...

Голем дел катјони и се применуваат како суплементи...Јод, железо, бакар..

-голем број влегуваат во состав на ензимите и како Микроелементи се неопходни да ги примаме (железо, бакар, јод, молибден,)

-Некои се со антибактерицидни својства

-некои се оксидациски својства потребни во фармација

Манган, јод

-ОГРОМЕН БРОЈ СЕ ТОКСИЧНИ!!!Олово, Жива, Арсен, антимоно!!!!!!!!!!!!

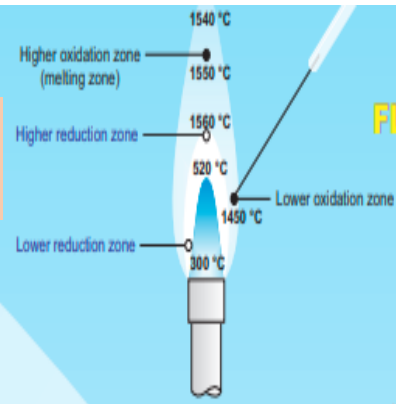
...НО ПОТРЕБНА Е АНАЛИЗА и на катјони и анјони во ВОДА

Во броматолошките анализи во секоја лабораторија

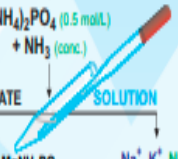
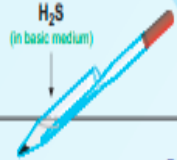
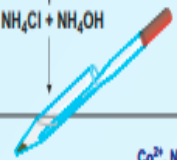
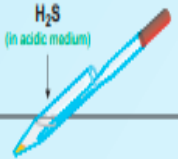
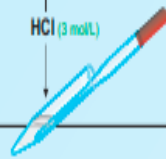
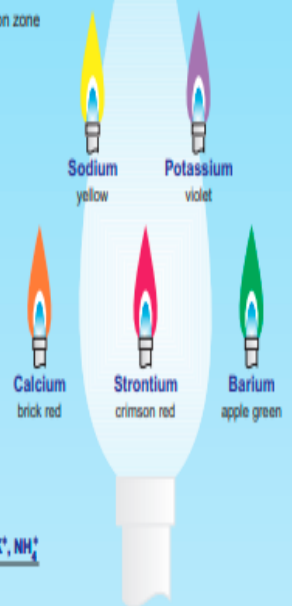
Шема за Систематско раздвојување И детекција на катјоните

$Pb^{2+}, Ag^+, Hg_2^{2+}, Hg^{2+}, Bi^{3+}, Cu^{2+}, Cd^{2+}, As^{3+}, As^{5+}, Sb^{3+}, Sb^{5+}, Sn^{2+}, Sn^{4+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Cr^{3+}, Al^{3+}, Co^{2+}, Ni^{2+}, Mn^{2+}, Zn^{2+}, Ba^{2+}, Sr^{2+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+, NH_4^+$

Nessler's reagent
 $HgO \cdot Hg(NH_2)_2$
yellow to brown ppt.



FLAME COLORING



PRECIPITATE
 $PbCl_2$ white ppt.
 $AgCl$ white ppt.
 Hg_2Cl_2 white ppt.

H_2O (100 °C)

$AgCl$ white ppt.
 Hg_2Cl_2 white ppt.

NH_3 (conc.)

$Hg_2^{2+}, Hg^{2+}, Pb^{2+}$
black precipitate
 $Ag(NH_2)_2^+$
 $PbCrO_4$ yellow precipitate

HNO_3 (conc.)
 $AgCl$ white precipitate

$Hg^{2+}, Bi^{3+}, Cu^{2+}, Cd^{2+}, As^{3+}, As^{5+}, Sb^{3+}, Sb^{5+}, Sn^{2+}, Sn^{4+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Cr^{3+}, Al^{3+}, Co^{2+}, Ni^{2+}, Mn^{2+}, Zn^{2+}, Ba^{2+}, Sr^{2+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+, NH_4^+$

PRECIPITATE
 HgS black ppt.
 Bi_2S_3 brown ppt.
 CuS black ppt.
 CdS yellow ppt.
 As_2S_3 yellow ppt.
 As_2S_5 yellow ppt.
 Sb_2S_3 orange ppt.
 Sb_2S_5 orange ppt.
 SnS brown ppt.
 SnS_2 yellow ppt.

KOH (3 mol/L)

II a subgroup
 HgS black ppt.
 Bi_2S_3 brown ppt.
 CuS black ppt.
 CdS yellow ppt.

HNO_3 (3 mol/L)

$Hg(NO_3)_2 \cdot 2HgS$ black ppt.
 $Bi^{3+}, Cu^{2+}, Cd^{2+}$

$HNO_3 + HCl$ (1:3)
 $SnCl_2$

$Hg_2Cl_2 + Hg^+$ grey precipitate
 $Bi(OH)_3$ white ppt.
 SnO_2^{2-}

Bi brown precipitate

II b subgroup
 $As_2S_3, As_2O_3, SnS_2, SnO_2^{2-}, Sb_2S_3, SbO_2$

HCl (6 mol/L)

As_2S_3 yellow ppt.
 As_2S_5 yellow ppt.
 SnS brown ppt.
 SnS_2 yellow ppt.
 Sb_2S_3 orange ppt.
 Sb_2S_5 orange ppt.

HCl (conc.)

As_2S_3 yellow ppt.
 As_2S_5 yellow ppt.
 Sb^{3+}, Sn^{4+}

$NaNO_2 + \text{rhodamine B}$ pinkish-red coloration
 $HCl + HgCl_2$ grey ppt. Hg_2O_2
 Sn^{4+}
 Ag_3AsO_4 chocolate brown ppt.

SOLUTION
 $Fe^{2+}, Fe^{3+}, Cr^{3+}, Al^{3+}, Co^{2+}, Ni^{2+}, Mn^{2+}, Zn^{2+}, Ba^{2+}, Sr^{2+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+, NH_4^+$

PRECIPITATE
 $Fe(OH)_2$ brown ppt.
 $Cr(OH)_3$ grey-green ppt.
 $Al(OH)_3$ white ppt.

$NaOH$ (6 mol/L) + H_2O_2 (3 %)

$Fe(OH)_3$ brown ppt.
 $CrO_4^{2-}, Al(OH)_4^-$

HNO_3 (6 mol/L) + H_2O_2 (3 %)
 NH_4SCN
 $PbCrO_4$ yellow precipitate
 $Al(OH)_3$ white precipitate

$Fe(BF_4)_3$ black coloration

$NH_4Cl + NH_4OH$

PRECIPITATE
 $Fe(OH)_2$ brown ppt.
 $Cr(OH)_3$ grey-green ppt.
 $Al(OH)_3$ white ppt.

$NaOH$ (6 mol/L) + H_2O_2 (3 %)

$Fe(OH)_3$ brown ppt.
 $CrO_4^{2-}, Al(OH)_4^-$

HNO_3 (6 mol/L) + H_2O_2 (3 %)
 NH_4SCN
 $PbCrO_4$ yellow precipitate
 $Al(OH)_3$ white precipitate

$Fe(BF_4)_3$ black coloration

SOLUTION
 $Co^{2+}, Ni^{2+}, Mn^{2+}, Zn^{2+}, Ba^{2+}, Sr^{2+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+, NH_4^+$

H_2S (in basic medium)

PRECIPITATE
 CoS black ppt.
 NiS black ppt.
 MnS pink ppt.
 ZnS white ppt.

HCl (0.5 mol/L)

CoS black ppt.
 NiS black ppt.
 Mn^{2+}, Zn^{2+}

$NaOH$ (6 mol/L) + H_2O_2 (3 %)
 MnO_2 brown ppt.
 $Zn(OH)_2$

SOLUTION
 $Ba^{2+}, Sr^{2+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+, NH_4^+$

$(NH_4)_2PO_4$ (0.5 mol/L) + NH_3 (conc.)

PRECIPITATE
 $Ba_3(PO_4)_2$ white ppt.
 $Sr_3(PO_4)_2$ white ppt.
 $Ca_3(PO_4)_2$ white ppt.
 $MgNH_4PO_4$ white ppt.

CH_3COOH (conc.)
 K_2CrO_4
 $BaCrO_4$ yellow precipitate
 $Sr^{2+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}$

$Na^+, K^+, NH_4^+ \dots$
 Zn -uranyl acetate
 $Na_2Co(NO_3)_6$ yellow precipitate
 Na -uranyl acetate
pale yellow precipitate
 $K_2Co(NO_3)_6$ yellow precipitate

Determined in the original solution

**ЗА 10 поени...КОЈ САКА, нека се пријави да направи од претходната слика
СИСТЕМАТИЗАЦИЈА НА КАТЈОНИТЕ ВО ВИД НА ШЕМА на МКД за
КВАЛИТАТИВНИ АНАЛИТИЧКИ МЕТОДИ ЗА СЕПАРАЦИЈА И ОПРЕДЕЛУВАЊЕ,
СПОРЕД ШЕМАТА ШТО Е ПРИКАЖАНА**

**...Шемата е на англиски, а помош имате во следните слајдови
што се во ова предавање.....**

НЕКОИ ДЕФИНИЦИИ ВО КВАЛИТАТИВНА АНАЛИТИЧКА ХЕМИЈА

----АНАЛИТ---е супстанцата или ЈОН што се анализира

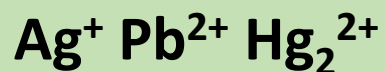
-----ГРУПЕН РЕАГЕНС-----е СУПСТАНЦА СО КОЈА ШТО РЕАГИРААТ СИТЕ КАТЈОНИ од Дадена АНАЛИТИЧКА ГРУПА и формираат талози со дадена боја

-----Специфични реакции-----се ХЕМИСКИ РЕАКЦИИ ПРЕКУ КОИ даден катјон Реагира СПЕЦИФИЧНО и може да се разликува од другите катјони во Таа аналитичка група

I Аналитичка група КАТЈОНИ

ГРУПЕН РЕАГЕНС-НСI-хлороводородна киселина

Катјони во оваа група се



Солите на Хлороводородната киселина НСI се нарекуваат ХЛОРИДИ

ОВИЕ КАТЈОНИ се ЕДИНСТВЕНИ КАТЈОНИ ШТО ГРАДАТ ТЕШКО
РАСТВОРЛИВИ ХЛОРИДНИ ТАЛОЗИ СИТЕ СО БЕЛА БОЈА
со групниот реагенс НСI



SILVER BULLET

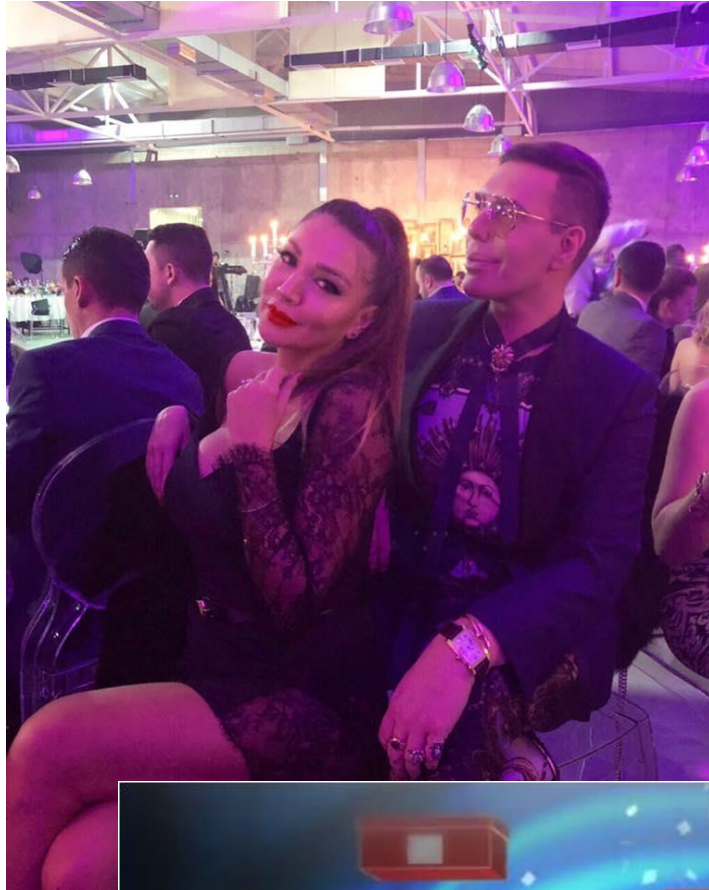


VAMPIRE CERTIFIED



СРЕБРО---L Argent-Пари се користи главно за...ПОДМИТУВАЊЕ







Сребро од дамнешни времиња како антибиотик ---случајно откриен

Silver Uses

SILVER COINS




In ancient times, food and drink was stored in containers lined with silver to keep them fresh, due to its antimicrobial properties. Ship captains dropped silver coins in water buckets to keep them fresh.




