
Chimia sanitară a apei

Utilizare, proveniență

Următoarele trei scopuri prezintă interes din punct de vedere sanitar:

- scopuri alimentare;
- spălări;
- scopuri industriale.

La utilizarea apei trebuie ținut cont de sursa de proveniență; în acest sens apa poate fi:

- apă de suprafață;
- apă meteorică;
- apă subterană.

Parametri de calitate existenți ai apei depind de proveniența acesteia. Parametri existenți pot să corespundă, sau să nu corespundă, utilizării preconizate. În cel de-al doilea caz se impune modificarea (îmbunătățirea) parametrilor existenți prin diferite procedee.

În consecință, apa se caracterizează prin parametri

- existenți (dependenți de proveniență);**
- impuși (dependenți de utilizarea preconizată).**

După modul de măsurare și exprimare, parametri de calitate ai apei sunt:

a) parametri subiectivi globali (sunt apreciați prin metode subiective), de exemplu:

- gust;**
- miros.**

b) parametri obiectivi globali (sunt mășurați prin metode fizice sau chimice), de exemplu:

- culoare;**
- turbiditate;**
- duritate;**
- reziduu fix la 105 °C;**
- suspensii totale;**
- alcalinitate;**
- aciditate;**
- potential redox;**
- pH (este determinat de diversi acizi);**
- cantitate de compuși fenolici.**

c) Parametri obiectivi specifici (exprimă cantitativ prezența unor substanțe sau ioni cu identitate specificată, iar determinarea lor se execută prin metode obiective (fizice sau chimice).

Concentrații maxime admise în apa potabilă (* diferite forme de oxidare)

| specia chim. | conc. maxima admisă | specia chim. | conc. maxima admisă | specia chim. | conc. maxima admisă | specia chim. | conc. maxima admisă |
|------------------|---------------------|------------------|---------------------|--------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| Ca^{2+} | 100 mg/L | Cr* | 50 mg/L | NO_3^- | 10 mg/L | CN^- | 10 mg/L |
| Mg^{2+} | 50 mg/L | Cu^{2+} | 1 mg/L | NO_2^- | 0,1 mg/L | H_2S | absent |
| Fe^{2+} | 0,1 mg/L | As* | 50 mg/L | SO_4^{2-} | 200 mg/L | PO_4^{3-} | absent |
| Zn^{2+} | 5 mg/L | Cd^{2+} | 10 mg/L | Cl_2 | 250 mg/L | Al^{3+} | 50 mg/L |
| Pb^{2+} | 0,1 mg/L | Cl^- | 250 mg/L | F^- | 0,5 mg/L | NH_4^+ | 5 mg/L |

Influența componentelor chimice din apa potabilă asupra sănătății

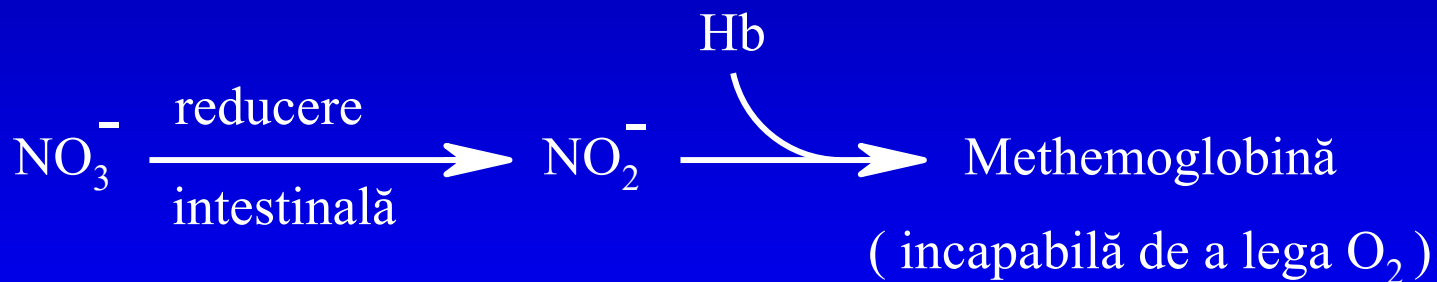
Gușa endemică (distrofie tireopată) Boala este cauzată de conținutul prea redus (sub 5 $\mu\text{g/L}$) a iodului în apa potabilă. Afecțiunea apare în timp și este caracteristică zonelor geografice în care apa consumată de populație nu conține cantitatea minimă necesară de iod (în forma de anion iodură, I^-).

Carie dentară La apariția prea frecventă a cariilor dentare, unul din factorii incriminați este ionul fluorură (F^-). Ionul fluorură este de fapt un factor cariopreventiv. Organizația Mondială a Sănătății (OMS) recomandă fluorizarea controlată apei potabile în vederea prevenirii cariilor dentare.

Fluroza endemică Excesul de ion fluorură în apa potabilă (peste 1,5 mg/L) este dăunătoare. Afecțiunea se manifestă prin apariția unor pete pe suprafața dinților și prin accentuarea fragilității acestora. Dacă concentrația ionului F^- depășește valoarea de 5 mg/L pentru o perioadă de timp mai lungă, pot apare afecțiuni ale țesutului osos (de exemplu, osteoporoză).

Afecțiuni cardiovasculare Mineralizarea insuficientă a apei potabile poate genera în timp afecțiuni cardiovasculare. Ionii incriminați sunt: Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ .

Methemoglobinemie infantilă Termenul se referă la intoxicația produsă de ionii azotat (NO_3^-) și azotit (NO_2^-) prezenți în apa potabilă. Intoxicația este deosebit de periculoasă la copii mici în primii ani de viață. Ca urmare a proceselor de reducere chimică, desfășurate în intestin, ionul azotat se transformă în ion azotit. Anionul azotit se leagă de hemoglobină (Hb) transformând-o în methemoglobină, incapabilă de transportul oxigenului spre țesuturi.



Saturnism Termenul se referă la intoxicație cu săruri de plumb. Cazurile de saturnism au fost mai frecvente în trecut (cauzate de conductele de apă, confecționate din plumb). Sărurile de plumb pot apărea în apa potabilă ca urmare a poluării industriale. Ionul Pb^{2+} se fixează cumulativ în țesutul osos. La intoxicare plumbul apare în sânge și în urină.

Intoxicație cu Cd²⁺ (maladia "Itai - Itai") Intoxicația cu săruri de cadmiu a fost semnalată prima dată în Japonia în 1970. Ionul Cd²⁺ apare în mediul înconjurător ca urmare a poluării industriale (acoperiri ale suprafețelor metalice cu cadmiu - "cadmiere"). Ionul Cd²⁺ se fixează în rinichi și cumulativ în păr (din probe de păr se poate pune în evidență prin spectrometrie de absorbție atomică, iar prin analiza diferitelor porțiuni ale firului de păr se poate urmări desfășurarea în timp a procesului de intoxicație). Tulburările produse de intoxicare cu Cd²⁺ se localizează la rinichi și sunt însoțite de eliminare masivă de ioni Cd²⁺ pe cale urinară.

Acțiunea detergenților Detergenții (substanțe tensioactive) au efect toxic propriu numai la concentrații mari (~ 1 g/L) dar, datorită capacității de emulsionare și solubilizare a altor substanțe toxice, favorizează absorbția intestinală a acestora.

Controlul parametrilor de calitate ai apei

Proprietăți organoleptice

Gustul Apa potabilă de calitate corespunzătoare consumului are gust plăcut (datorită substanțelor minerale și gazelor dizolvate), fiind capabilă să potolească senzația de sete.

Gustul amăru indică prezența ionului Mg^{2+} la concentrație mai mare decât 400 mg/L. Gustul astringent indică prezența sărurilor metalelor grele ($> 10 - 15$ mg/L)

Controlul gustului apei se execută chiar la locul de recoltare, imediat după recoltare, proba de apă având temperatura de 10 - 15 °C.

Mirosul Apa potabilă de calitate corespunzătoare consumului este fără miros. Dacă apare un miros, acesta se poate datora:

- substanțelor organice în descompunere;
- substanțelor volatile, poluanți de proveniență industrială.

Controlul mirosului se execută asupra probelor de apă aduse la 60 °C. Nivelul maxim admis pentru gust și miros este de 2 grade (scară subiectivă, convențională).

Definiția convențională a gradelor de gust și miros

| Percepere | Intensitate | Grade |
|---------------------------------|--------------------|--------------|
| fără miros și gust | inodor | 0 |
| perceput numai de un expert | foarte slab | 1 |
| perceput de un consumator comun | slab | 2 |
| net perceptibil | perceptibil | 3 |
| senzație neplăcută la consum | pronunțat | 4 |
| imposibil de consumat | foarte pronunțat | 5 |

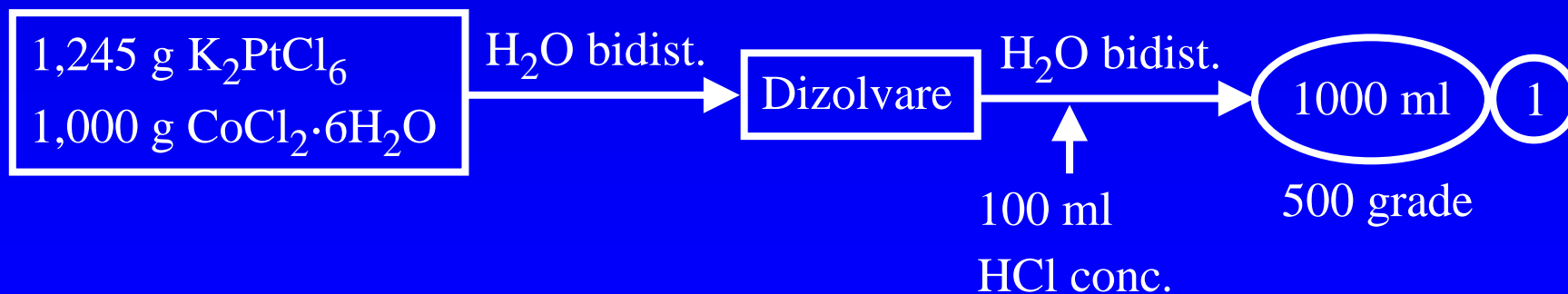
Grad maxim admis pentru apa potabilă: 2 grade

Proprietăți fizice

Temperatura Pentru determinarea temperaturii probelor de apă se utilizează un termometru cu rezoluția de $1/10$ °C.

Culoarea Probele de apă deseori sunt colorate din cauza prezenței substanțelor dizolvate, a sistemelor coloidale și a suspensiilor fine. Determinarea (semi)cantitativă se execută vizual, pe baza comparației cu o serie de soluții etalon.

Soluție etalon cu cloroplatinat de cobalt: 1 grad de culoare este echivalent cu culoarea unei soluții de hexacloroplatinat de cobalt, cu concentrație de 1 mg CoPtCl_6 / litru de soluție.



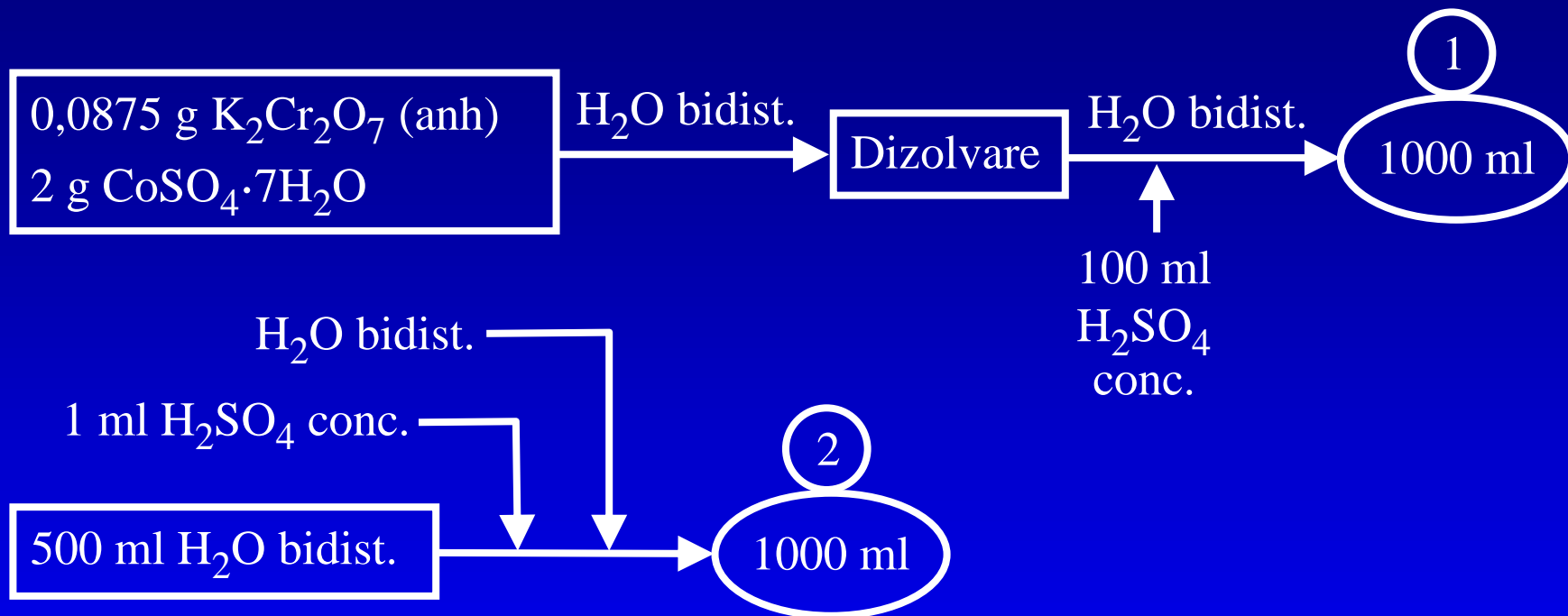
Din soluția stoc (nr. 1.) se prepară, prin diluții (după tabelul de mai jos) o serie de soluții de lucru, soluții care au gradul de culoare stabilit prin convenție și cu care se compară (vizual) proba de apă investigată.

| | | | | | | | | | |
|-----------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Soluție 1 (ml) | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 24 | 16 |
| Apa bidist (ml) | 100 | 98 | 96 | 94 | 92 | 90 | 88 | 86 | 84 |
| Grad culoare | 1 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |

În practică se compară culoarea probei (în eprubete speciale) cu culorile seriei de soluții etalon determinând astfel gradul de culoare al probei. Dacă proba este tulbure se sedimentează sau se centrifughează (dar nu se filtrează).

Probele de apă cu gradul de culoare mai mare decât 80 se diluează iar la exprimarea rezultatelor se ia în considerare diluția practică.