Spoiled food would turn silver black due to high sulfur content, which is why silverware is still used for eating in many cultures.






SILVER POWDER



Silver powders and tinctures were applied to wounds to prevent sepsis.

TODAY USE OF SILVER



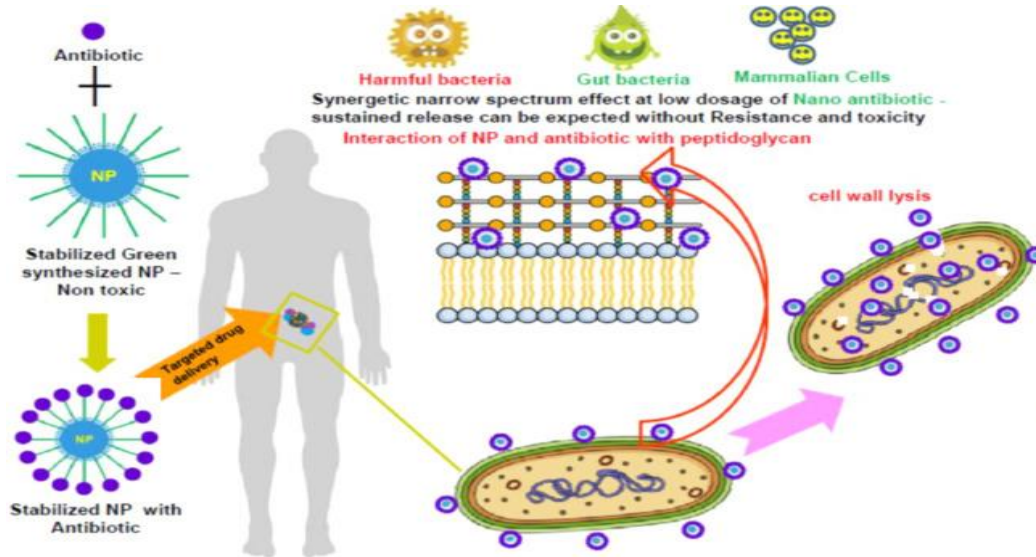
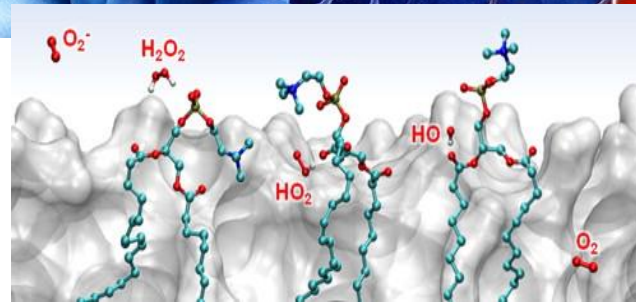
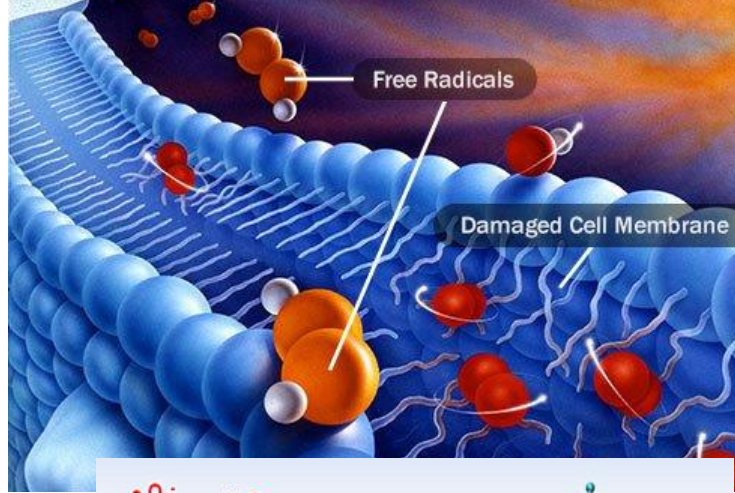
- Photography 
- Jewellery 
- Electronics 
- Other 
- Coins 

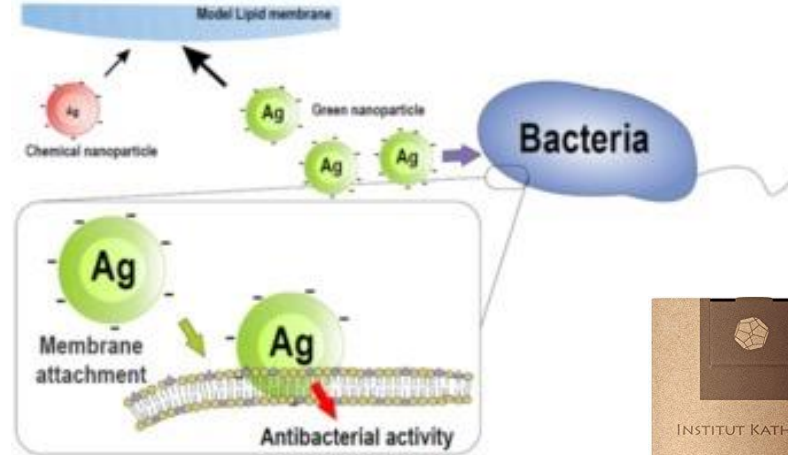
Today silver is used mostly in electronics, for coins, and medals. There are many other uses of silver, such as for medicinal uses, solar panels, photography, and jewelry.





**ПИЕЊЕТО ВОДА ОД СРЕБРЕНИ САДОВИ НОСЕЛО
ЗАЈАКНАТ ИМУНИТЕТ КАЈ СТАРИТЕ НАРОДИ**



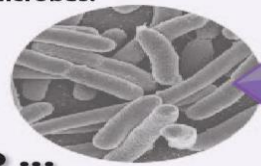


Фармацевтска
Апликација
СРЕБРО

-антибиотско
дејство

How Ionic Colloidal Silver Works

The silver particles in Ionic Colloidal Silver work to inhibit the energy production and stop replication of microbes.

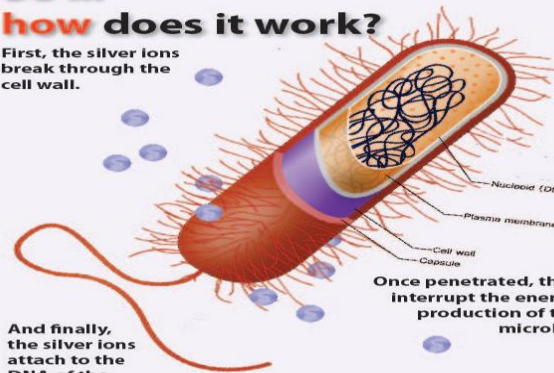


What is a microbe?

A microbe is a microorganism that causes disease. Other names for microbes are virus, germ, and bacterium.

So ...
how does it work?

First, the silver ions break through the cell wall.

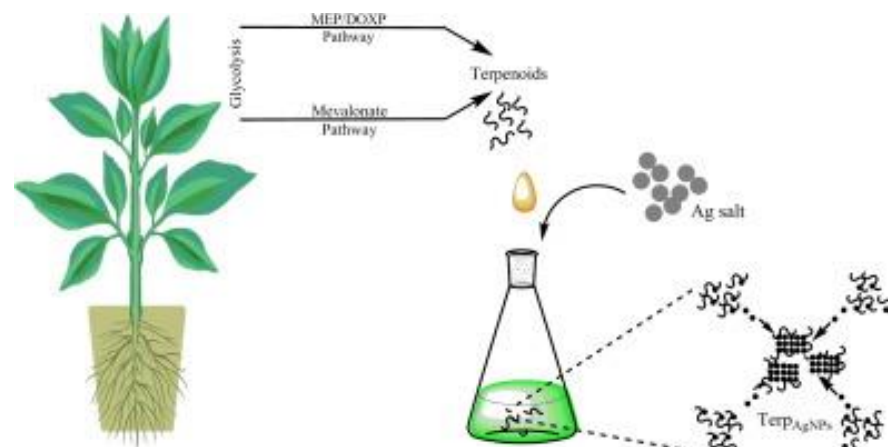
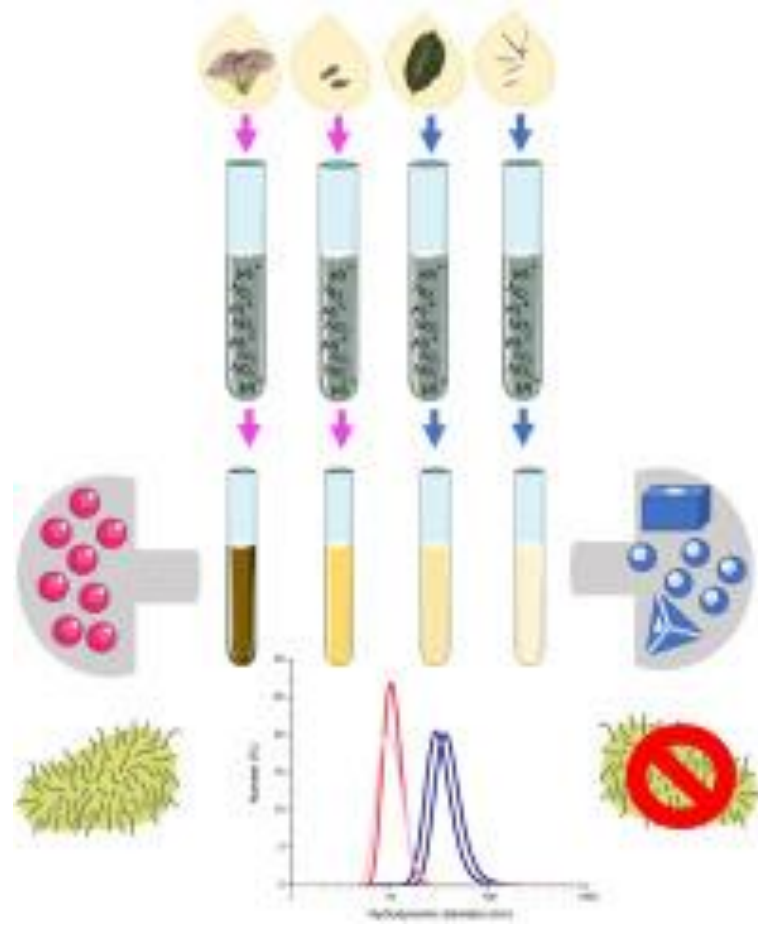


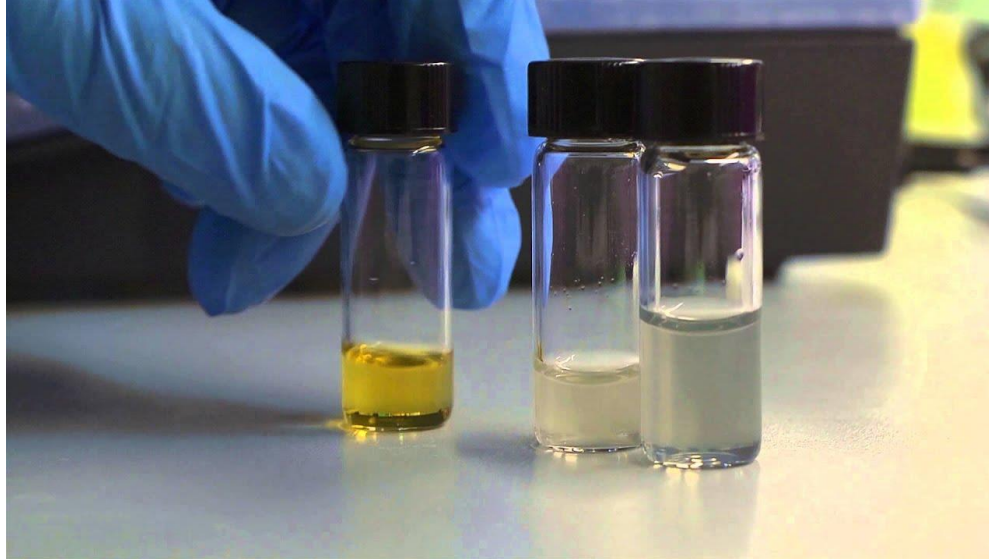
Once penetrated, they interrupt the energy production of the microbe.

And finally, the silver ions attach to the DNA of the microbe and stop cell replication.

This is why Ionic Colloidal Silver is so effective





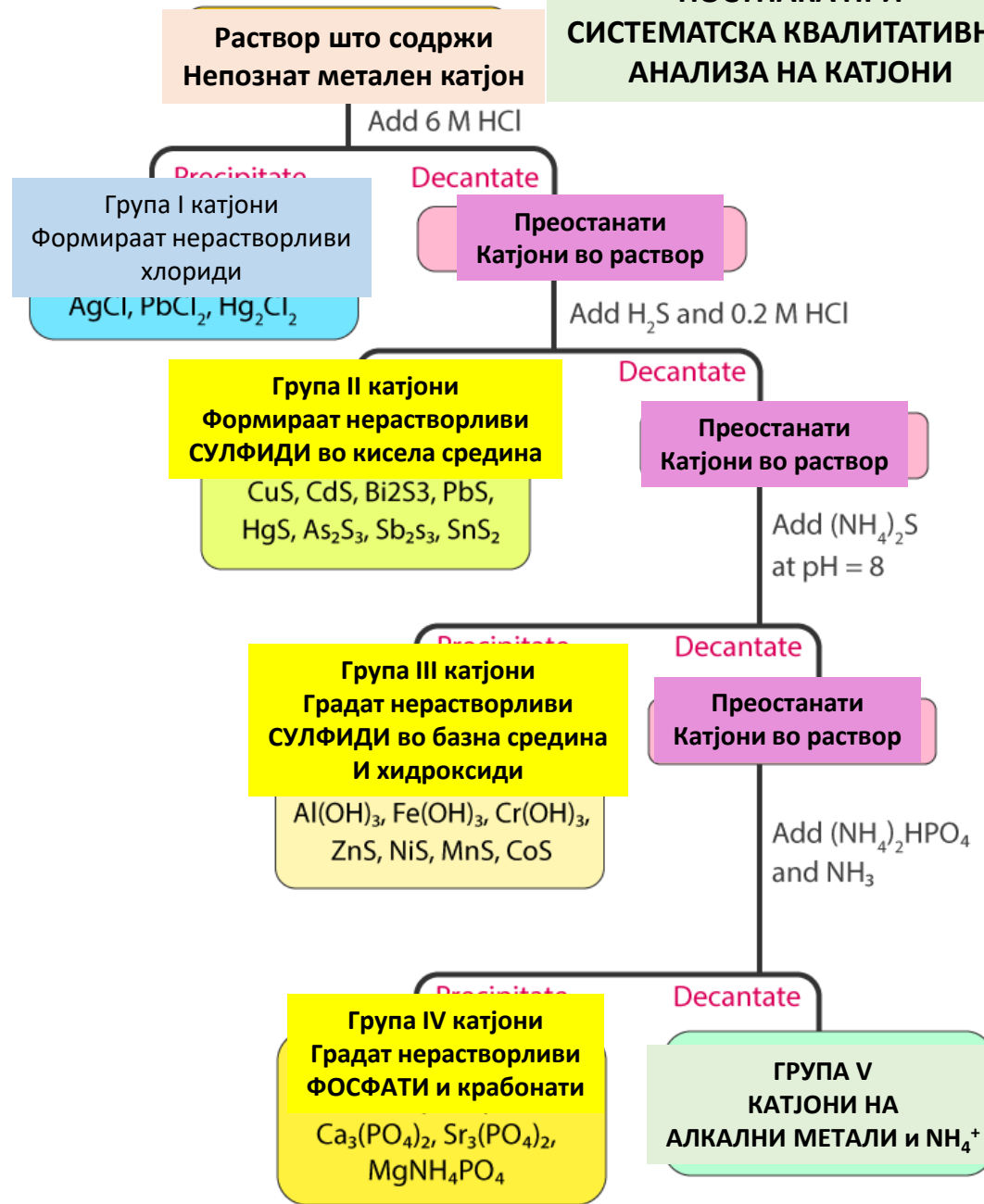


НАНО-КОЛОИДНО СРЕБРО-ТРЕНД ВО ФАРМАЦИЈА И ИНДУСТРИЈА
За СИНТЕЗА НА ЛЕКОВИ

...МЕЃУТОА, во последно време се поголем е бројот на
Реферирани ТОКСИЧНИ ЕФЕКТИ на КОЛОИДНОТО СРЕБРО
ARGYRIA-болест од колоидно сребро...ензимска деактивација



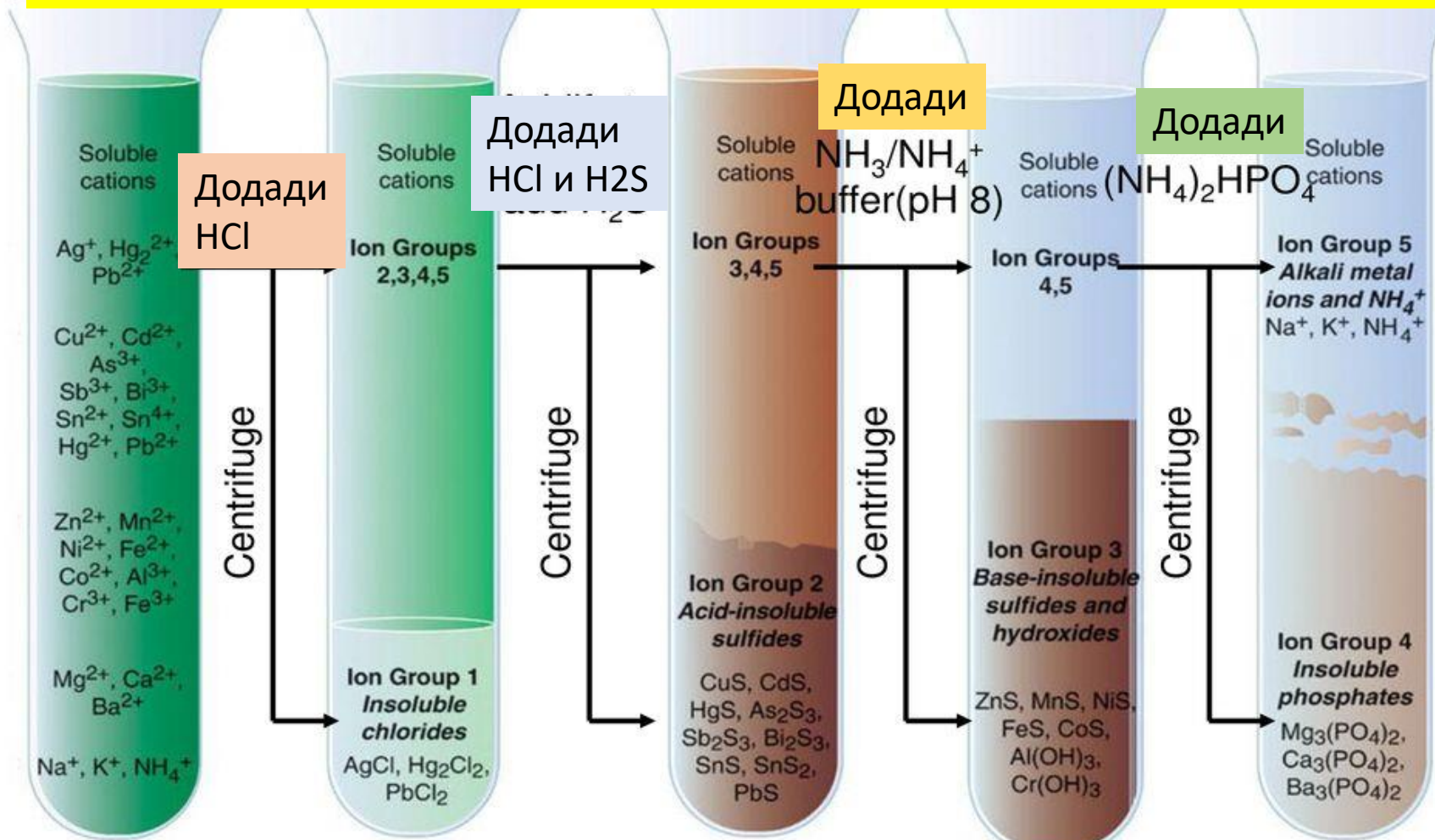
ПОСТПАКА ПРИ СИСТЕМАТСКА КВАЛИТАТИВНА АНАЛИЗА НА КАТЈОНИ



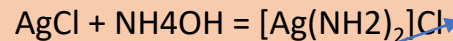
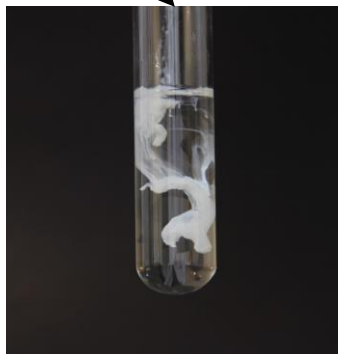
Класификација на катјоните при КВАЛИТАТИВНА СИСТЕМАТСКА АНАЛИЗА

ГРУПА	КАТЈОНИ	ГРУПЕН РЕАГЕНС	Талог на катјон со анјон од групен реагенс
I	Ag^+ , Hg_2^{2+} , Pb^{2+}	Разредена HCl	AgCl , Hg_2Cl_2 , PbCl_2
II-A	Hg^{2+} , Pb^{2+} , Bi^{3+} Cu^{2+} , Cd^{2+}	H_2S in 0.25 M HCl	HgS , PbS , Bi_2S_3 , CuS , CdS ,
II-B	AsO_4^{3-} , Sb^{3+} , Sn^{4+}		As_2S_3 , Sb_2S_3 , SnS_2
III	Cr^{3+} , Al^{3+} , Fe^{3+}	$(\text{NH}_4)_2\text{S}$ – Амониум сулфид	$\text{Cr}(\text{OH})_3$, $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$
IV	Mn^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+}	За катјони од III и IV група	MnS , ZnS , NiS , CoS
V	Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+}	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ – Амониум karbonat (или Амониум фосфат)	$\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2$ $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, MgNH_4PO_4
VI	Na^+ , K^+ , NH_4^+	Нема	Група на растворливи КАТЈОНИ

ШЕМА ЗА РАЗДВОЈУВАЊЕ НА КАТЈОНИТЕ КВАЛИТАТИВНА СИСТЕМАТСКА АНАЛИЗА



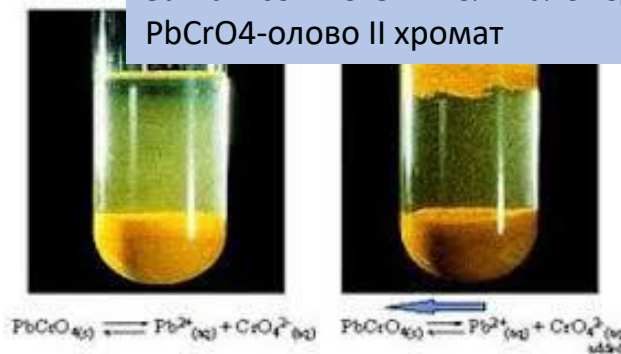
Реакции со групен реагенс



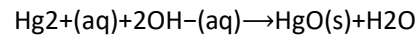
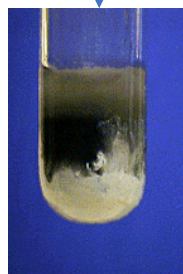
Се раствора
Белиот талог



Специфична реакција
За Pb II со K2CrO4=жолт талог од
PbCrO4-олово II хромат



Црн талог



Специфична реакција
За жива I со NaOH-
жолт талог од HgOH

II Аналитичка група КАТЈОНИ

ГРУПЕН РЕАГЕНС- H_2S –сулфурводородна киселина

Катјони во оваа група КОИ ГРАДАТ ТЕШКО РАСТВОРЛИВИ СУЛФИДИ
со групниот реагенс се



ПОДгрупа на Арсен



Арсен III сулфид-
жолт талог



Арсен V сулфид-
жолт талог



Антимон III сулфид-
Портокалов талог



Антимон V сулфид-
Портокалов талог



Калај IV сулфид-
жолт талог



Калај II сулфид-
кафеав талог

ПОДгрупа на бакар



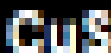
Олово II сулфид-
црн талог



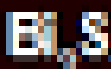
жива II сулфид-
црн талог



Кадмиум II сулфид-
жолт талог



Бакар II сулфид-
црн талог



Бизмут III сулфид-
црн талог

Еве како изгледаат талозите од Олово II сулфид PbS , бизмут III сулфид Bi_2S_3 и кадмиум II сулфид CdS . Тешко е да се препознаат олово сулфид и бизмут III сулфид и затоа требаат СПЕЦИФИЧНИ РЕАКЦИИ за Докажување на овие јони....а кога сите се во смеса талогот на Нивните сулфиди изгледа зеленикав како на последна слика