Soluție etalon cu dicromat de cobalt: Soluția se prepară din dicromat de potasiu și sulfat de cobalt (II) conform schemei de mai jos.



| | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Sol. 1 (ml) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 10 | 12 | 14 | 16 |
| Sol. 2 (ml) | 100 | 99 | 98 | 97 | 96 | 95 | 94 | 93 | 90 | 88 | 86 | 84 |
| Gr. culoare | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |

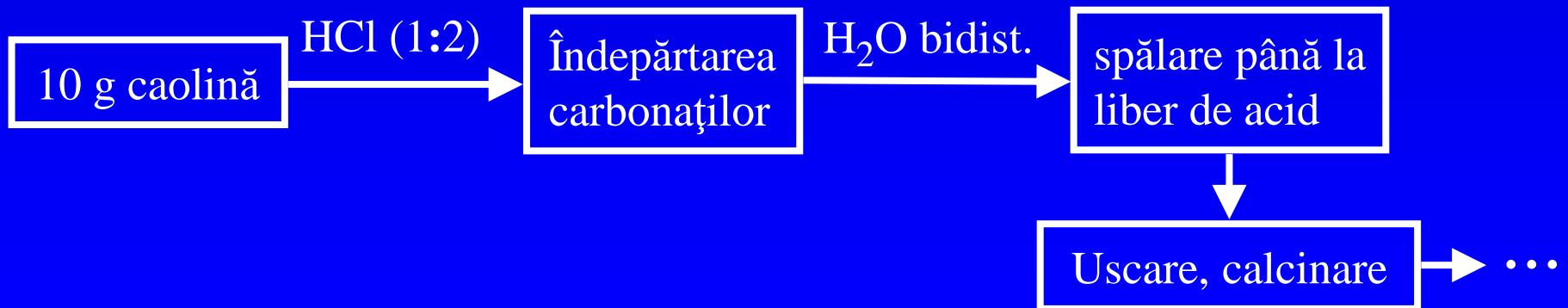
Turbiditatea Turbiditatea probelor de apă este cauzată de particule fine în suspensie; aceste particule deseori constituie suport nutritiv pentru germeni patogeni.

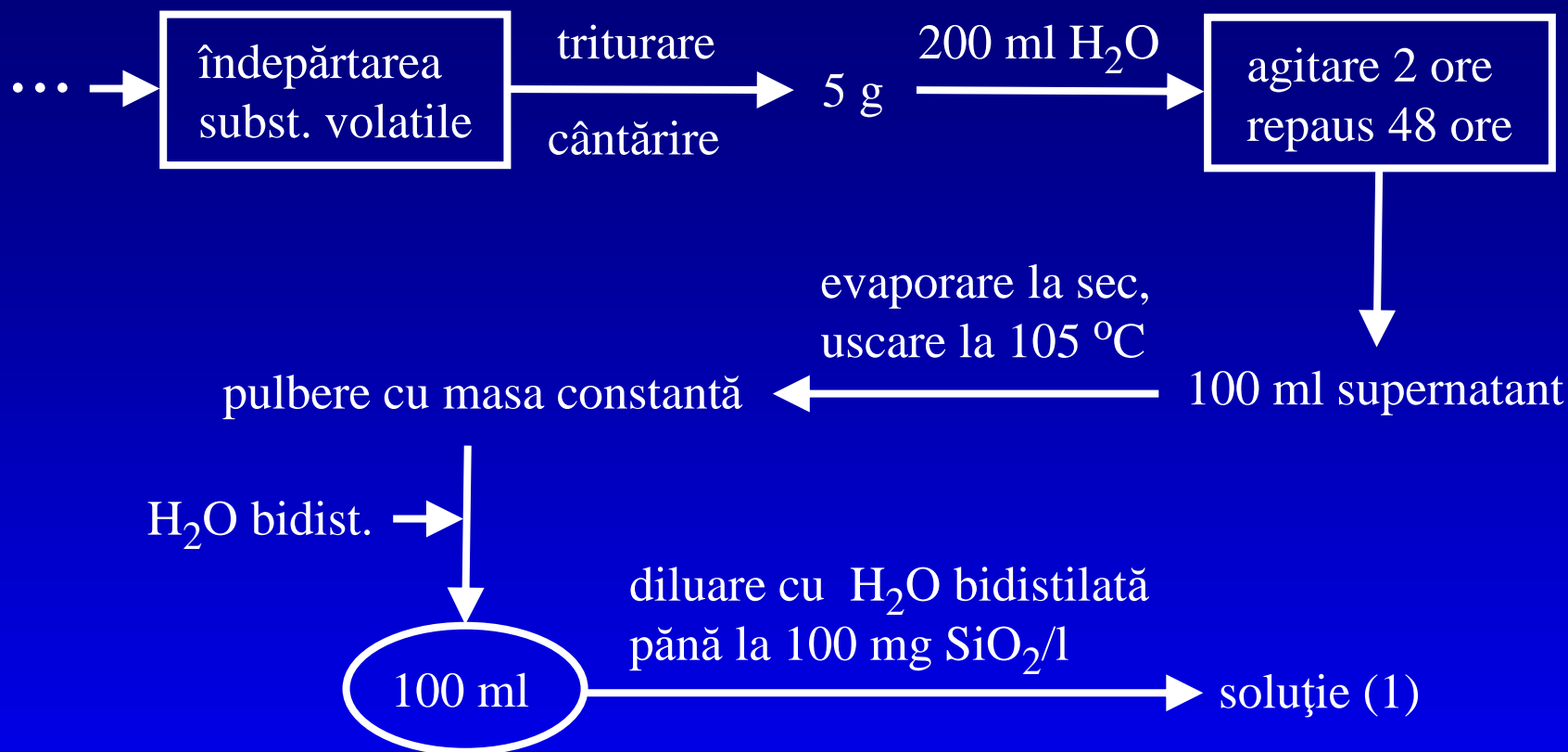
Măsurarea turbidității se realizează pe una din următoarele modalități:

- prin efectul *Tyndall* (nefelometrie);
- prin măsurarea absorbției optice

Estimarea (semi)cantitativă a turbidității se bazează pe compararea (vizuală sau instrumentală) cu suspensii etalon, preparate cu caolină.

Prepararea suspensiei etalon de caolină





| | | | | | | | |
|------------------------------|------|------|------|------|------|-----|------|
| soluție (1) (ml) | 0,2 | 1,0 | 2,0 | 4,0 | 8,0 | 12, | 16,0 |
| H ₂ O bidistilată | 19,8 | 19,0 | 18,0 | 16,0 | 12,0 | 8,0 | 4,0 |
| grad de turbiditate | 1 | 5 | 10 | 20 | 40 | 60 | 80 |

Turbiditatea probei de apă se estimează (vizual sau instrumental) în comparație cu turbiditatea seriei de soluții etalon.

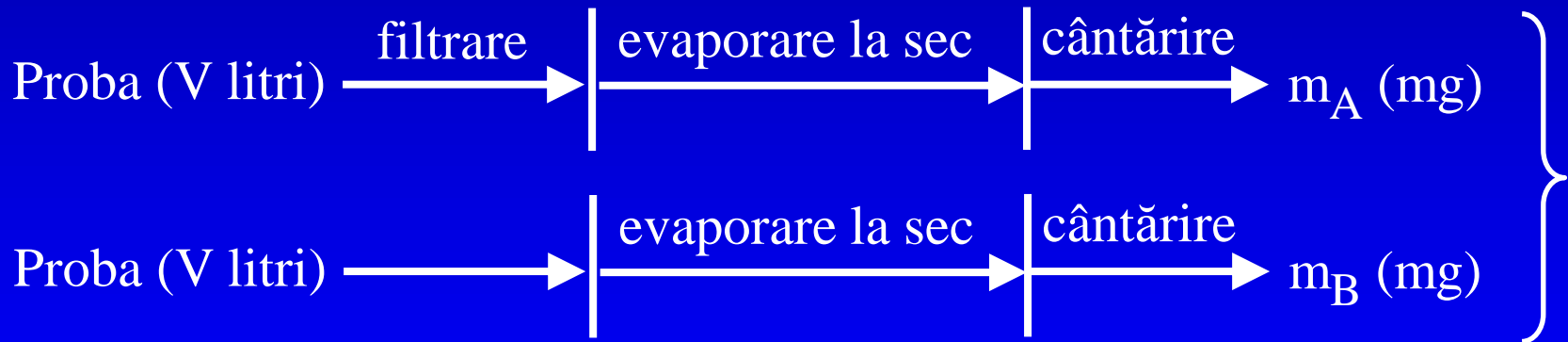
La măsurarea turbidității cu ajutorul absorbției optice se determină absorbanta probei de apă la următoarele grosimi de cuvă și lungimi de undă:

$$d_1 = 0,5 \text{ cm}; \quad \lambda_1 = 500 \text{ nm}$$

$$d_2 = 1,0 \text{ cm}; \quad \lambda_2 = 420 \text{ nm}$$

Dacă proba de apă este colorată, se centrifughează iar supernatantul se utilizează în cuva de comparație (într-un spectrofotometru cu fascicul dublu).

Suspensii totale Determinarea suspensiilor solide se bazează pe filtrarea probei de apă (pentru îndepărtarea particulelor macroscopice), evaporarea la sec și determinarea masei reziduuului (m_A). Paralel se evaporă la sec (fără filtrare prealabilă), același volum de apă și se cântărește reziduuul solid (m_B). Schema de mai jos ilustrează secvența operațiilor. În posesia maselor m_A și m_B se calculează masa suspensiilor în unitatea de volum de probă (se exprimă în mg suspensii / litru probă).



$$\text{suspensii (mg/l)} = \frac{m_B - m_A}{V}$$

m_A și m_B se exprimă în miligrame; V se exprimă în litri

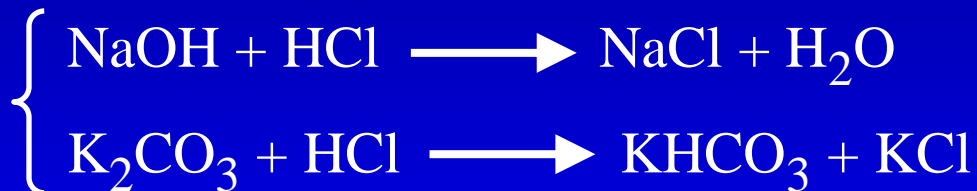
Reziduul fix Această noțiune exprimă totalitatea substanțelor organice și anorganice, dizolvate în proba de apă, care nu sunt volatile la temperatura de 105 °C. Determinarea se bazează pe evaporarea probei la sec, urmată de încălzire la 105 °C. Reziduul remanent se cântărește la balanța analitică. Rezultatul se exprimă ca masă remanentă rezultată din unitatea de volum a probei de apă (mg / l).

Reziduul calcinat Reziduul care rămâne după calcinare la 525 ± 25 °C (până la masă constantă) reprezintă reziduul calcinat. Rezultatul se exprimă ca masa remanentă rezultată din unitatea de volum a probei de apă (mg / l).

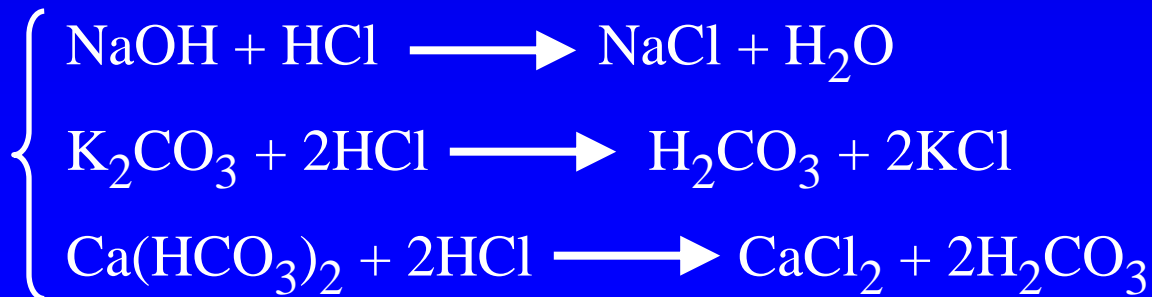
Proprietăți chimice globale

Alcalinitatea Alcalinitatea unei probe de apă este cauzată de prezența bicarbonaților metalelor alcaline și alcalino-pământoase, carbonaților alcalini și hidroxizilor solubili.

Alcalinitatea permanentă - se datorează prezenței bazelor libere și a carbonaților alcalini. Se determină prin titrare cu acid clorhidric în prezența indicatorului acido-bazic fenolftaleină (viraj la pH 8,2).



Alcalinitatea totală - se datorează bazelor libere, carbonaților alcalini și bicarbonaților alcalino-pământoși. Se determină prin titrare cu acid clorhidric în prezența indicatorului acido-bazic "metilorange" (viraj la pH 4,4).



Observație: clorul rezidual din apa tratată cu clor interferă în timpul titrării; acesta se poate îndepărta cu câteva picături de soluție de tiosulfat de sodiu ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 0,1 N adăugate probei înainte de titrare.



Aciditatea - exprimă cantitativ prezența dioxidului de carbon liber și a sărurilor cu hidroliză acidă. Aciditatea probelor de apă se determină prin titrare cu soluție 0,1 M de hidroxid de sodiu.

La titrarea în prezența indicatorului fenolftaleină se determină "**aciditatea totală**" (include și CO_2 liber)

La titrarea în prezența indicatorului "metilorange" se determină "**aciditatea reală**" (include numai acizii minerali)

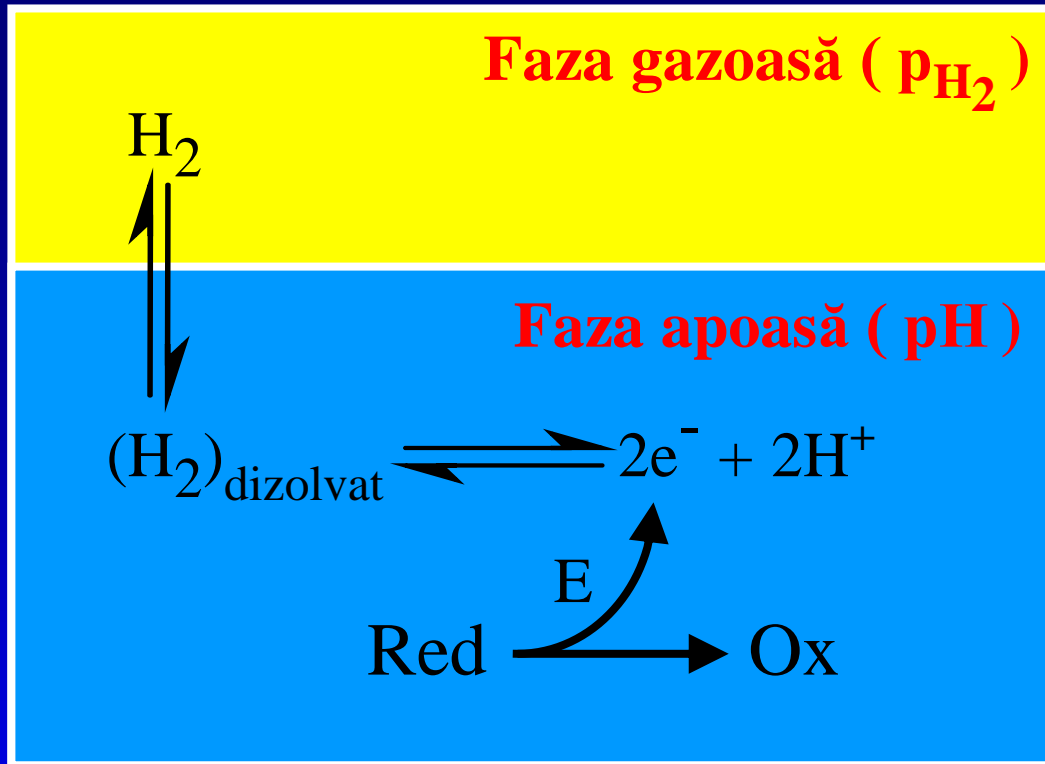
Clorul rezidual deranjează determinarea acidității - se îndepărtează înainte de titrare prin tratarea probei de apă cu cantități mici de soluție (0,1 N) de tiosulfat de sodiu.