PbS



Bi_2S_3



CdS

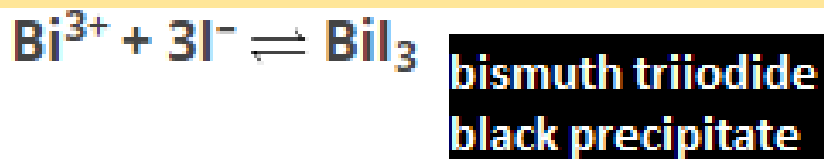


$PbS + Bi_2S_3 + CdS$

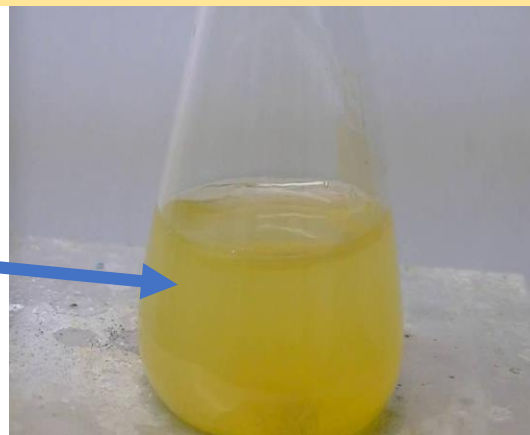
Специфична Реакција за докажување на Pb^{2+} јони е со реагенс K_2CrO_4 т.е. Калиум хромат



Специфична реакција за докажување на Bi^{3+} ---со реагенс калиум јодид KI,
Се добива талог од BiI_3 со црна боја кој потоа во вишок на јодиди I^- се раставара
И дава портокалов комплекс



tetraiodo bismuthate
orange-red soluble
complex



Cadmium reactions through group 2 analysis

Precipitation as sulfide:



Solubilization through HNO_3 :



Aminocomplex formation:



tetraamine cadmium
soluble complex



Реакција за докажување на Cd^{2+} јони
со реагенс H_2S т.е. сулфурводород



Кадмиум II сулфид

со жолто-портокалова боја што
Се раствора во азотна киселина
 HNO_3

Еве како изгледаат талозите од арсен III сулфид As_2S_3 ,
Антимон III сулфид Sb_2S_3

Тешко е да се препознаат и затоа требаат СПЕЦИФИЧНИ РЕАКЦИИ за
Докажување на овие јони



As_2S_3



Sb_2S_3

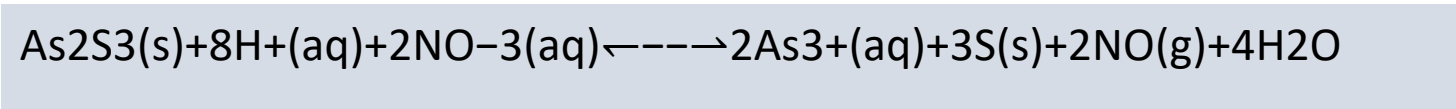


$\text{As}_2\text{S}_3 + \text{Sb}_2\text{S}_3$

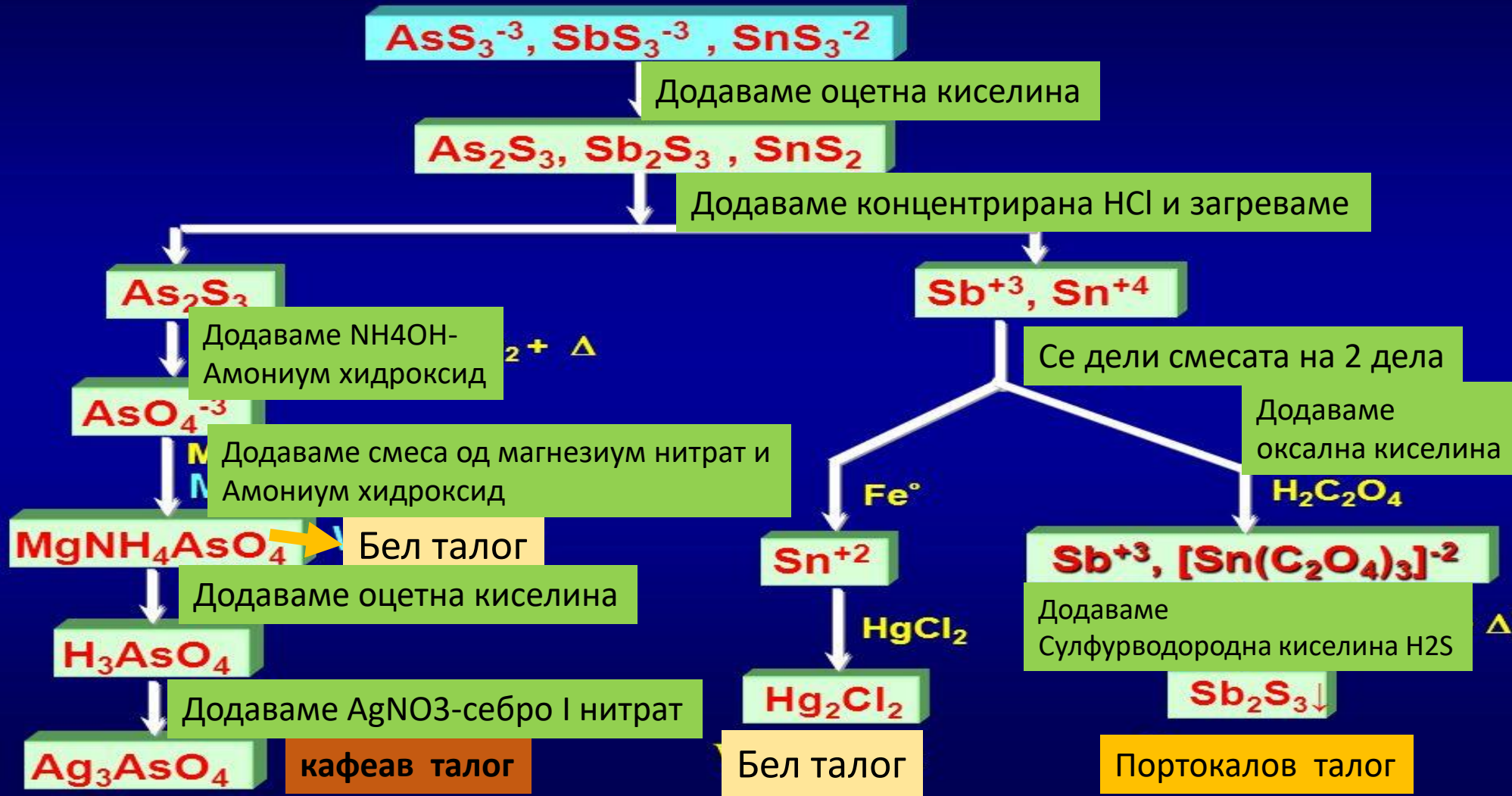
Еве како изгледаат талозите од арсен III сулфид As_2S_3 ,
Антимон III сулфид Sb_2S_3 ...и калај II сулфид SnS
Тешко е да се препознаат и затоа требаат СПЕЦИФИЧНИ РЕАКЦИИ за
Докажување и на овие јони



Специфична реакција за As III сулфид, ако кон портокаловиот талог се додаде азотна киселина HNO₃, талогот As III сулфид ќе се раствори. Тоа е идентификација на овој арсен 3+ јон. Равенката



Анализа на катјоните од II-B подгрупа-после додавање на H₂S-се формираат сулфиди



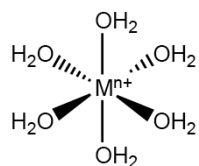
ТРЕТА АНАЛИТИЧКА ГРУПА НА КАТЈОНИ

-----ГРУПЕН РЕАГЕНС е амониум сулфид $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ -----

Во оваа група спаѓаат катјоните на Al^{3+} ; Cr^{3+} ; Fe^{3+} ; Mn^{2+} ; Ni^{2+} ; Zn^{2+} , Co^{2+}

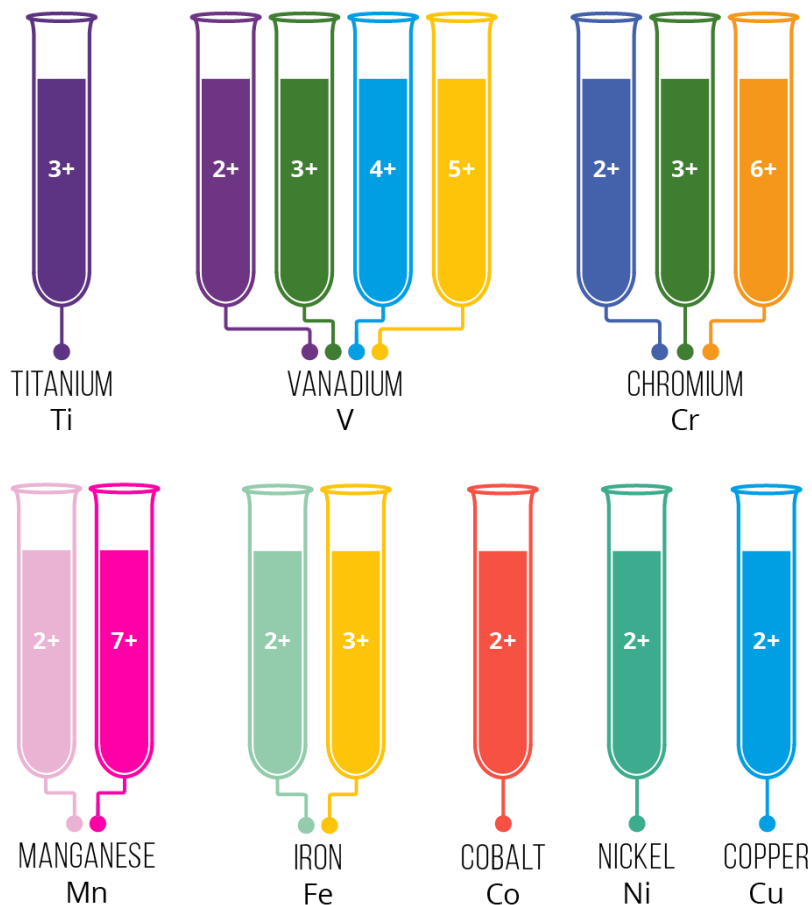
TRANSITION METAL ION COLOURS

Transition metals form coloured compounds and complexes. These colours can vary depending on the charge on the metal ion, and the number and type of groups of atoms (called ligands) attached to the metal ion. In aqueous solutions, the ions form complexes with the colours shown to the right.



HYDRATED TRANSITION METAL ION

Electrons are arranged around the nucleus of the metal atom in orbitals. Transition metals, unlike other metals, have partially filled d orbitals, which can hold up to 10 electrons. When ligands are present, some d orbitals become higher in energy than before, and some become lower. Electrons can then move between these higher and lower d orbitals by absorbing a photon of light. This absorption of light affects the perceived colour of the compound or complex. The wavelength of the light absorbed is affected by the size of the energy gap between the d orbitals, which is in turn affected by the type of ligand and the charge on the metal ion.