Potențialul redox - exprimă cantitativ caracterul predominant oxidant sau reducător al probelor de apă. Potențialul redox este exprimat în "unități rH": logaritmul (în baza 10), cu semnul schimbat, al presiunii de hidrogen gazos, aflat în echilibru cu hidrogenul molecular dizolvat în soluție (probă).

Valoare mare de rH indică putere reducătoare pronunțată a probei de apă la care se referă.

Determinare experimentală: în faza apoasă studiată se imersează un electrod de hidrogen, un electrod de referință și un electrod de sticlă (pentru măsurarea pH-lui soluției).

Presiunea hidrogenului gazos deasupra fazei lichide se poate modifica și măsura. Se măsoară în aceste condiții potențialul electrodului de hidrogen (E) față de electrodul de referință și simultan pH-ul indicat de electrodul de sticlă. Pentru 25 °C valoarea rH a probei se calculează cu o relație care conține potențialul electrodului de hidrogen și valoarea pH-lui indicat de electrodul de sticlă.



$$rH = \frac{E + 0,058 \cdot pH}{0,029}$$

(pentru 25 °C; potențialul E se exprimă în volți)

Dacă în faza apoasă apare un reducător (Red), echilibrul de ionizare al hidrogenului dizolvat (H_2) este deplasat spre forma neionizată (H_2).

Concentrația mai mare a hidrogenului dizolvat implică o presiune de echilibru (p_{H_2}) mai mare a hidrogenului în faza gazoasă, deci o valoare rH mai mică.

Pentru valoarea rH cuprinsă între 0 - 27 proba de apă este considerată reducătoare.
Pentru valoarea rH cuprinsă între 28 - 54 proba de apă este considerată oxidantă

Duritatea apei - este determinată de prezența tuturor cationilor cu excepția cationilor metalelor alcaline. Cei mai importanți cationi implicați sunt Ca^{2+} și Mg^{2+} ; din acest motiv determinarea durității apei este practic echivalentă cu determinarea acestor cationi.

Apa cu duritate pronunțată: - are gust neplăcut;
- depune săruri insolubile la fierbere;
- formează săpunuri insolubile (spumare redusă)

Apa potabilă "prea moale": - incriminată de producerea unor afecțiuni cardiovasculare (la folosirea îndelungată)

Se deosebesc două tipuri de duritate:

duritatea temporară ("carbonatată"), care se datorează bicarbonaților de calciu și magneziu;

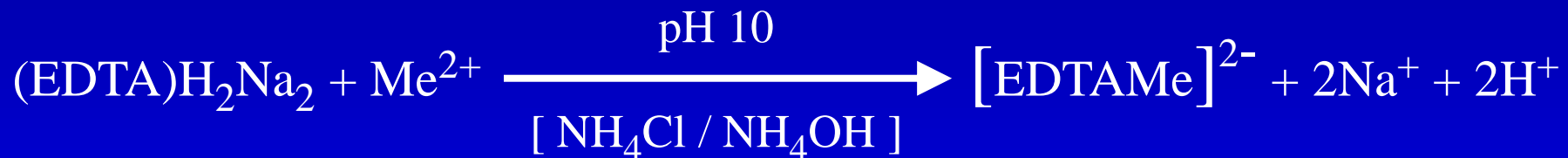
duritatea permanentă ("necarbonatată"), care se datorează prezenței altor săruri de calciu și magneziu (azotat, sulfat, clorură etc.).

Suma celor două durități reprezintă *duritatea totală*.

Exprimarea durtății:

- grade germane (1 gr. G = 10 mg CaO/l);
- grade franceze (1 gr. F = 10 mg CaCO₃/l).

Determinarea durtății totale: se execută prin titrare cu (EDTA)H₂Na₂ în prezența indicatorului negru de Eriocrom (viraj: de la roșu la albastru).



Durtatea totală, exprimată în grade germane, se calculează cu relația de mai jos:

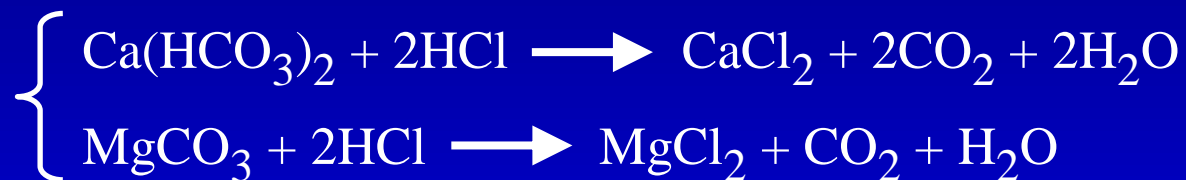
$$\text{gr. germane} = \frac{V \cdot F \cdot 0,561}{v \cdot 10} \cdot 1000$$

V - volumul (ml) de soluție 0,01 M
(EDTA)H₂Na₂ consumat la titrare;

F - factorul soluției de (EDTA)H₂Na₂;

v - volumul (ml) probei de apă.

Determinarea durtății temporare: se realizează prin titrarea bicarbonaților și carbonaților de calciu și magneziu cu un acid mineral (acid clorhidric 0,1 M) în prezența indicatorului acido-bazic "metilorange" (viraj: de la galben la galben-portocaliu).



Duritatea temporară, exprimată în grade germane, se calculează cu relația de mai jos:

$$\text{gr. germane} = \frac{V \cdot F \cdot 2,8}{v \cdot 10} \cdot 1000$$

V - volumul (ml) de soluție 0,1 M
HCl consumat la titrare;

F - factorul soluției de HCl;

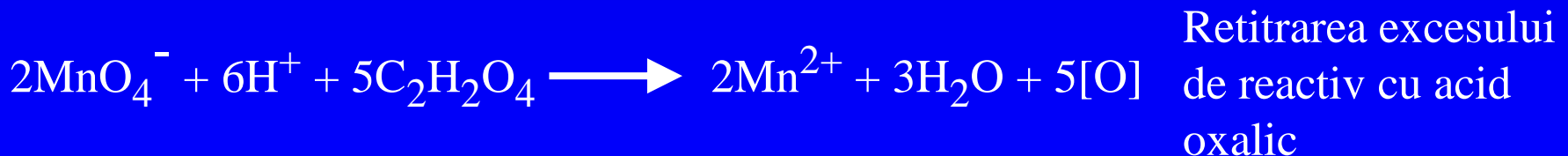
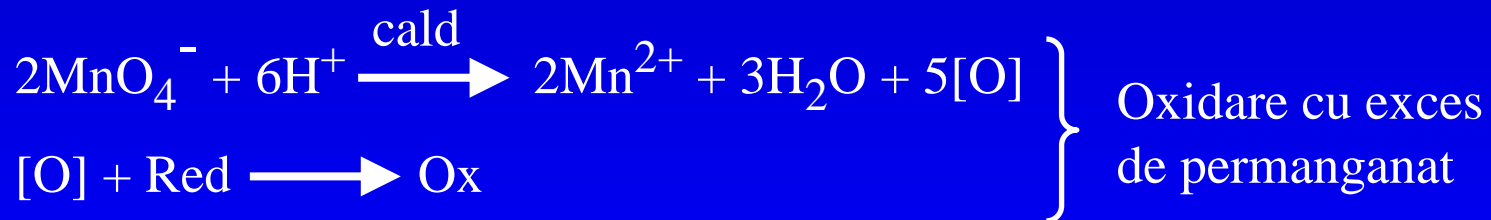
v - volumul (ml) probei de apă.

Substanțe oxidabile Acest parametru global exprimă cantitatea de substanțe organice (oxidabile) în proba de apă.

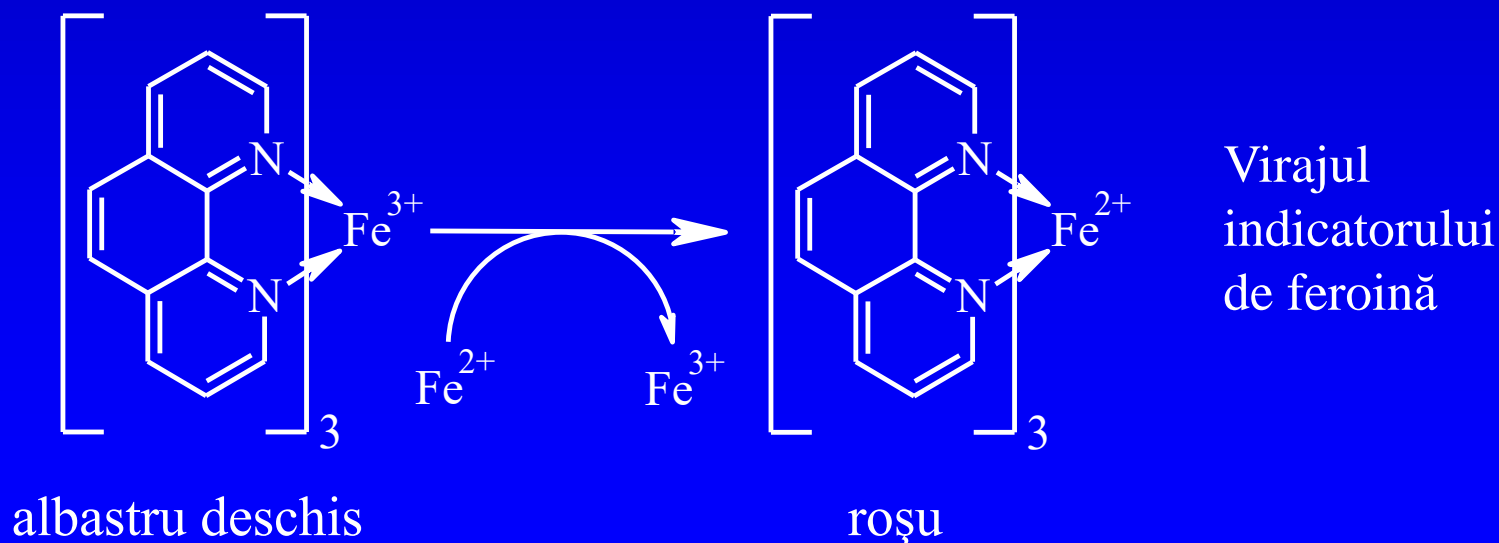
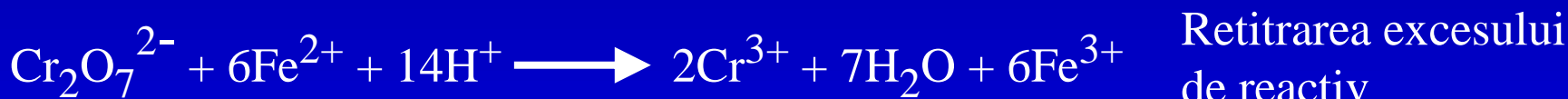
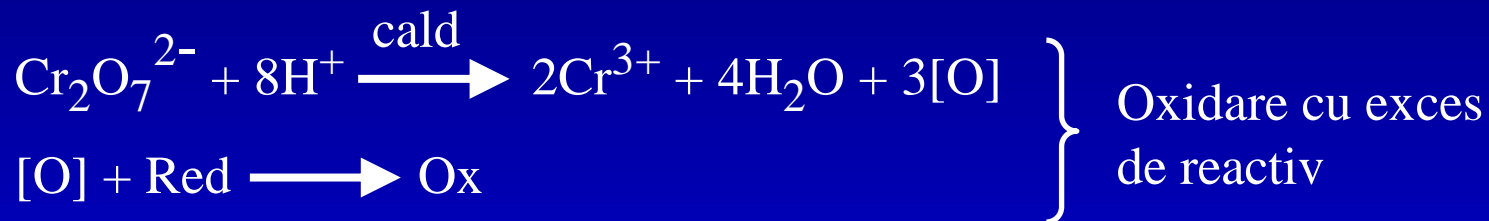
Importanța acestui parametru constă în faptul că prezența în apă a compușilor organici oxidabili favorizează dezvoltarea unor germeni patogeni.

Determinare:

1) determinare prin titrare la cald cu soluție KMnO_4 în mediu acid. Soluția KMnO_4 este adăugată în exces; după terminarea reacțiilor de oxidare excesul de KMnO_4 se retitrează cu soluție de acid oxalic (punctul de echivalență este indicată prin decolorarea soluției).



2) determinare prin titrare cu soluție de $K_2Cr_2O_7$ în mediu acid; excesul de reactiv se retitrează cu sare *Mohr* în prezența indicatorului de feroină. În procesul de retitrare, ionul Fe^{2+} din sarea *Mohr* se oxidează la ionul Fe^{3+} (viraj: de la albastru deschis la roșu).



Azot total - este un parametru global care exprimă cantitatea de azot din compușii organici și din substanțele minerale ale probei de apă (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , CN^- etc.)

Determinarea analitică: implică următoarele etape:

- reducerea azotului până la NH_3 ;
- separarea amoniacului din probă prin distilare (antrenare cu vapori de apă);
- captarea amoniacului în soluție acidă (H_2SO_4);
- titrarea acidului rămas în vasul de captare, cu soluție NaOH (0,1 M) în prezența indicatorului roșu de metil

Operații de modificare a parametrilor globali de calitate ai apei

În vederea ameliorării parametrilor de calitate, apa este supusă unor procese fizice și/sau chimice. Cele mai importante procedee de tratare a apei:

Reducerea salinității

- distilare;
- electroliză;
- reținerea ionilor pe rășini scumbătoare de ioni (cationit și/sau anionit)

Îndepărtarea gazelor dizolvate (CO_2 , H_2S , O_2 , O_3)

- filtrarea apei prin strat de calcar;
- tratarea apei cu var (hidroxid de calciu) (CO_2 se îndepărtează ca CaCO_3 practic insolubil), urmată de pulverizare în turnuri speciale (pentru îndepărtarea H_2S)
- filtrare prin strat de aşchii de oţel (îndepărtarea excesului de O_2 și O_3 dizolvat).