aluminum hydroxyde
flaky white precipitate



chromium (III) hydroxyde
blue-green precipitate

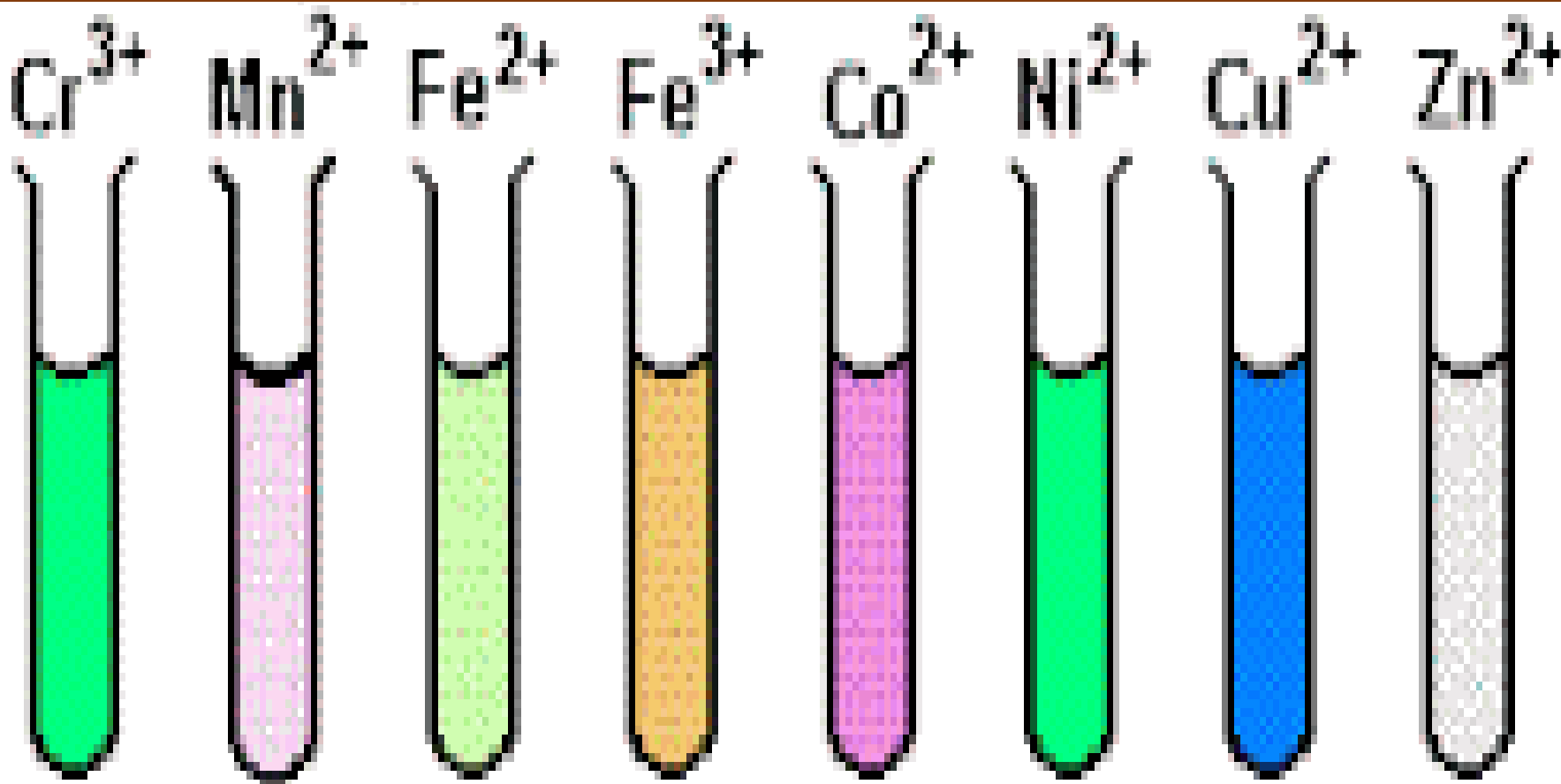


iron hydroxyde (III)
rust-red precipitate



manganese hydroxyde (II)
white-pink precipitate

ОБОЕНОСТ на ВОДЕНИ РАСТВОРИ НА ЈОНИТЕ ОД ТРЕТА АНАЛИТИЧКА ГРУПА
----според БОИТЕ може да се препознаат овие катјони (ако имаме искуство)----



**ОБОЕНОСТ на ВОДЕНИ РАСТВОРИ НА ЈОНИТЕ ОД ТРЕТА АНАЛИТИЧКА ГРУПА
----според БОИТЕ може да се препознаат овие катјони (ако имаме искуство)----**



Chromium III aq



Chromate aq



Dichromate aq



Manganate aq



Permanganate aq



Iron II aq



Iron III aq



Cobalt II aq

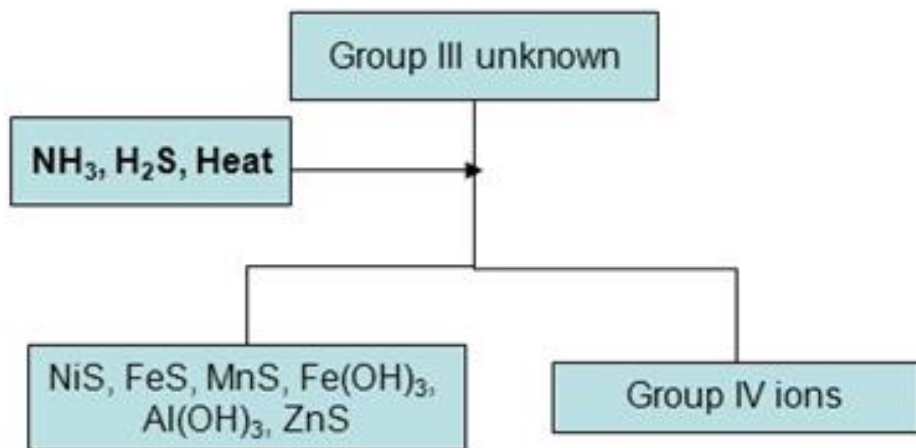


Copper II aq



Nickel II aq

РЕАКЦИИ НА КАТЈОНИТЕ ОД ТРЕТА АНАЛИТИЧКА ГРУПА СО ГРУПЕН РЕАГЕНС-(NH₄)₂S ЗА ТРЕТАТА АНАЛИТИЧКА ГРУПА



При додавање на групен реагенс

Амониум сулфид

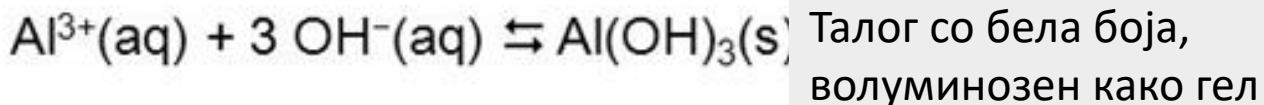
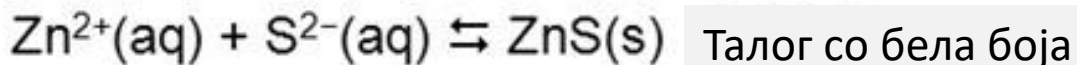
Се добиваат или сулфиди

Или хидроксици на катјоните

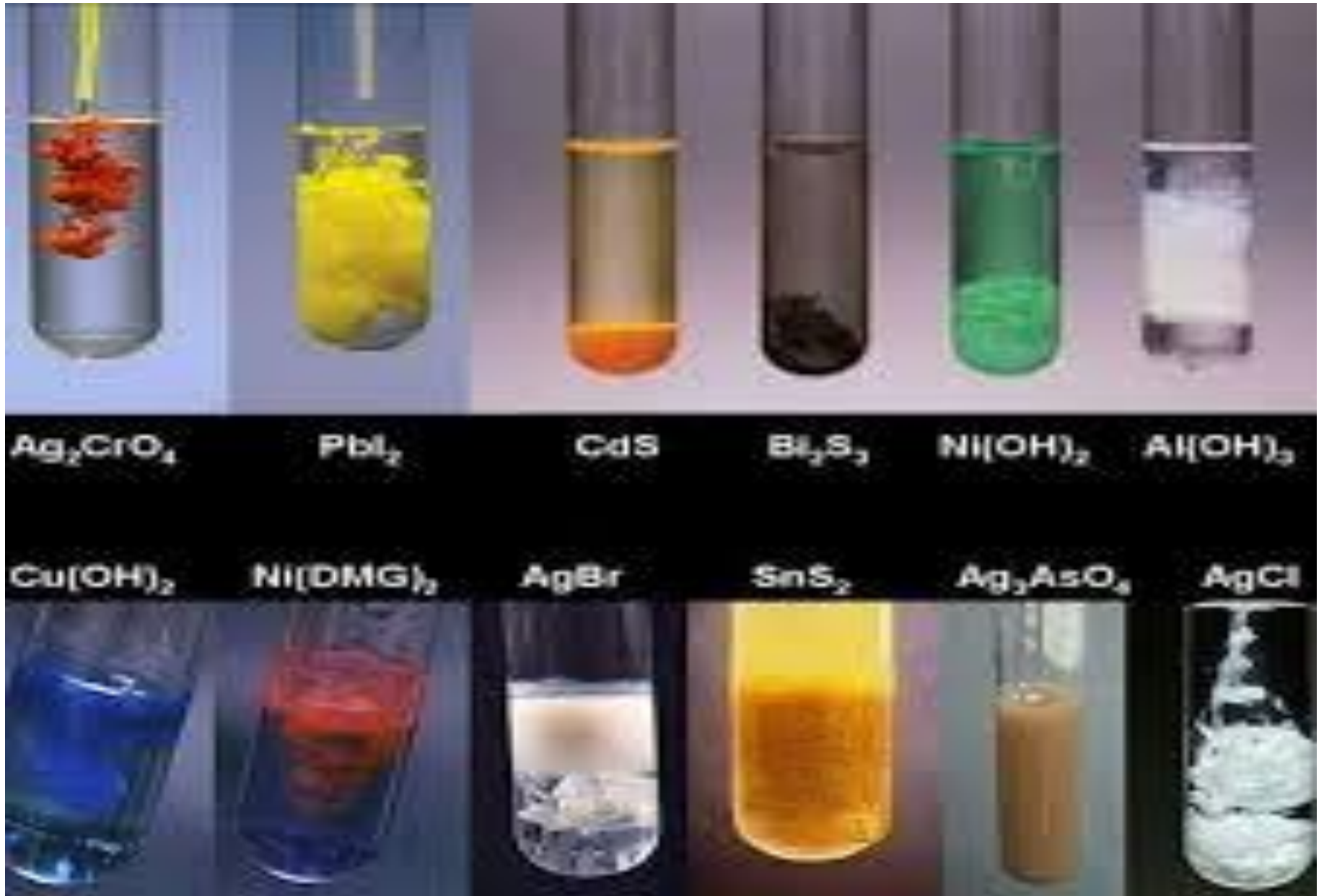
Од третата аналитичка група и имаат

Црна

Бела или црвена боја...ова се боите на талозите



НАЈДОБАР ТЕСТ ЗА ИДЕНТИФИКАЦИЈА НА КАТЈОНИТЕ ОД ТРЕТА АНАЛИТИЧКА ГРУПА Е СО
НАТРИУМ ХИДРОКСИД NaOH



Ca^{2+} Mg^{2+} Cu^{2+} Fe^{2+} Fe^{3+} Co^{2+} Ni^{2+} Mn^{2+} Cr^{3+} Ag^+ Zn^{2+} Pb^{2+} Al^{3+}



$\text{Ca}(\text{OH})_2$

$\text{Cu}(\text{OH})_2$

$\text{Fe}(\text{OH})_3$

$\text{Ni}(\text{OH})_2$

$\text{Cr}(\text{OH})_3$

$\text{Zn}(\text{OH})_2$

$\text{Al}(\text{OH})_3$

$\text{Mg}(\text{OH})_2$

$\text{Fe}(\text{OH})_2$

$\text{Co}(\text{OH})_2$

$\text{Mn}(\text{OH})_2$

AgOH

$\text{Pb}(\text{OH})_2$

**ГРУПЕН РЕАГЕНС ЗА IV-ТА ГРУПА КАТЈОНИ Е
АМОНИУМ КАРБОНАТ има формула $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$**

Во оваа група спаѓаат јоните на Ca^{2+} , Ba^{2+} , Sr^{2+}

**СИТЕ овие јони формираат ТЕШКО РАСТВОРЛИВИ СОЛИ (талози)
НАРЕЧЕНИ КАРБОНАТИ CaCO_3 ; SrCO_3 ; BaCO_3
со групниот реагенс, СИТЕ ТАЛОЗИ се со БЕЛА БОЈА**





**СИТЕ овие јони формираат ТЕШКО РАСТВОРЛИВИ СОЛИ (талози)
НАРЕЧЕНИ КАРБОНАТИ CaCO_3 ; SrCO_3 ; BaCO_3 (од лево кон десно)
со групниот реагенс, СИТЕ ТАЛОЗИ се со БЕЛА БОЈА и тешко се разликуваат...**

НАЈДОБРА ИДЕНТИФИКАЦИЈА

На овие јони

Е

СПОРЕД БОЈАТА НА ПЛАМЕН

Кога нивни раствори

Со платинска игла ќе се внесат

Во ПЛАМЕНИК, тогаш/.....

Sr²⁺ јоните даваат пламен со
Кармин боја:

Ba²⁺ јоните даваат пламен со
Зелена боја

Ca²⁺ јоните даваат пламен
Со портокалово-црвеникава боја

Chemistry Lab:

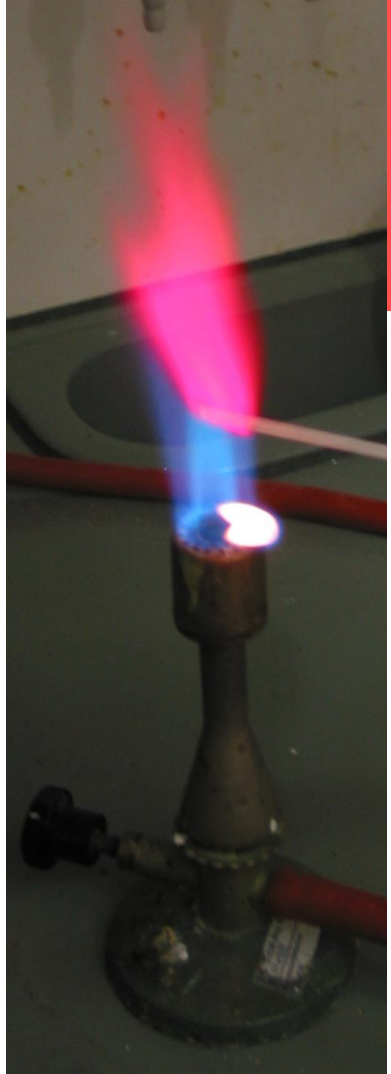
Flame Tests

Grades 9 - 12

Ion	Flame Color
Li ⁺	Red
Na ⁺	Yellow
K ⁺	Purple
Ca ²⁺	Orange
Sr ²⁺	Red
Ba ²⁺	Green
Cu ²⁺	Blue-Green
In ³⁺	Blue

The poster features a grid of eight stylized flame illustrations. Each flame is positioned above a light blue circular label containing the chemical symbol of the ion it represents. The top row shows Li⁺ (red), Na⁺ (yellow), K⁺ (purple), and Ca²⁺ (orange). The bottom row shows Sr²⁺ (red), Ba²⁺ (green), Cu²⁺ (blue-green), and In³⁺ (blue). The text 'Grades 9 - 12' is located in the bottom left corner. The poster is framed with a purple border and includes 'SCIENCE' logos in the top corners.