Ameliorarea gustului / mirosului apei

- filtrare prin strat de cărbune activ;
- tratare cu CuSO_4 (0,1 - 1 mg/L)

Dezinfectarea apei (îndepărtarea microorganismelor)

Metode fizice:

- ultrasunete;
- radiații UV;
- radiații ionizante (radiații X, radiații γ)

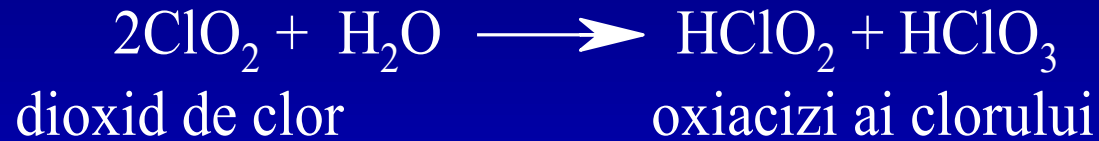
Metode chimice:

a) Clorinare

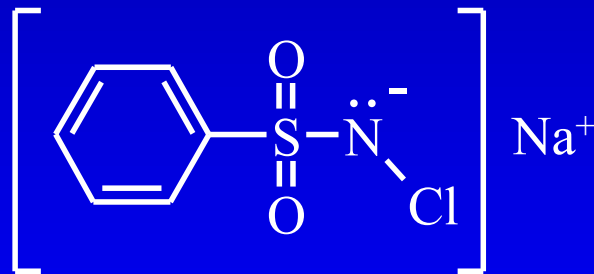
- cu clor gazos (Cl_2);
- cu "var cloros" (hipoclorit de calciu, $\text{Ca}(\text{ClO})_2$);
- cu hipoclorit de sodiu (NaClO);

Clorinare (continuare)

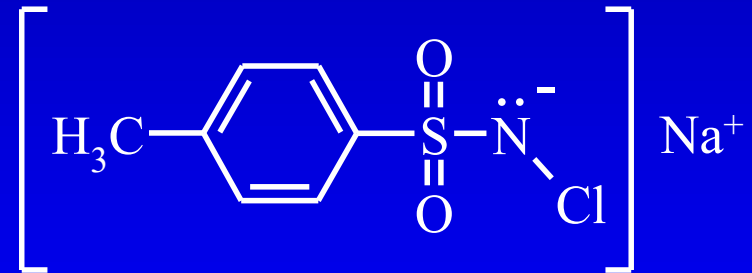
- cu dioxid de clor (ClO_2);



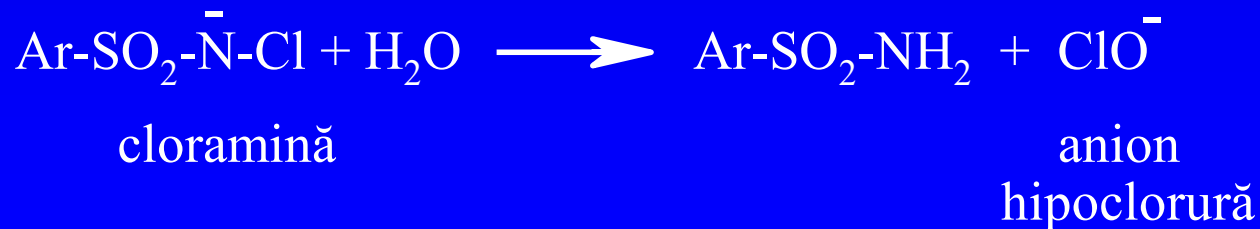
- cu cloramine (cloramina T , cloramina B)



" Cloramina B "



" Cloramina T "



Clorinare (continuare)

Clorinarea apei este contraindicată dacă conține fenol sau derivați fenolici, deoarece în acest caz se formează derivați fenolici clorurați (foarte toxici).

Dacă în urma clorinării conținutul de clor depășește 0,5 mg/L , apa se declorinează prin tratare cu tiosulfat alcalin:



b) Ozonizare (tratarea apei cu aer ozonizat, 3 - 4 g O₃/m³)

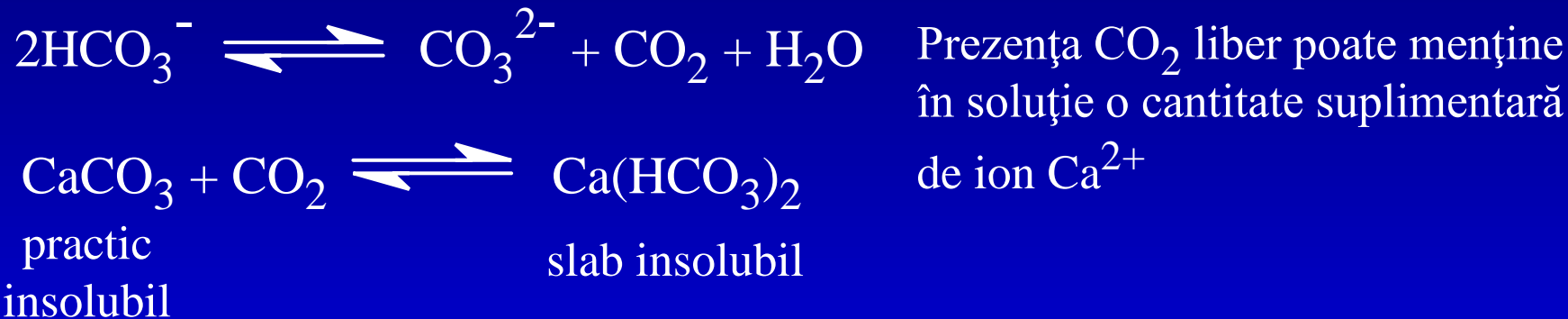
Această metodă de tratare prezintă, în comparație cu clorinare, următoarele avantaje:

- viteza de dezinfecție este mai mare;
- excesul de O₃ se descompune fără a genera produși nocivi

c) **Tratare cu argint metalic** Argintul metalic este depus pe particule de nisip. În contact cu apa, se eliberează ioni Ag⁺ care inhibă înmulțirea microorganismelor.

Proprietăți chimice obiective și specifice

Cantitate de dioxid de carbon (CO₂) Dioxidul de carbon liber se află în apă în echilibru chimic cu următorii ioni: CO₃²⁻ și HCO₃⁻:



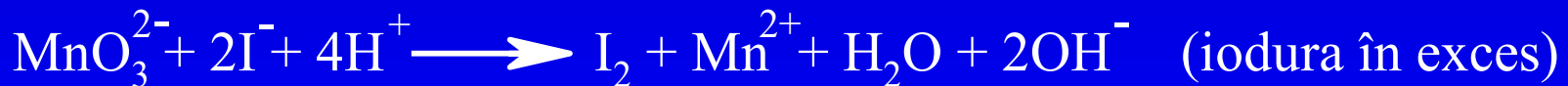
Dioxidul de carbon legat în una din formele ionice nu se manifestă prin proprietăți corosive. Cantitatea liberă de dioxid de carbon, neimplicată în echilibrul chimic de mai sus, constituie "dioxidul de carbon agresiv".

Determinarea cantitativă a dioxidului de carbon liber: se adaugă probei hidroxid de sodiu în exces iar excesul de bază se retitrează cu acid clorhidric în prezența indicatorului de fenolftaleină.

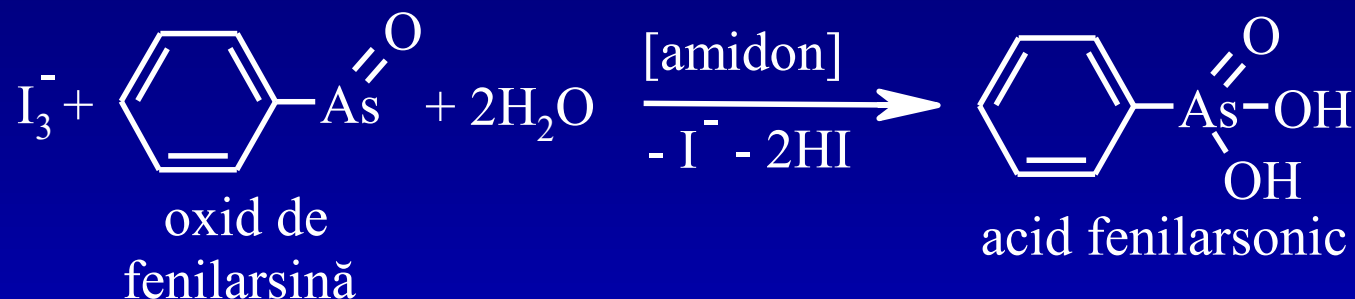


Cantitatea de oxigen dizolvat în apă (O_2) - este cel mai important parametru de calitate al apei râurilor și lacurilor. Conținutul minim necesar de oxigen în apa potabilă este 2 ppm iar în apa crescătoriilor de pești 8 ppm.

Determinare cantitativă (reacția Winkler):



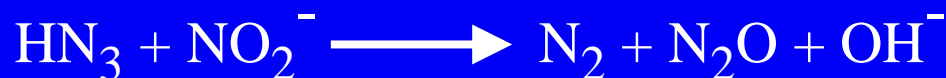
Titrarea iodului se poate efectua și cu oxid fenilarsonic:



Determinarea este deranjată de ionul azotit (NO_2^-) care oxidează cantități suplimentare de ion I_3^- la iod elementar:

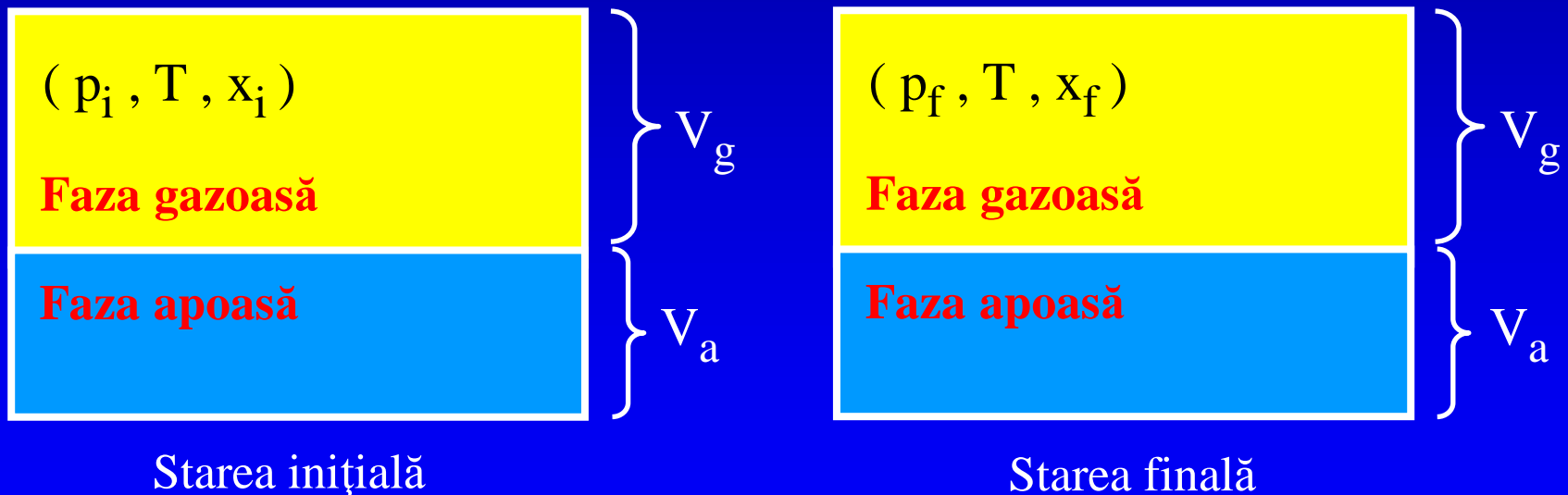


Din acest motiv, înainte de determinarea oxigenului prin metoda *Winkler*, azoții se descompun cu azidă de sodiu (NaN_3):



Consumul biochimic de oxigen (Oxygen Biochimic Necesar - OBN) - este cantitatea de oxigen (exprimată în mg) consumată de microorganismele din unitatea de volum (1 litru) de apă.

Determinare - *R.L. Alessandrano și W.G. Charaklis (1972)*: Se măsoară modificarea de presiune (Δp) într-un volum închis, în spațiul deasupra probei de apă (faza gazoasă) și se calculează masa de oxigen care s-a consumat din faza gazoasă. În apă se introduce NH_4Cl (sare nutritivă) iar CO_2 se absoarbe în LiOH .



$$\text{OBN} = \frac{\Delta p \cdot V_g \cdot M_{\text{O}_2}}{V_a \cdot R \cdot T}$$

Oxigenul chimic necesar (OCN) - reprezintă cantitatea necesară de oxigen pentru oxidarea, până la CO_2 și H_2O , a tuturor substanțelor organice solubile în apă.

Determinare:

- 2 ml probă de apă;
- 0,5 ml soluție $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (0,1 N);
- 0,03 g Ag_2SO_4 ;
- 0,03 g HgSO_4

Amestecul se închide ermetic și se încălzește la $150\text{ }^\circ\text{C}$, timp de 2 ore.

După răcire se determină spectrofotometric

- ionul Cr^{3+} la 620 nm, sau
- ionul $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ la 420 nm

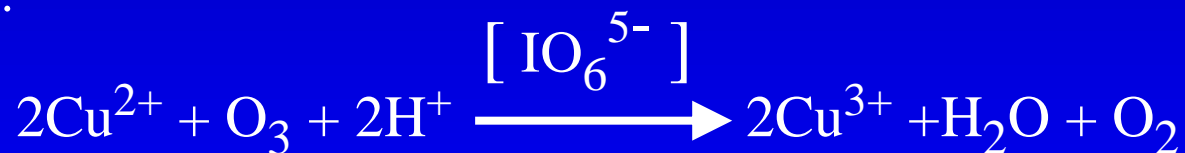
Ionul Ag^+ catalizează reacțiile de oxidare. Ionul Hg^{2+} leagă ionul Cl^- în forma HgCl_2 greu disociabilă (măsură necesară pentru a evita oxidarea ionului Cl^- la Cl_2).

Cantitatea de ozon dizolvat în apă (O_3) O_3 este un oxidant mai puternic decât O_2 . Ozonul poate fi prezent în apa potabilă ca urmare a proceselor de dezinfectare cu ozon (ozonizare). Ozonul este o substanță toxică. Absoarbe radiațiile ultraviolete în domeniul 248 - 250 nm.

Determinare:

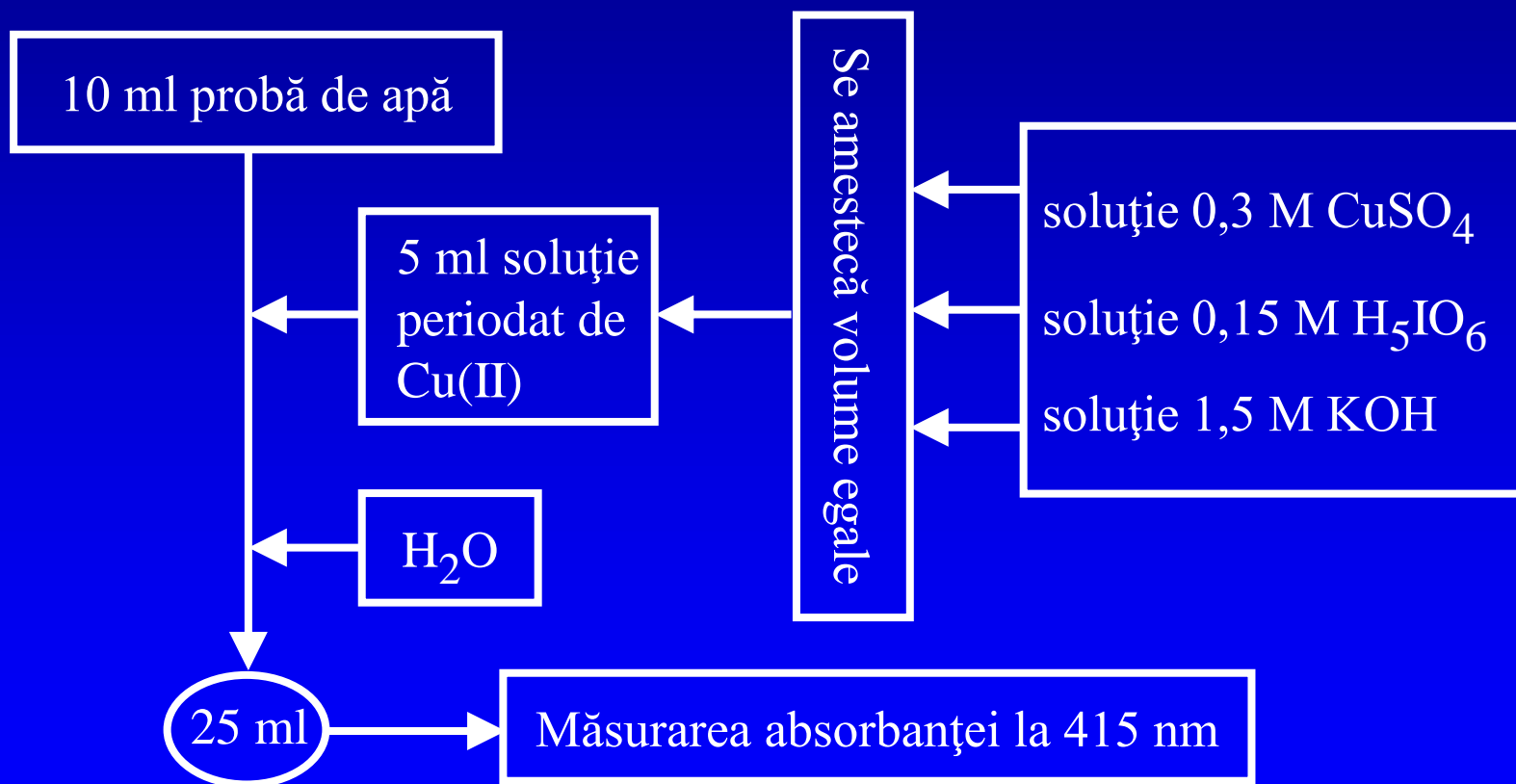
1) Metoda bazată pe formarea periodatului de cupru (*Wagnerova D.M., Eckschlager K., Siska V. Coll. Czech. Comm., 1967, 32, 4032*)

În prezența periodaților ozonul oxidează ionul Cu^{2+} la starea de oxidare Cu^{3+} .