**Пламен обоен
Кога раствор на
Стронциум Sr^{2+}
Се внесе во
пламеник**



**Пламен обоен
Кога раствор на
калциум Ca^{2+}
Се внесе во
пламеник**



**Пламен обоен
Кога раствор на
бариум Ba^{2+}
Се внесе во
пламеник**



FLAME TEST COLOURS

 LITHIUM Li ⁺	 SODIUM Na ⁺	 POTASSIUM K ⁺	 RUBIDIUM Rb ⁺	 CAESIUM Cs ⁺	 CALCIUM Ca ²⁺
 STRONTIUM Sr ²⁺	 BARIUM Ba ²⁺	 RADIUM Ra ²⁺	 COPPER Cu ²⁺	 IRON Fe ²⁺ /Fe ³⁺	 BORON B ³⁺
 INDIUM In ³⁺	 LEAD Pb ²⁺	 ARSENIC As ³⁺	 ANTIMONY Sb ³⁺ /Sb ⁵⁺	 SELENIUM Se ²⁺ /Se ⁴⁺	 ZINC Zn ²⁺

A flame test is an analytical procedure used by chemists to detect the presence of particular metal ions, based on the colour of the flame produced. When heated, the electrons in the metal ion gain energy and can jump into higher energy levels. Because this is energetically unstable, the electrons tend to fall back down to where they were before, releasing energy as they do so. This energy is released as light energy, and as these transitions vary from one metal ion to another, it leads to the characteristic colours given by each metal ion.

КАТЈОНИ ОД V-та АНАЛИТИЧКА ГРУПА

....за катјоните
од оваа група
НЕМА ГРУПЕН РЕАГЕНС

Тука спаѓаат јоните на

K^+ ; Na^+ ; Li^+ , NH_4^+ ; Mg^{2+}

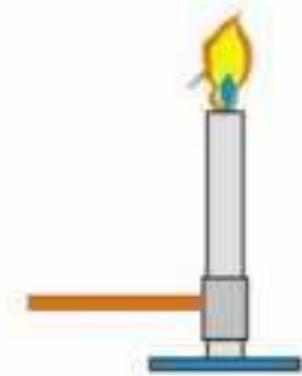
K^+ -----лилјаково обојување

Na^+ -----**жолто обојување во пламен**

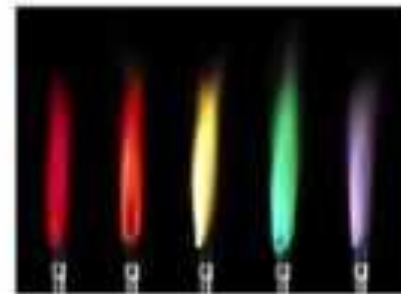
Li^+ -----кармин боја

Ca^{2+} -----**ЦРВЕНО ОБОЈУВАЊЕ**

Mg^{2+} -----бело обојување



Platinum wire
dip in dilute HCl → clean
rinse in distilled water





ammonium
chloride

+

Натриум
хидроксид



Натриум
хлорид

+

water

+

амонијак

NH_4Cl

+

NaOH



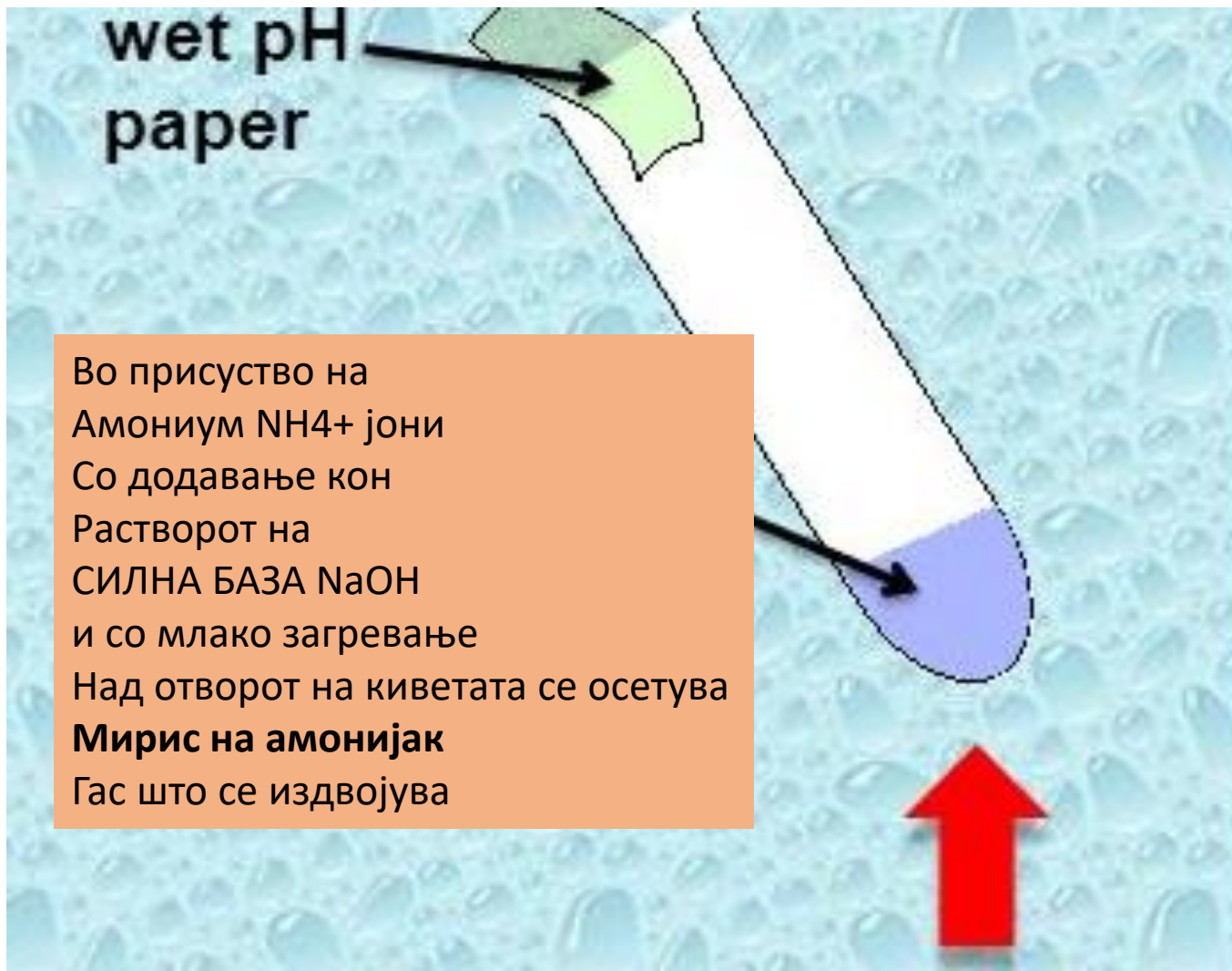
NaCl

+

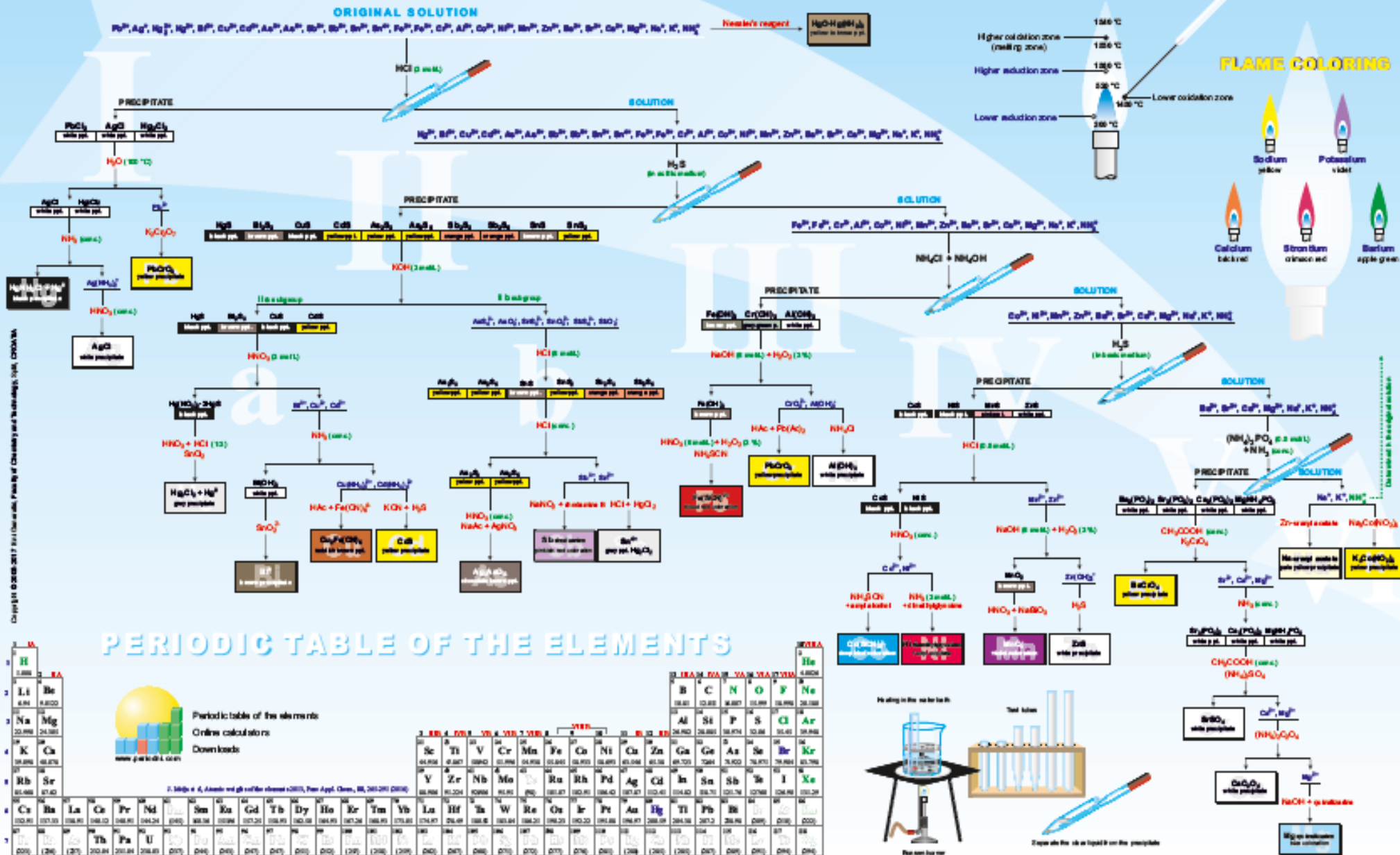
H_2O

+

NH_3



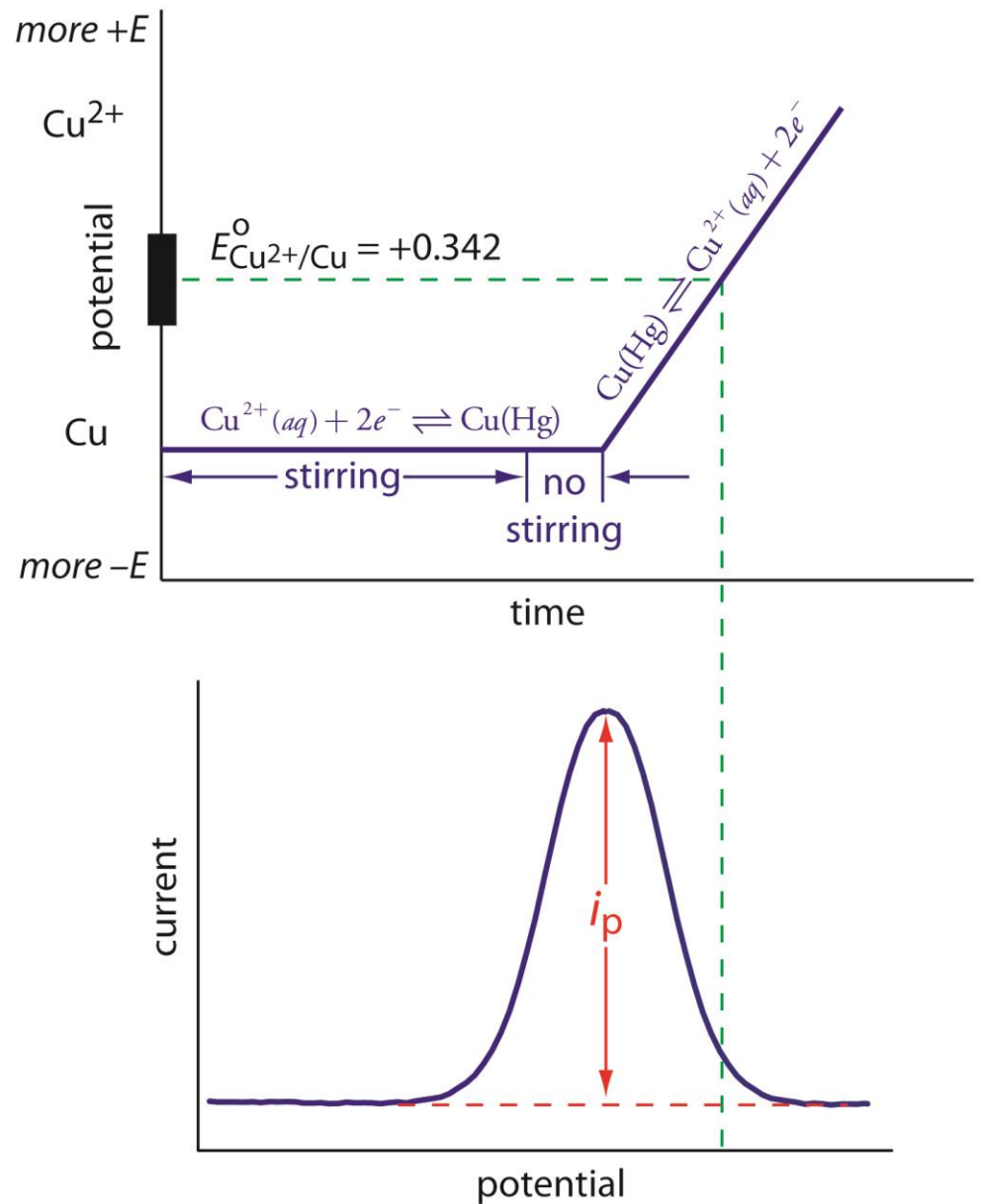
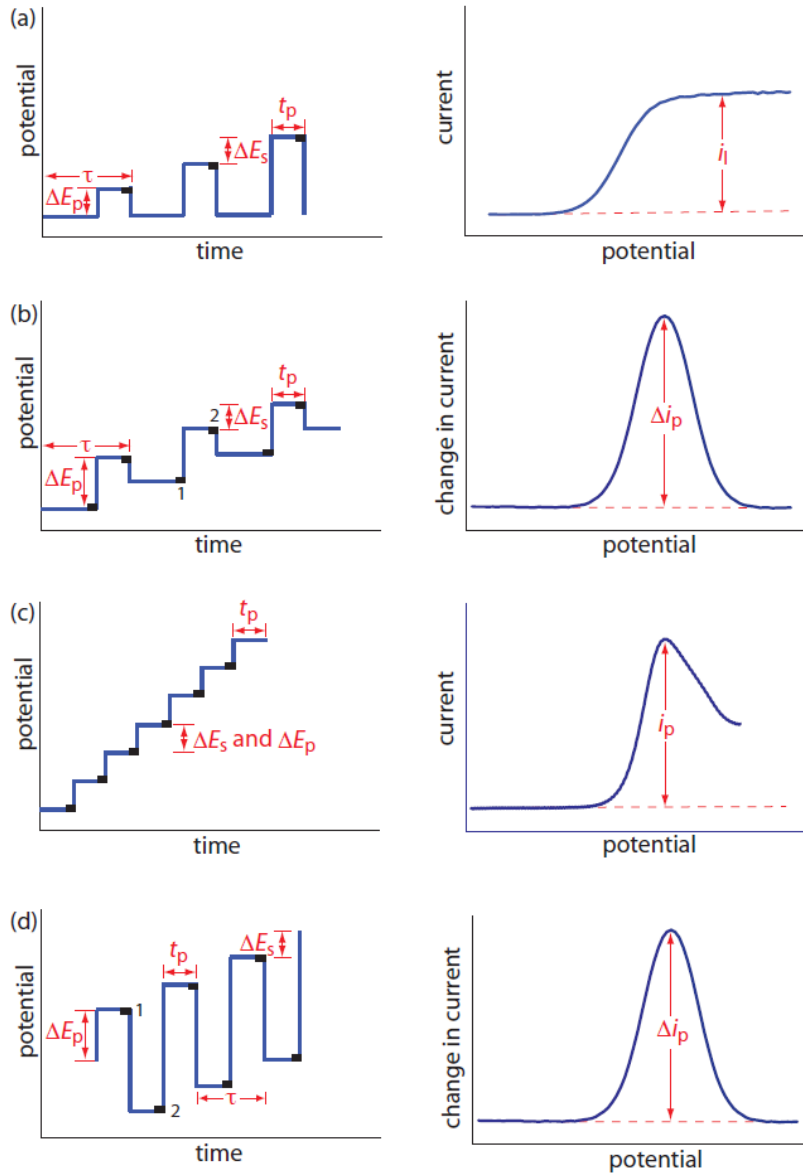
SEPARATION AND IDENTIFICATION OF CATIONS



Copyright © 2011-2017 Periodic Table of Elements

Downloaded by [unreadable]

CATION ANALYSIS WITH VOLTAMMETRY-THEORY OF STRIPPING VOLTAMMETRY



Electroanalysis

Measuring transport properties of ion in phases

- Conductometry
- Electrophoresis

Measuring of electrochemical equilibria and charge transfer reactions and interfaces

Static methods

- Potentiometry (pH electrodes and other ion-sensitive electrodes)

Dynamic methods

Controlled potential methods

Controlled potential coulometry

Voltammetry

$$(I = f(E))$$

Chronoamperometry

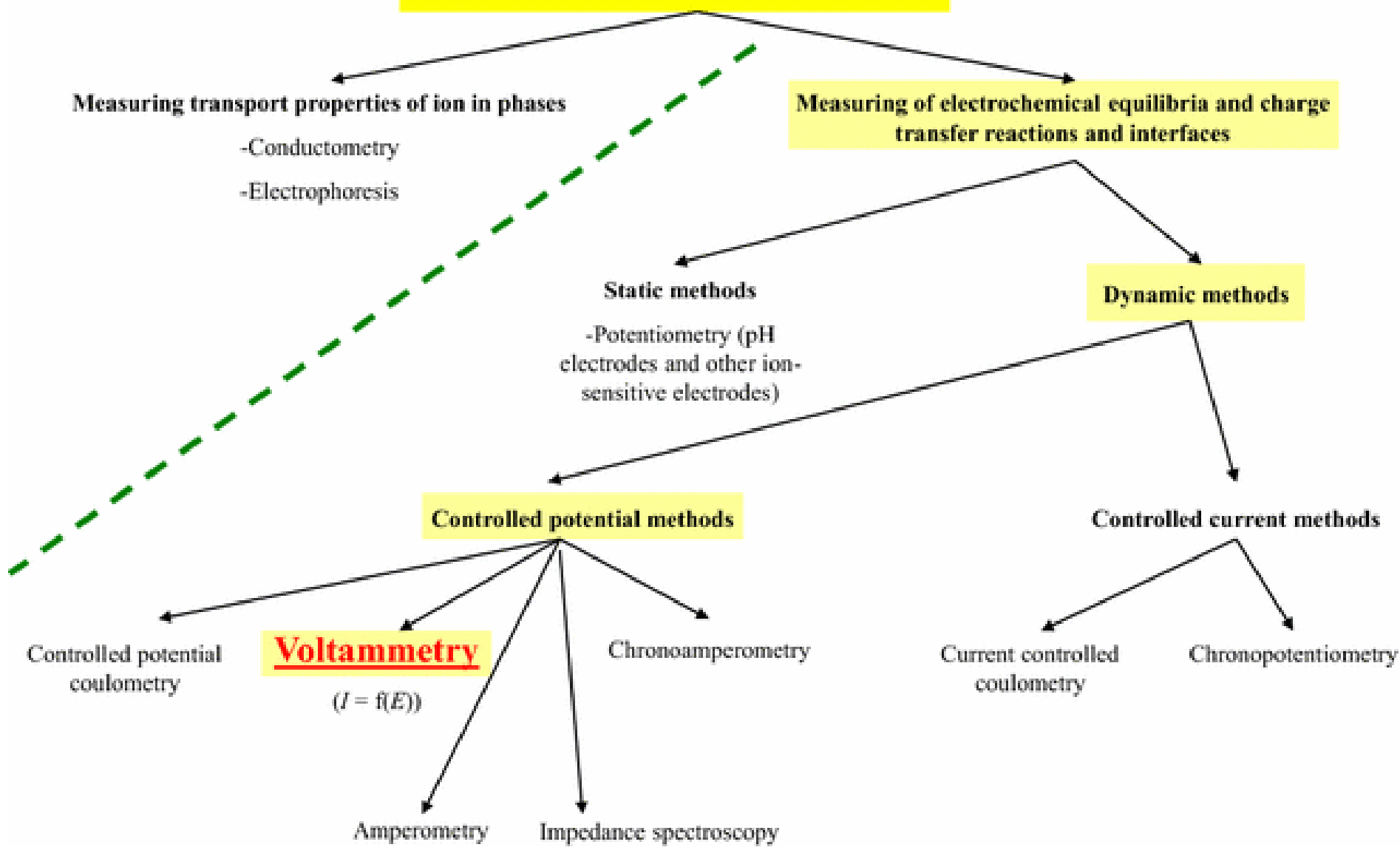
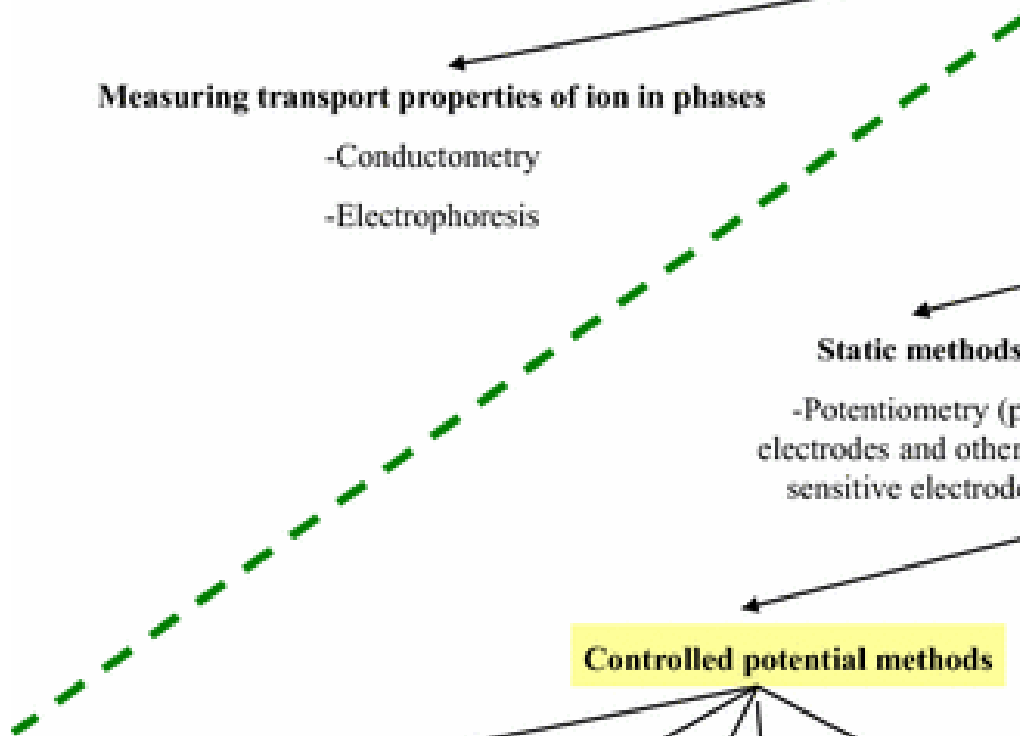
Amperometry