Periodatul de Cu(III) se poate spectrofotometra (maxim de absorbanță la 415 nm). Metoda este specifică pentru ozon; oxigenul dizolvat în apă nu deranjează determinarea. Limita de detecție, declarată de autori este: 5 μg O_3 / 10 ml probă.

Schema de mai jos redă succesiunea operațiilor în procesul de determinare a ozonului și a modalitatea preparării soluției de periodat de Cu(II).



2) Metoda bazată pe formarea pirofosfatului complex
(*Hofmann P., Stern P. Anal. Chim. Acta, 1969, 45, 149*)

În mediu de acid sulfuric ozonul oxidează cantitativ (în aproximativ 3 minute) manganul complexat cu acid pirofosforic, din starea de oxidare 2+ la starea de oxidare 3+.



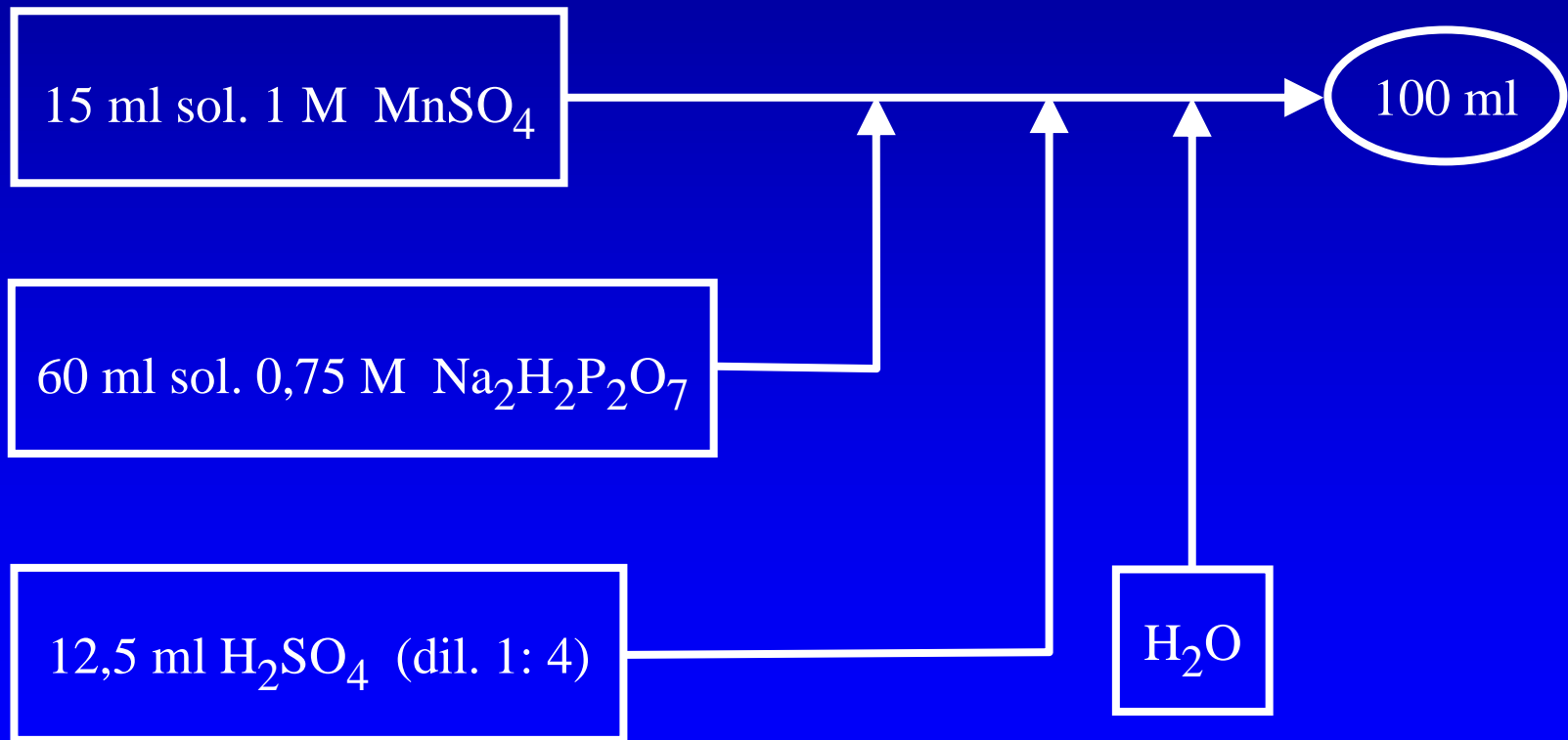
Pirofosfatul complex de Mn(II) nu reacționează cu HClO_4 , ClO_3^- , ClO_4^- .

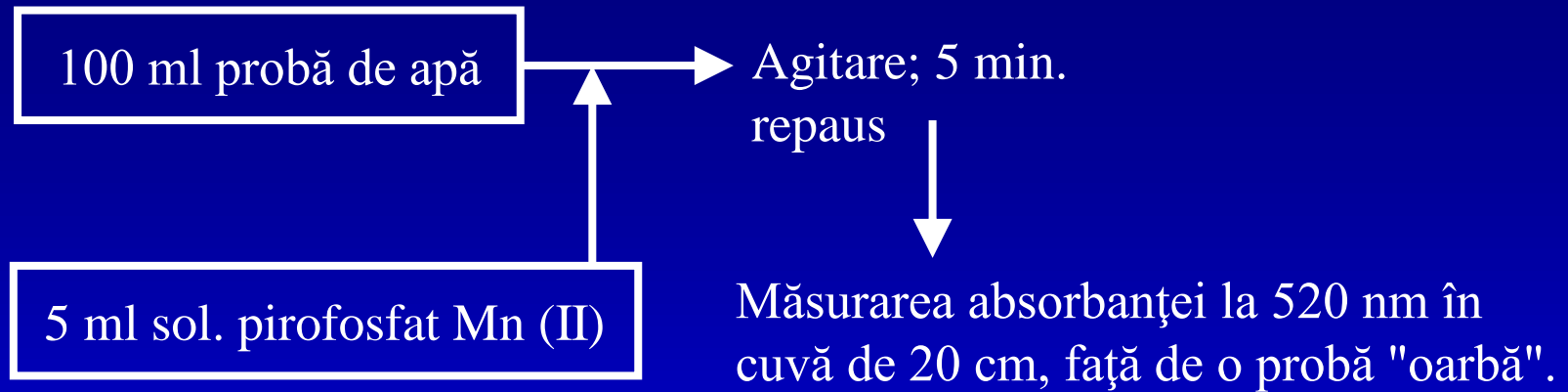
Reacționează cu ClO_2 dar foarte lent, deci reacția poate fi considerată practic specifică pentru O_3 .

Limita de detecție a ozonului, cu această metodă, este: 1 mg O_3 / litru probă.

Schema etapelor determinării:

a) Prepararea soluției de pirofosfat de Mn(II)



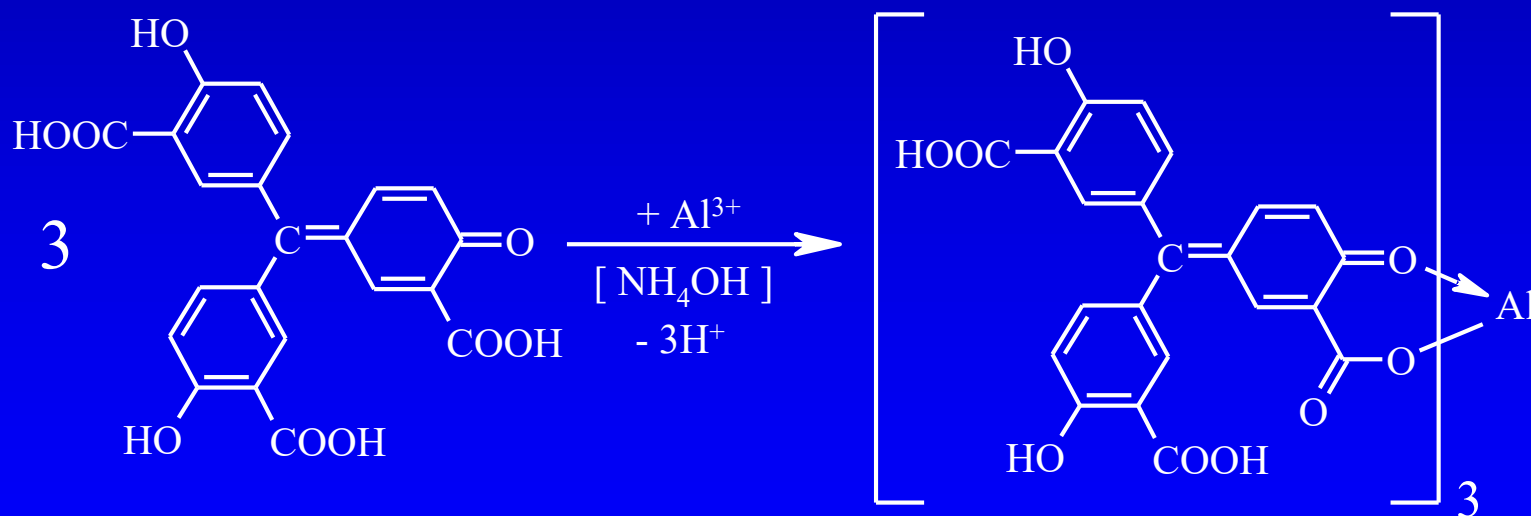
b) Execuatarea determinării

Ionul Al^{3+} în apă Ionul Al^{3+} apare în apă ca urmare a contactului apei cu roci, argilă sau pământ cu conținut de oxid sau silicat de aluminiu. Poate să apare în apa potabilă (până la 20 - 50 $\mu g/\Lambda$), în urma operațiilor de tratare a apei cu alaun (reținerea suspensiilor pe suprafața precipitatului de hidroxid de aluminiu). La expunere continuă, aluminiul produce diferite afecțiuni (exemplu este incriminat în producerea bolii *Alzheimer*).

Determinare: Cu sarea de amoniu a acidului aurintricarboxilic ("aluminonă") se formează un complex roșu (un lac), spectrofotometrabil la 530 nm (Armeanu V., Niculescu J., Brasareanu D. **Rev. Roum. Chim.**, 1973, 24, 369).

Stabilitatea complexului depinde de pH-ul mediului, de temperatura, de concentrația reactivului și de prezența sau absența unui coloid protector. Valoarea optimă a pH-ului este 5,3 (tampon acetat alcalin - acid acetic) iar intensitatea culorii devine maximă după 15 minute la temperatura camerei.

La lungimea de undă indicată (530 nm) și în condiții optime de execuție complexul colorat are absorbivitatea molară egală cu



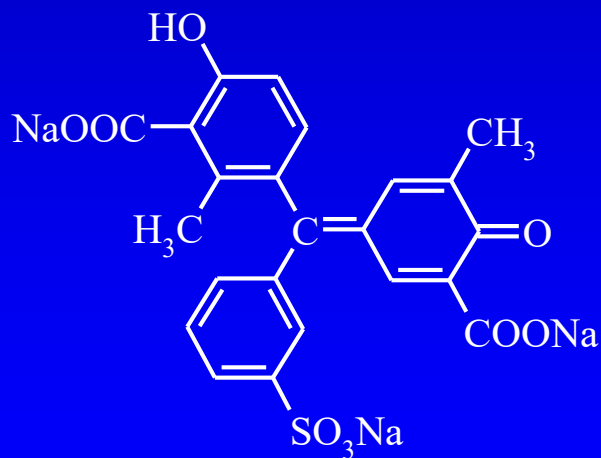
complex roșu

$$\varepsilon(530 \text{ nm}) = 11000 \text{ l}/(\text{mol}\cdot\text{cm})$$

Un reactiv cu structura înrudită cu cea a aluminonei, utilizat pentru determinarea cantitativă spectrofotometrică a ionului Al^{3+} , este "Eriocrom cianin R":

$\epsilon(535 \text{ nm}) = 74.103 \text{ l/mol}\cdot\text{cm}$).

Interferența cu alți ioni este prevenită prin eliminarea ionilor metalelor grele din proba de apă prin alegerea convenabilă a pH-lui amestecului de reacție.



“ Eriocrom cianin R “

Altă metodă pentru determinarea aluminiului se bazează pe formarea unui compus cu fluorescență verde cu reactivul "Morin". Reacția este foarte sensibilă permițând determinarea urmelor de aluminiu. Ioni de Ga, In, Be, Th, Sc și Zr produc fluorescență similară care însă se poate distinge de cea a aluminiului

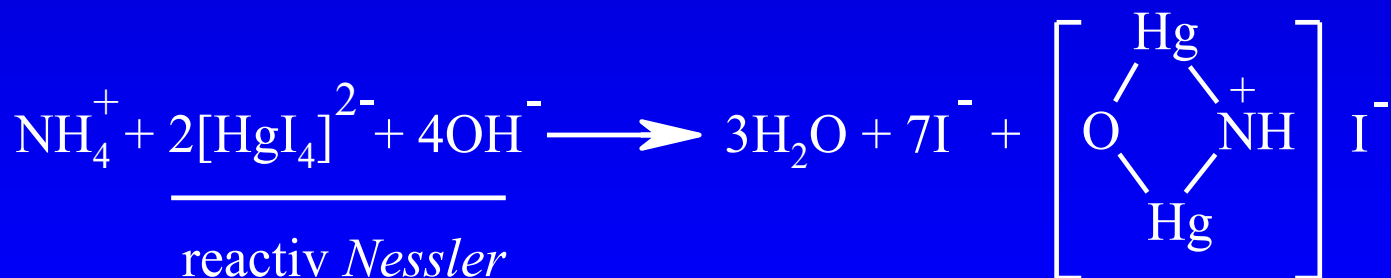


“ Morin “

Ionul NH_4^+ în apă

Unele ape minerale conțin ionul de amoniu. Mai poate apare în apa potabilă ca urmare a degradărilor biologice sau datorită poluării în unele zone industriale. Concentrația maximă admisă a ionului amoniu în apa potabilă este 5 mg/L.

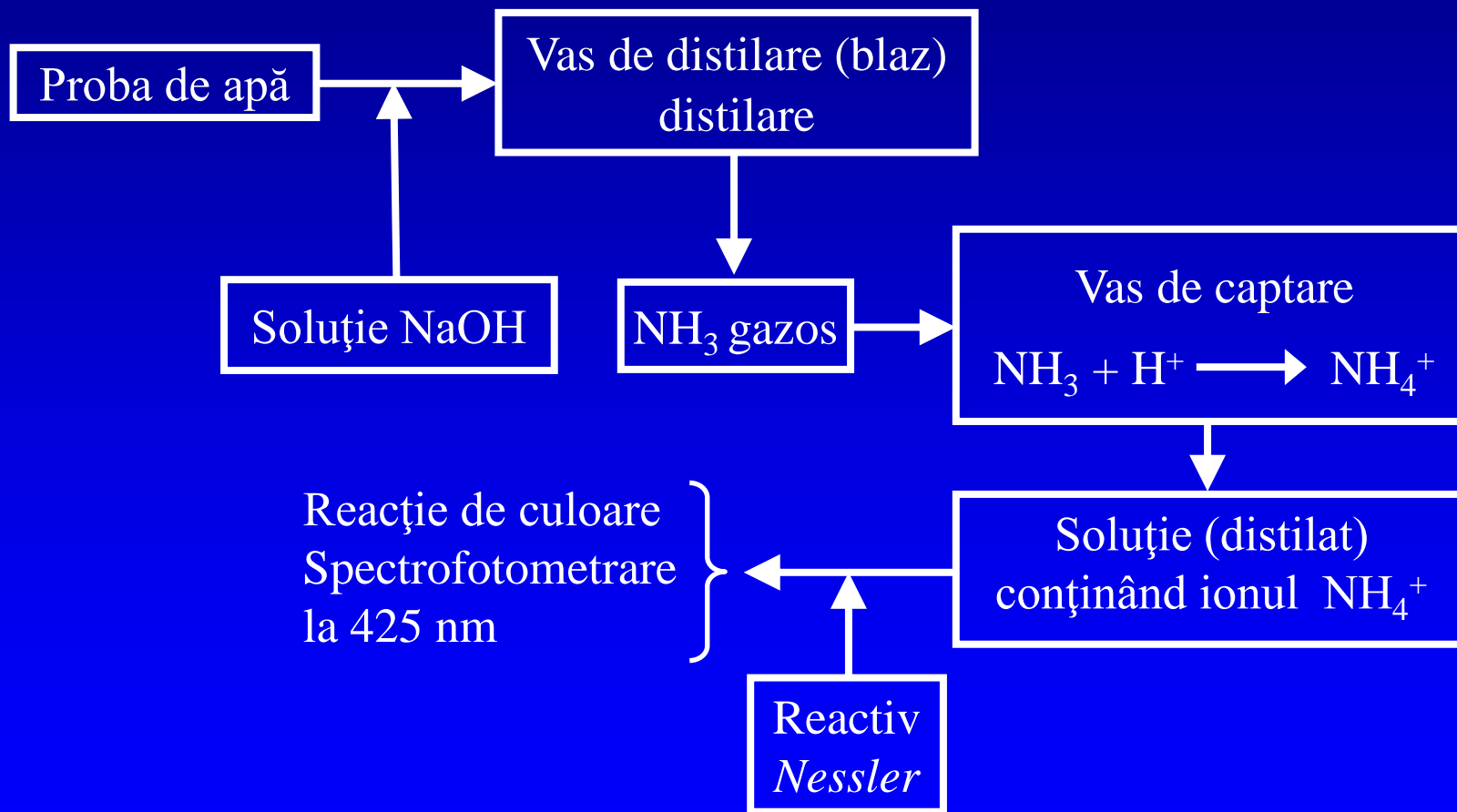
Determinare: Probele de apă se alcalinizează, după care se distilă un volum suficient de mare pentru a antrena practic întreaga cantitate de amoniac eliberat din proba alcalinizată. Alți ioni anorganici rămân în blaz, astfel amoniacul este izolat. În vasul de colectare se introduce o soluție acidă pentru a capta amoniacul în forma de cation amoniu. Determinarea se bazează pe reacția dintre ionul amoniu și reactivul *Nessler* (hidroxid de tetraiodomercuriat).



La cantitate mare de ion amoniu se formează un precipitat maro

culoare galbenă
(max. la 425 nm)

Determinarea cantitativă a ionului amoniu (continuare)

Etapale executarii analizei

Arsen în apa potabilă

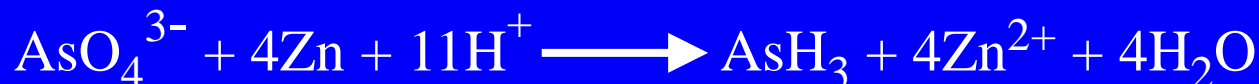
Arsenul poate să fie prezent în apele naturale ca anion arsenit (AsO_3^{3-}) sau ca anion arseniat (AsO_4^{3-}).

Determinare

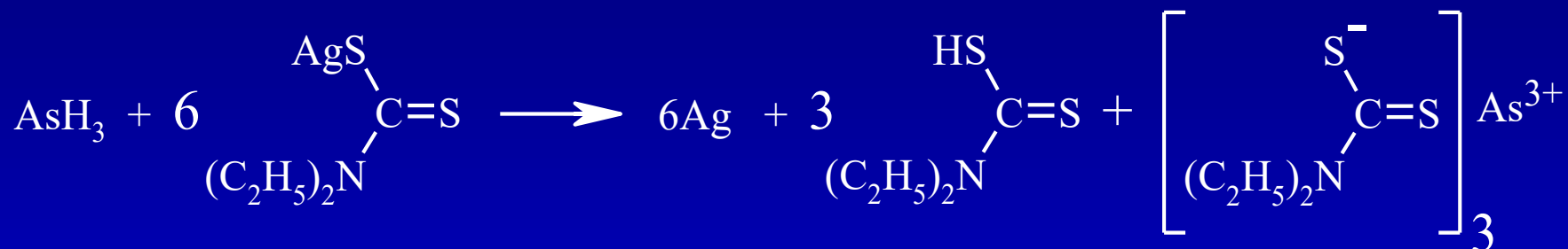
1) Determinare fotometrică cu dietil-ditiocarbamat de argint

(Bode H., Hachmann K. **Z. Anal. Chem.**, 1967, **229**, 261 și 1968, **241**, 18)

Anionii arsenit și arseniat sunt reduși (cu Zn și HCl) la arsină (AsH_3), un compus volatil care este izolat din probă prin distilare (fierbere 15 min.) și captat în soluție de dietil-ditiocarbamat de argint în piridină (sau în amestec cloroform-efedrină).



Arsina (AsH_3) reacționează cu dietil-ditiocarbamatul de argint și se formează un sol (coloid) de argint (în stare de oxidare zero), stabil, roșu-brun, spectrofotometrabil, la 540 nm.



Absorbivitatea molară a solului la lungimea de undă de 540 nm este $13,5 \cdot 10^3 \text{ dm}^3/(\text{mol} \cdot \text{cm})$. Efectul deranjant al H_2S și PH_3 se poate înlătura trecând vaporii, în timpul distilării, printr-un strat de vată îmbibată cu soluție de acetat de plumb. Ionul Cu^{2+} în cantitate mare deranjează determinarea.

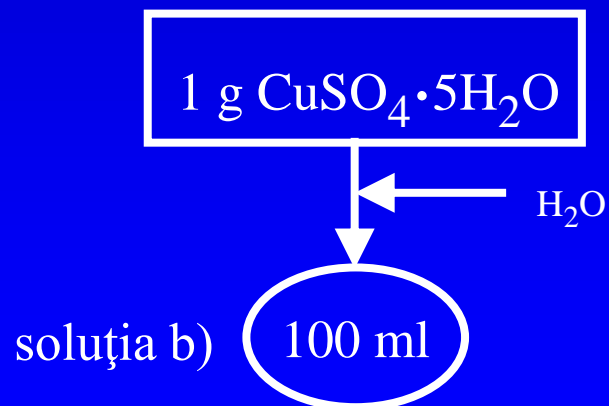
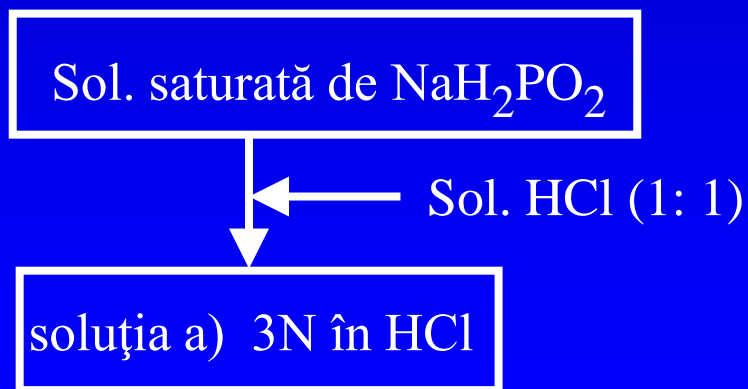
2) Arsina rezultată din reducerea cu Zn și HCl se poate determina cantitativ prin spectrometrie de absorbție atomică la lungimea de undă de 193,70 nm sau de 197,20 nm. Prin această tehnică se poate depista arsenul în concentrații de ordinul 0,00002 ppm.

3) Determinare bazată pe reducerea diferitelor forme de oxidare ale arsenului la arsen elementar coloidal, urmată de măsurarea absorbantei la lungimea de undă de 612 nm a solului de arsen (*Evans R.S. Analyst, 1929, 54, 524*).

Prepararea soluțiilor

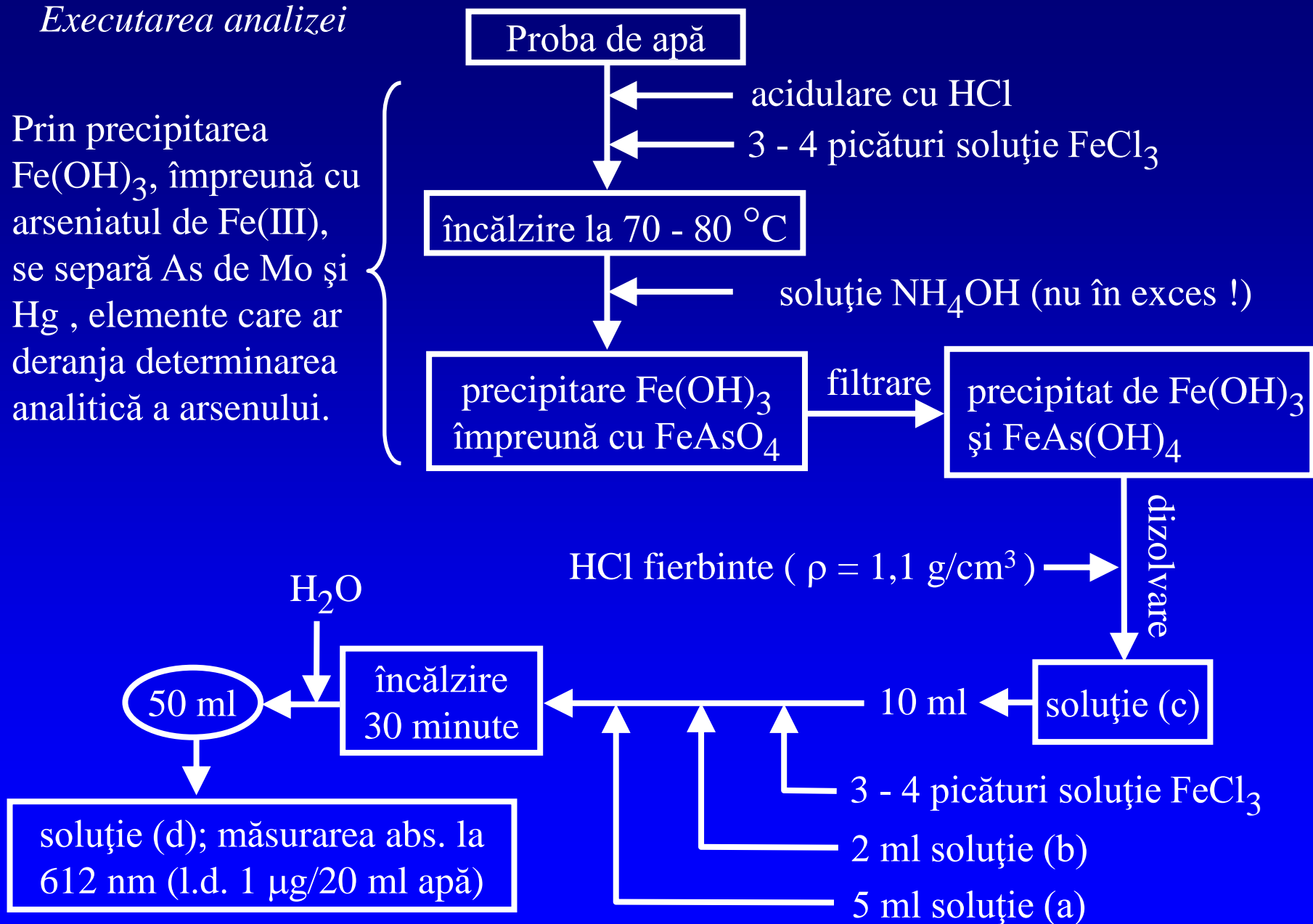
Soluția a): Se prepară un amestec format din soluție saturată de hipofosfit de sodiu și acid clorhidric astfel încât soluția rezultată să fie 3N în raport cu acidul clorhidric.

Soluția b): 1 gram sulfat de cupru (cu 5 molecule de apă de cristalizare) se dizolvă în apă distilată într-un balon cotat de 100 ml, iar după dizolvare se aduce conținutul balonului cotat la semn cu apă distilată.



Executarea analizei

Prin precipitarea $\text{Fe}(\text{OH})_3$, împreună cu arseniatul de Fe(III), se separă As de Mo și Hg, elemente care ar deranja determinarea analitică a arsenului.