Impedance spectroscopy

Controlled current methods

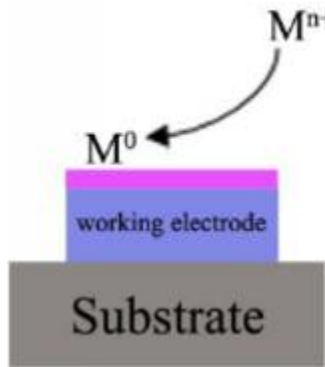
Current controlled coulometry

Chronopotentiometry

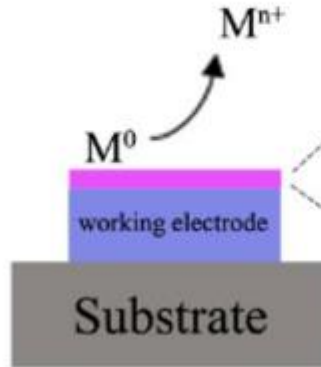


Steps in Stripping Voltammetry of Cations

Pre-concentration

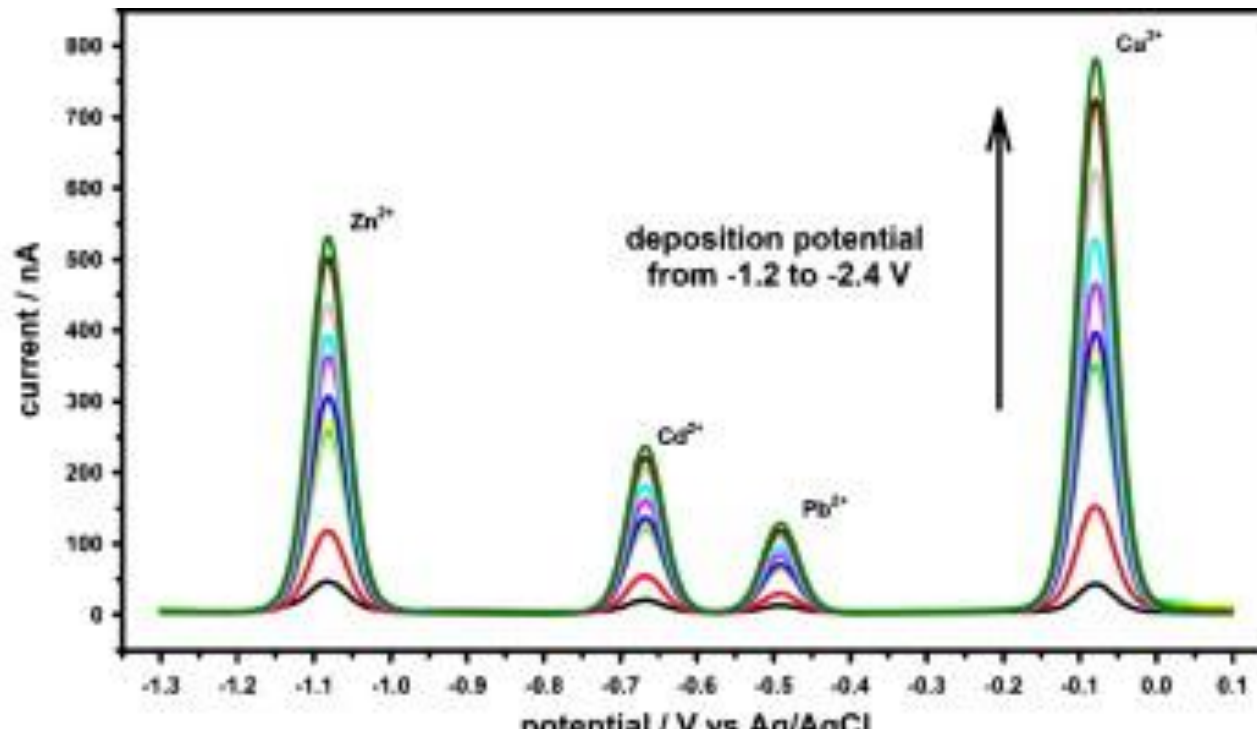


Stripping



Peak potential \rightarrow Unique metal

Peak intensity \rightarrow Metal concentration



LITERATURE

1. **Rubin Gulaboski**, Theoretical contribution towards understanding specific behaviour of “simple” protein-film reactions in square-wave voltammetry”, *Electroanalysis*, 31 (2019) 545-553.
3. V. Mirceski, D. Guziejewski, L. Stojanov, **Rubin Gulaboski**, Differential Square-Wave Voltammetry, *Analytical Chemistry* 91 (2019) 14904-14910 <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.analchem.9b03035>.
4. **Rubin Gulaboski**, P. Kokoskarova, S. Petkovska, Time independent methodology to assess Michaelis Menten constant by exploring electrochemical-catalytic mechanism in protein-film cyclic staircase voltammetry, *Croat. Chem. Acta*, 91 (2018) 377-382.
5. **Rubin Gulaboski**, I. Bogeski, P. Kokoskarova, H. H. Haeri, S. Mitrev, M. Stefova, Marina, J. Stanoeva-Petreska, V. Markovski, V. Mirceski, M. Hoth, and R. Kappl, [*New insights into the chemistry of Coenzyme Q-0: A voltammetric and spectroscopic study*](#). *Bioelectrochemistry* 111 (2016) 100-108.
6. **Rubin Gulaboski**, V. Markovski, and Z. Jihe, [*Redox chemistry of coenzyme Q—a short overview of the voltammetric features*](#), *Journal of Solid State Electrochemistry* 20 (2016) 3229-3238.
7. Haeri, Haleh H. I. Bogeski, **Rubin Gulaboski**, V. Mirceski, M. Hoth, and R. Kappl, [*An EPR and DFT study on the primary radical formed in hydroxylation reactions of 2,6-dimethoxy-1,4-benzoquinone*](#). *Mol. Phys.* 114 (2016) 1856-1866.
8. V. Mirceski, D. Guziejewski and **Rubin Gulaboski**, [*Electrode kinetics from a single square-wave voltammograms*](#), *Maced. J. Chem. Chem. Eng.* 34 (2015) 1-12.
9. **Rubin Gulaboski** and V. Mirceski, [*New aspects of the electrochemical-catalytic \(EC'\) mechanism in square-wave voltammetry*](#), *Electrochimica Acta*, 167 (2015) 219-225.

11. R Gulaboski, S Petkovska, A Time-Independent Approach to Evaluate the Kinetics of Enzyme-Substrate Reactions in Cyclic Staircase Voltammetry, ANALYTICAL & BIOANALYTICAL ELECTROCHEMISTRY 10 (5), 566-575

12. R. Gulaboski, I. Bogeski, P. Kokoskarova, H. H. Haeri, S. Mitrev, M. Stefova, Marina, J. Stanoeva-Petreska, V. Markovski, V. Mirceski, M. Hoth, and R. Kappl, New insights into the chemistry of Coenzyme Q-0: A voltammetric and spectroscopic study. Bioelectrochem. 111 (2016) 100-108.

13. R. Gulaboski, V. Markovski, and Z. Jihe, Redox chemistry of coenzyme Q—a short overview of the voltammetric features, J. Solid State Electrochem., 20 (2016) 3229-3238.

14. V. Mirceski, D. Guzijewski and R. Gulaboski, Electrode kinetics from a single square-wave voltammograms, Maced. J. Chem. Chem. Eng. 34 (2015) 1-12.

15. V. Mirceski, D. Guzijewski and R. Gulaboski, Electrode kinetics from a single square-wave voltammograms, Maced. J. Chem. Chem. Eng. 34 (2015) 1-12. 7. Gulaboski and V. Mirceski, New aspects of the electrochemical-catalytic (EC') mechanism in square-wave voltammetry, Electrochim. Acta, 167 (2015) 219-225.

16. V. Mirceski, Valentin and R. Gulaboski, Recent achievements in square-wave voltammetry (a review). Maced. J. Chem. Chem. Eng. 33 (2014). 1-12.

17. V. Mirceski, R. Gulaboski, M. Lovric, I. Bogeski, R. Kappl and M. Hoth, Square-Wave Voltammetry: A Review on the Recent Progress, Electroanal. 25 (2013) 2411–2422.

18. R. Gulaboski, I. Bogeski, V. Mirčeski, S. Saul, B. Pasięka, H. H. Haeri, M. Stefova, J. Petreska Stanoeva, S. Mitrev, M. Hoth and R. Kappl, "Hydroxylated derivatives of dimethoxy-1,4-benzoquinone as redox switchable earth-alkaline metal ligands and radical scavengers Sci. Reports, 3 (2013) 1-8.

19. V. Mirčeski and R. Gulaboski, "Surface Catalytic Mechanism in Square-Wave Voltammetry", *Electroanal.* **13** (2001) 1326-1334.
20. V. Mirčeski, R. Gulaboski and I. Kuzmanovski, "Mathcad-a Tool for Numerical Calculation of Square-Wave Voltammograms", *Bull. Chem. Technol. Macedonia*, **18** (1999) 57-64.
21. Scholz, F.; Schroeder U.; Gulaboski R. *Electrochemistry of Immobilized Particles and Droplets* Springer Verlag, New York, pp. 1-269, 2005.
22. Gulaboski R. in *Electrochemical Dictionary*, A J. Bard, G. Inzelt, F. Scholz (eds.) Springer, 2nd Edition in 2012.
23. I. Bogeski, R. Kappl, C. Kumerow, R. Gulaboski, M. Hoth and B. A. Niemeyer "Redox regulation of calcium ion channels: Chemical and physiological aspects, *Cell Calcium* **50** (2011) 407-423.
24. V. Mirceski, S. Komorsky Lovric, M. Lovric, *Square-wave voltammetry, Theory and Application*, Springer 2008 (F. Scholz, Ed.)
25. Rubin Gulaboski, Theoretical Contribution Towards Understanding Specific Behaviour of "Simple" Protein-film Reactions in Square-wave Voltammetry, *Electroanalysis* 2018, <https://doi.org/10.1002/elan.201800739>
26. R. Gulaboski, V. Mirčeski, M. Lovrić and I. Bogeski, "Theoretical study of a surface electrode reaction preceded by a homogeneous chemical reaction under conditions of square-wave voltammetry." *Electrochem. Commun.* **7** (2005) 515-522.
27. R. Gulaboski, V. Mirčeski, C. M. Pereira, M. N. D. S. Cordeiro, A. F Silva, F. Quentel, M. L'Her and M. Lovrić, "A comparative study of the anion transfer kinetics across a water/nitrobenzene interface by means of electrochemical impedance spectroscopy and square-wave voltammetry at thin organic film-modified electrodes." *Langmuir* **22** (2006) 3404-3412.
28. R. Gulaboski, C. M. Pereira, M. N. D. S. Cordeiro, I. Bogeski, E. Ferreira, D. Ribeiro, M. Chirea and A. F. Silva, "Electrochemical study of ion transfer of acetylcholine across the interface of water and a lipid-modified 1,2-dichloroethane " *J. Phys. Chem. B* **109** (2005) 12549-12559.
29. F. Scholz and R. Gulaboski "Determining the Gibbs energy of ion transfer across water-organic liquid interfaces with three-phase electrodes ." *Chem. Phys. Chem.*, **6** (2005) 1-13.
30. R. Gulaboski, V. Mirčeski, Š. Komorsky-Lovrić and M. Lovrić, "Square-Wave Voltammetry of Cathodic Stipping Reactions. Diagnostic Criteria, Redox Kinetic Measurements, and Analytical Applications", *Electroanal.* **16** (2004) 832-842.
31. V. Mirčeski and R. Gulaboski, "A Theoretical and Experimental Study of Two-Step Quasireversible Surface Reaction by Square-Wave Voltammetry" *Croat. Chem. Acta* **76** (2003) 37-48.
32. C Banks, R. Compton, *Understanding Voltammetry*, 2016, Oxford.

33. **R. Gulaboski**, F Borges, CM Pereira, M Cordeiro, J Garrido, AF Silva, Voltammetric insights in the transfer of ionizable drugs across biomimetic membranes-Recent achievements Combinatorial chemistry & high throughput screening 10 (2007), 514-526.

34. **R Gulaboski**, K Caban, Z Stojek, F Scholz, The determination of the standard Gibbs energies of ion transfer between water and heavy water by using the three-phase electrode approach, Electrochemistry communications 6 (2004), 215-218.

35. V Mirceski, **R Gulaboski**, Simple Electrochemical Method for Deposition and Voltammetric Inspection of Silver Particles at the Liquid– Liquid Interface of a Thin-Film Electrode, The Journal of Physical Chemistry B 110 (2006), 2812-2820

36. **R Gulaboski**, V Markovski, Z Jihe, Redox chemistry of coenzyme Q—a short overview of the voltammetric features, Journal of Solid State Electrochemistry 20 (2016), 3229-3238