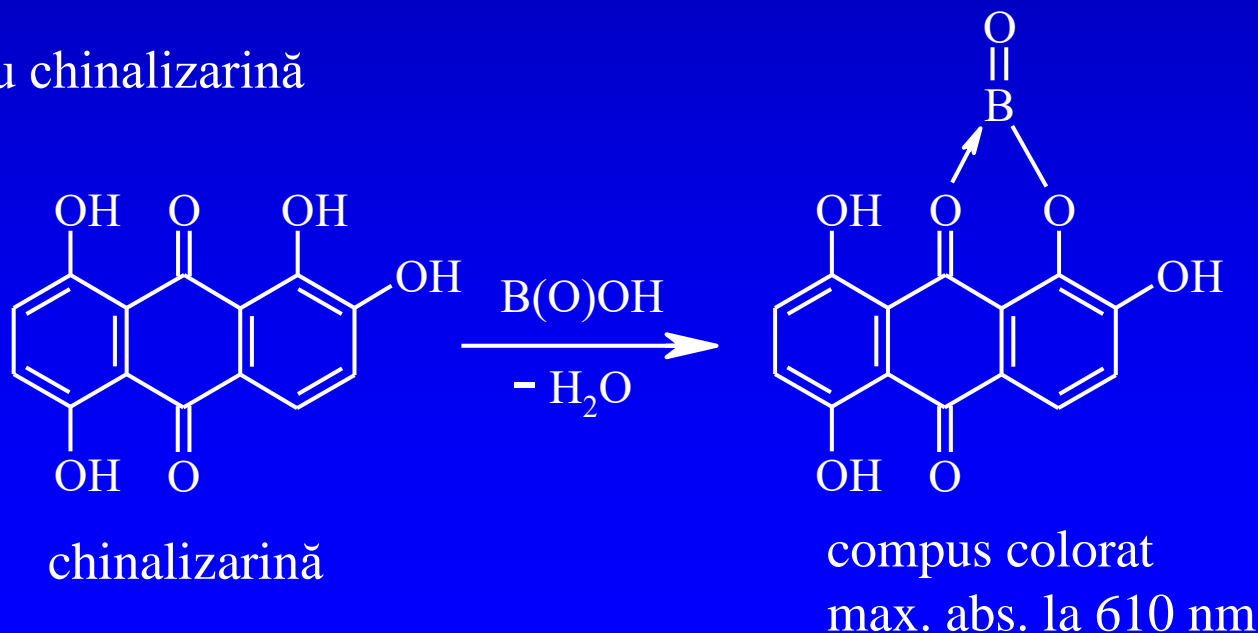


Bor în apa potabilă

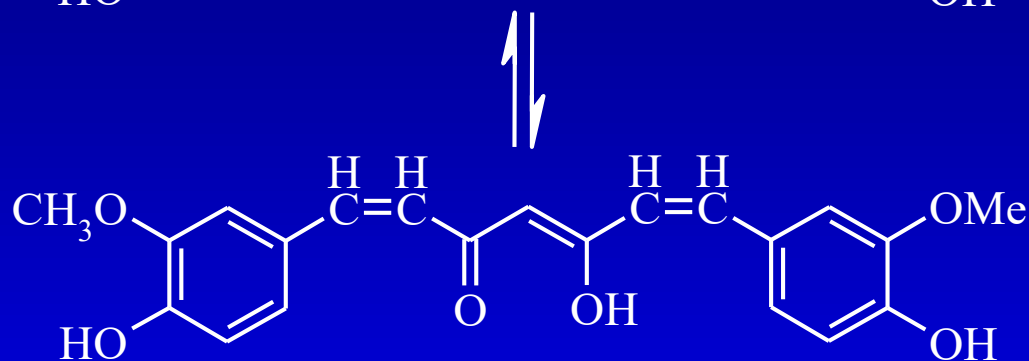
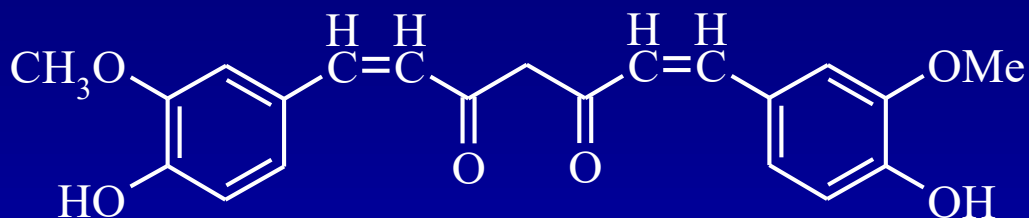
Borul poate fi prezent în unele ape minerale în forma de anion borat (BO_3^{3-}) sau ca anion metaborat (BO_2^-). Borul este toxic pentru om (concentrația maximă admisă este ~ 1 ppm). La concentrații mai mari afectează sistemul nervos central, produce hipertensiune și acționează specific asupra hipofizei. În mediu de acid sulfuric borul (în forma de acid boric sau metaboric) formează, cu unii coloranți, compuși stabili, colorați.

Determinare

1) reacție cu chinalizarină



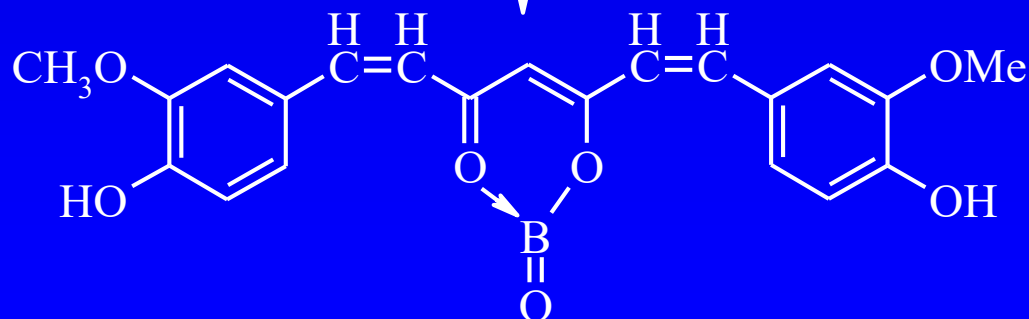
2) reacție cu curcumină



Compus galben
(curcumină)

$B(OH)_3$

$- 2H_2O$

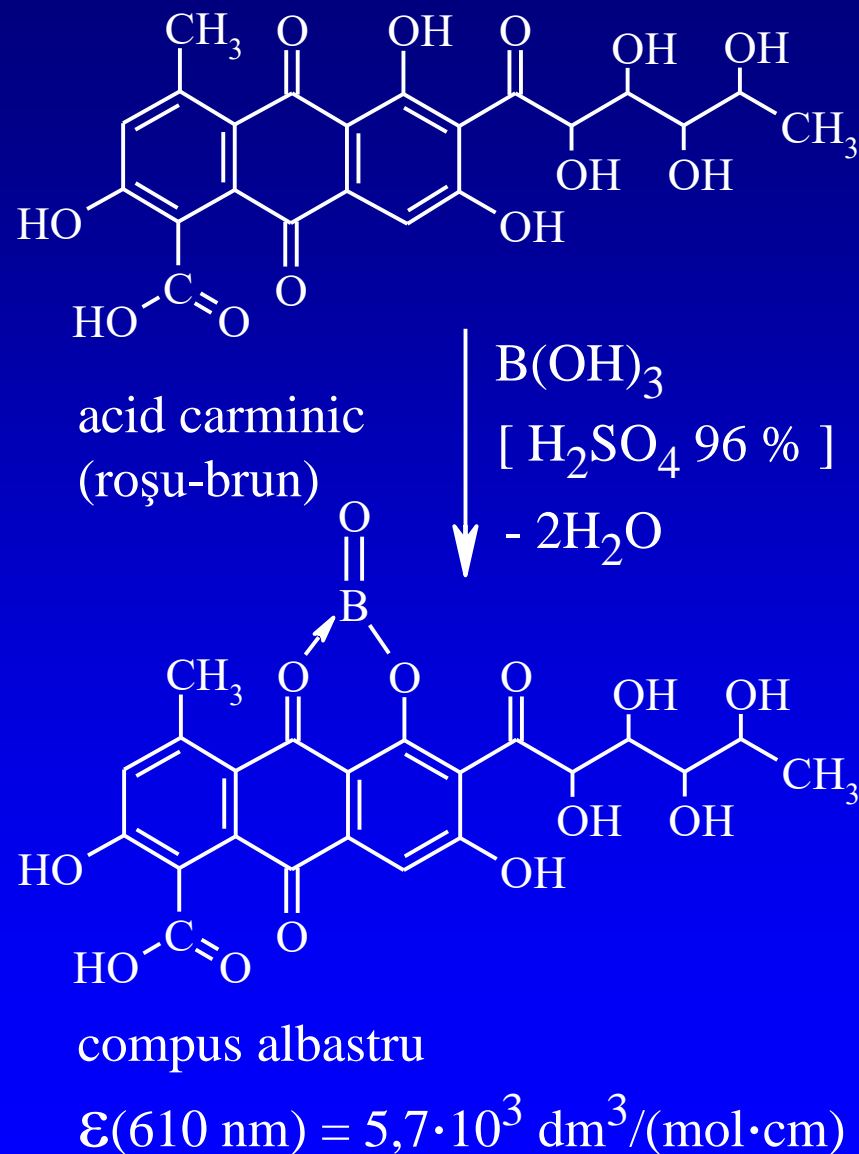


Compus
roșu-brun
(rubrocurcumină)
max. abs. la 555 nm

Reacția se execută în mediu slab acid. Această reacție constituie cea mai sensibilă metodă pentru depistarea borului. În funcție de condițiile de reacție se formează fie rozocianină cu absorbție maximă la 555 nm, având absorbivitate molară foarte mare, $180 \cdot 10^3 \text{ dm}^3/(\text{mol} \cdot \text{cm})$, în care fiecare atom de bor leagă 2 molecule de curcumină, fie rubrocurcumină (redată mai sus), care se formează în prezența de acid oxalic și conține numai o singură moleculă de curcumină per atom de bor. Evident, în cel de-al doilea caz sensibilitatea este numai jumătate din sensibilitatea realizată în primul caz. Toate substanțele care pot forma complex cu bor, sau poate descompune curcumina prin oxidare, deranjează determinarea. Sărurile metalelor grele diminuează intensitatea de culoare. Anionii fluorură, perclorat, azotat și azotit deranjează de asemenea determinarea. Pentru evitarea interferențelor determinarea propriu-zisă este precedată de izolarea borului din probă prin distilare ca ester metilic sau prin extracție în amestec metanol - diizopropil eter.

3) reacție cu acid carminic

Reacția oferă sensibilitate foarte avansată. Interferența cu anionii azotat și azotit se poate elimina prin adăugarea câtorva picături de acid clorhidric. Determinarea nu este deranjată de prezența ionilor elementelor Al, Be, Ce, Fe, Ge, Mo, Si, U, V. De asemenea, nu deranjează NH_3 , anionul fluorură și anionul fosfat.

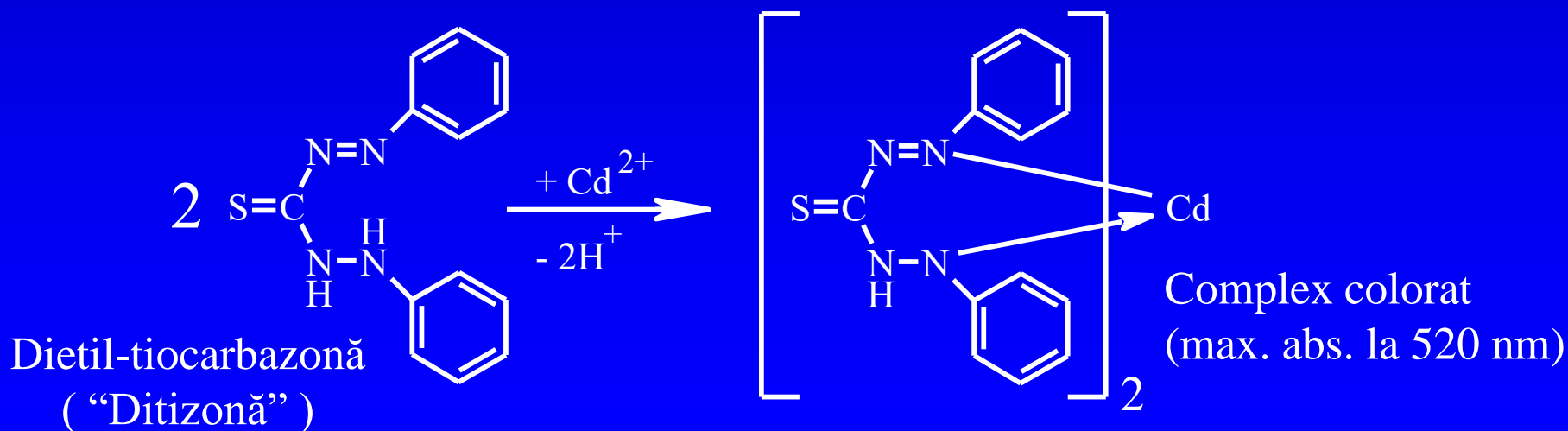


Cadmiu în apa potabilă

Cadmiu este un element foarte toxic. Poate fi prezent în apă ca urmare a poluării industriale accidentale. Concentrația maximă admisă este $10 \mu\text{g}/\Lambda$. Consumat în apa potabilă produce:

- toxicitate hepato-renală;
- inhibarea enzimelor dependente de $-\text{SH}$;
- anemie, astenie, ulceratii nazale;
- nefrită cronică;
- osteoză cadmică, fisuri osoase;
- moarte prin insuficiență respiratorie

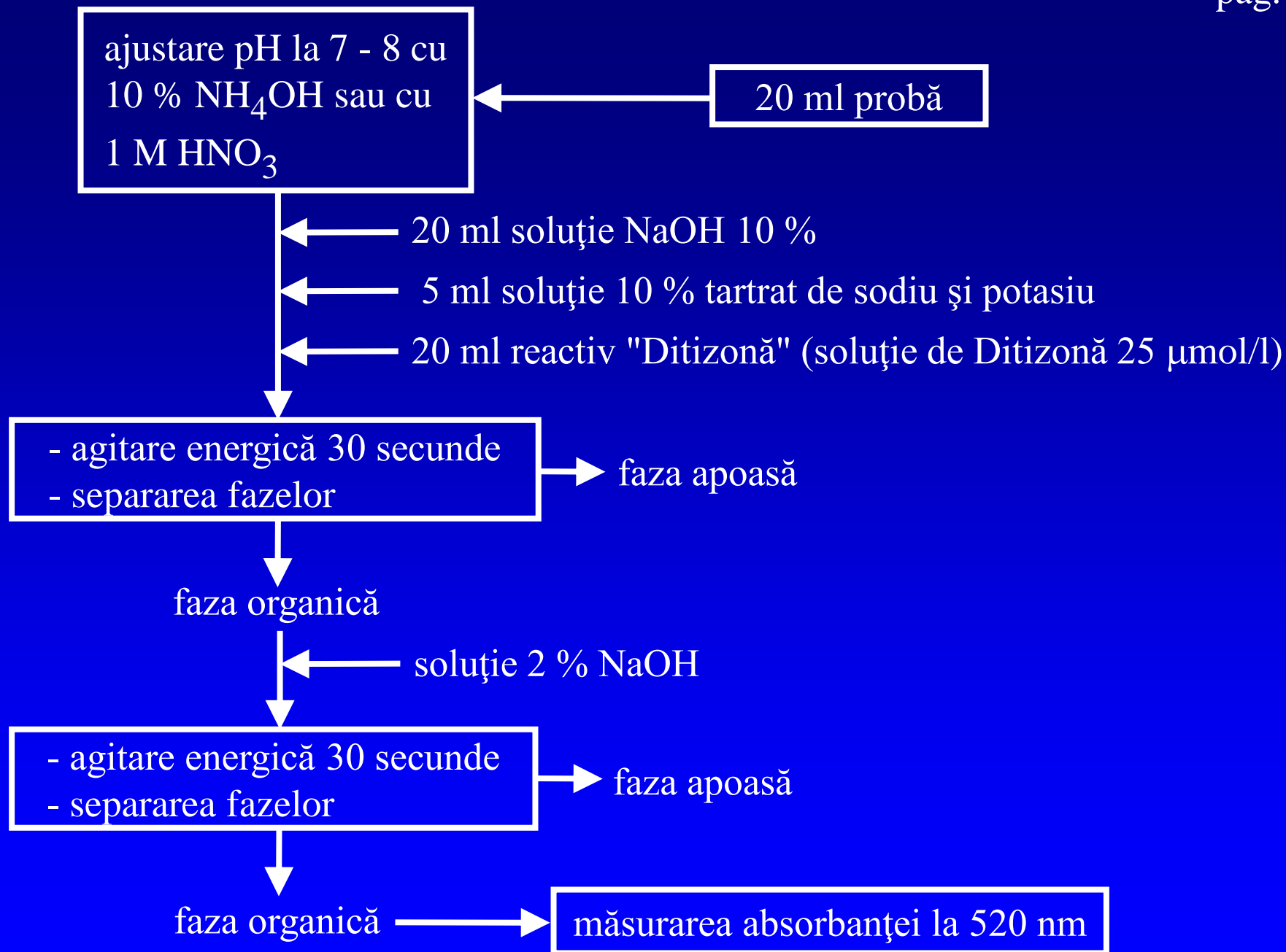
Determinare: Ionul Cd^{2+} formează chelat colorat cu difeniltiocarbazona, solubil în CCl_4 . Complexul colorat prezintă un maxim de absorbție la lungimea de undă de 520 nm. Absorbivitatea molară în soluție de CCl_4 este $85 \cdot 10^3 \text{ dm}^3/\text{mol} \cdot \text{cm}$.



Executarea analizei:

Metoda de lucru prezentată în continuare este recomandată de firma "Merck". Ditizonatul de cadmiu, spre deosebire de ditizonatul altor cationi, se descompune în prezența acizilor minerali diluați, în schimb este deosebit de stabil în mediu foarte alcalin. Drept mediu organic se recomandă tetraclorura de carbon, deoarece aceasta permite separarea ditizonaților de cadmiu și de zinc.

Determinarea descrisă mai jos nu este deranjată de cantitatea de cantitatea de 1 g a următoarelor ioni: Br^- , I^- , Cl^- , SO_3^{2-} , SO_4^{2-} , NO_3^- , acetat, Bi^{3+} , Zn^{2+} , Pb^{2+} , Tl^+ . Determinarea interferează cu ionii Cu^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Hg^{2+} , Fe^{3+} și Mn^{2+} , însă acești ioni se pot extrage în prealabil din proba de apă cu ditizonă în mediu acid.

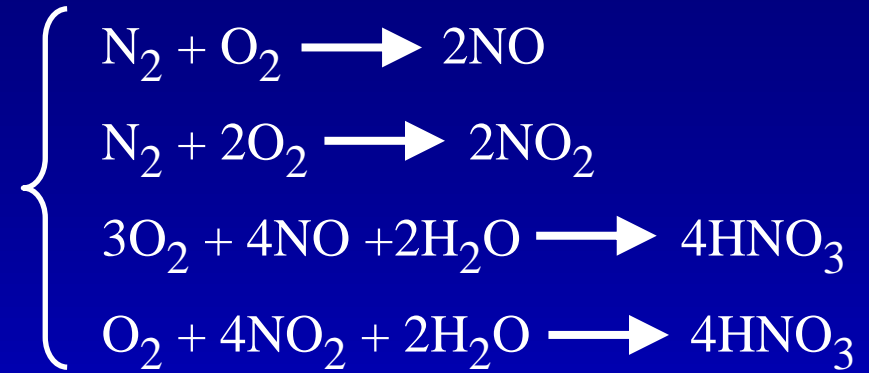


Anionul azotat în apa potabilă

Prezența ionului azotat în apă se datorează:

- descărcărilor electrice în atmosferă:

- conversiei $\text{NO}_2^- + 1/2 \text{O}_2 \longrightarrow \text{NO}_3^-$
(bacterii nitrat-formatoare);



- descompunerii unor reziduuri proteice (formarea NO_3^- este ultimul stadiu);
- depozitării și utilizării îngrășămintelor chimice în agricultură (ex. NH_4NO_3)

Acțiunea fiziopatologică a anionul NO_3^- :

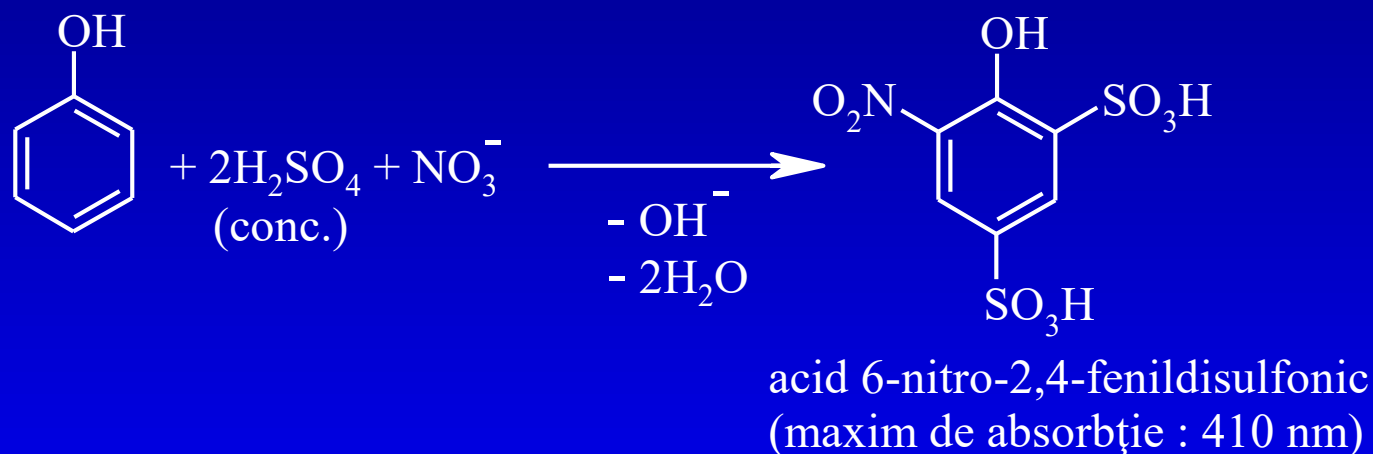
- degradează calitatea apei potabile;
- stimulează creșterea excesivă a unor alge;
- cauzează methemoglobinemie la copii (peste un prag de concentrație);
- cauzează afecțiuni respiratorii și digestive

Concentrația maximă admisă în apa potabilă (exprimată ca N elementar) este: 10 mg N/l

Determinare

1) Metoda *Chamot E., Pratt D. J. Amer. Chem. Soc., (1909), 31, 922*

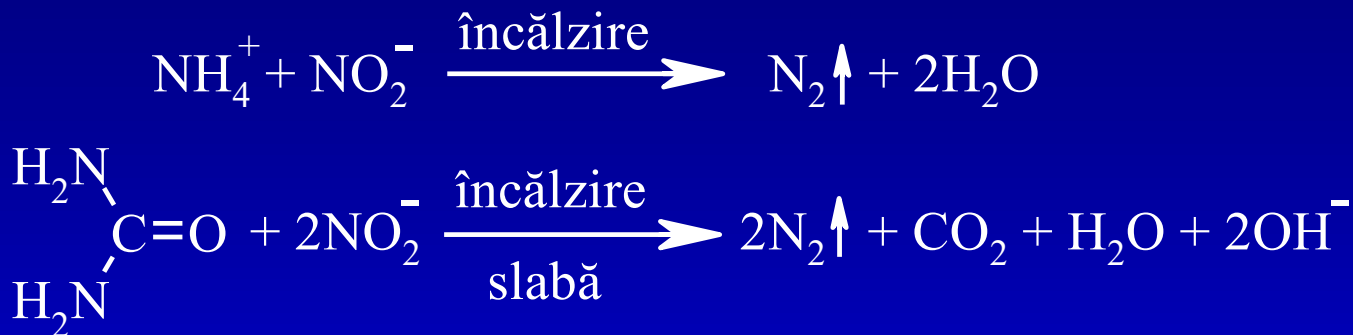
Anionul azotat, în mediu de acid sulfuric concentrat, nitrează fenolul, rezultând acid 6-nitro-2,4-fenildisulfonic, produs colorat în galben.



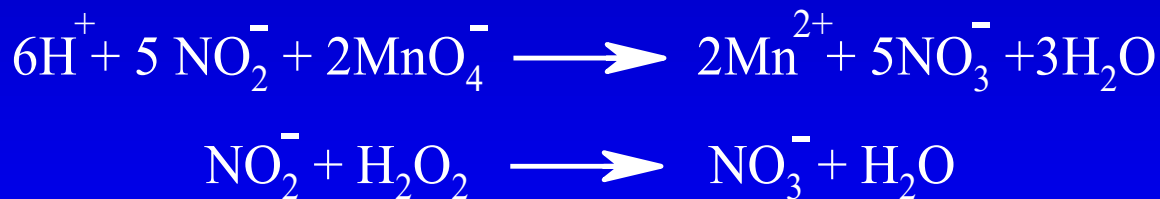
Determinarea este deranjată de:

- Compuși organici colorați. Îndepărtare acestora se realizează prin filtrare cu cărbune activ, coprecipitare cu AgCl sau coprecipitare cu $\text{Al}(\text{OH})_3$.
- Anionul azotit (NO_2^-). Acest neajuns se depășește prin descompunerea azotiților, sau prin oxidare la ionul azotat și determinarea azotitului prin diferență.

Îndepărtarea prin descompunere a ionului azotit (NO_2^-) deranjant din probă se poate realiza prin încălzirea probei cu săruri de amoniu sau cu uree:

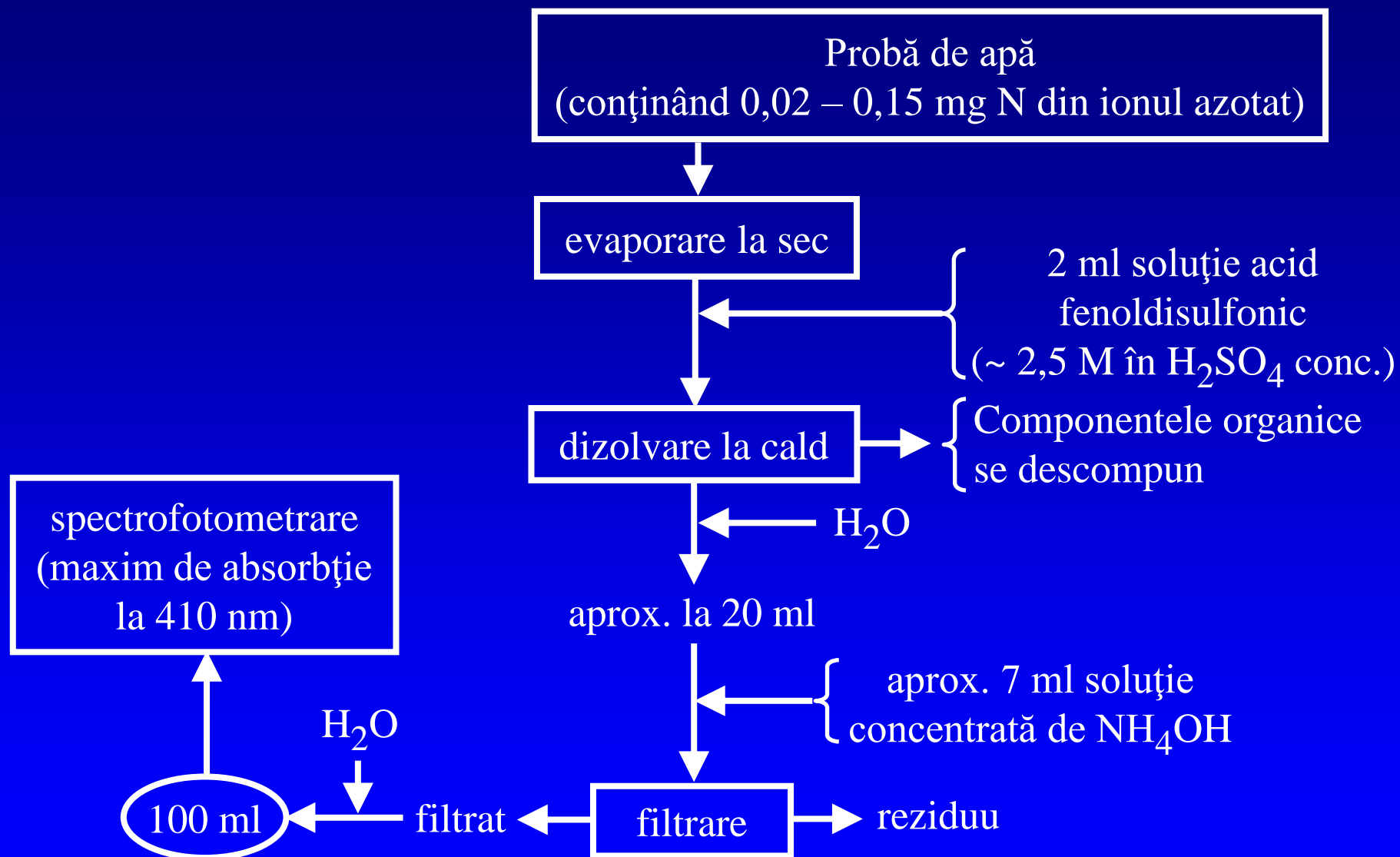


Oxidarea ionului azotit (NO_2^-) deranjant din probă la ionul azotat (NO_3^-) se poate realiza cu permanganat alcalin sau cu apă oxigenată:

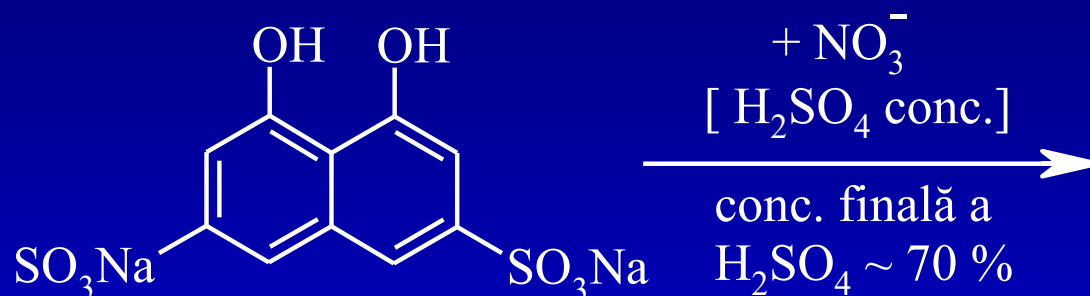


În acest caz se oxidează anionul azotit, din rezent în probă la azotat și se determină azotatul total (existent inițial în probă, împreună cu cel rezultat la oxidare). În continuare se determină, din aceeași cantitate de probă, anionul azotit (prin metoda *Griess*, vezi mai jos). Din diferența celor două determinări se poate calcula cantitatea de anion azotat din proba inițială.

Executarea determinării



2) Metoda *West P.W., Ramachandran T.P.*,:
Anal. Chim. Acta, (1966), 35, 317



1,8-dihidroxi-naftalin-
 -3,6-disulfonat de sodiu
 (sare de Na a acidului
 cromotropic)

Produs colorat cu maxim
 de absorbție la 440 nm
 (compoziție neelucidată
 complet)

Raportul molar de combinare
acid cromotropic : anion azotat
 depinde de concentrația H_2SO_4 .

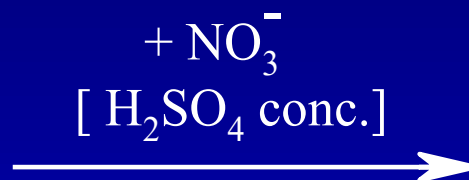
Determinarea se bazează pe formarea unui produs colorat cu sarea de sodiu a acidului cromotropic în mediu de acid sulfuric concentrat. Produsul de reacție nu a fost caracterizat univoc din punct de vedere chimic. Raportul molar de combinare dintre anionul acidului cromotropic și anionul azotat depinde de concentrația acidului sulfuric în amestecul final. Anionul azotit deranjează determinarea.

3) Determinarea anionului azotat prin reacție cu brucină

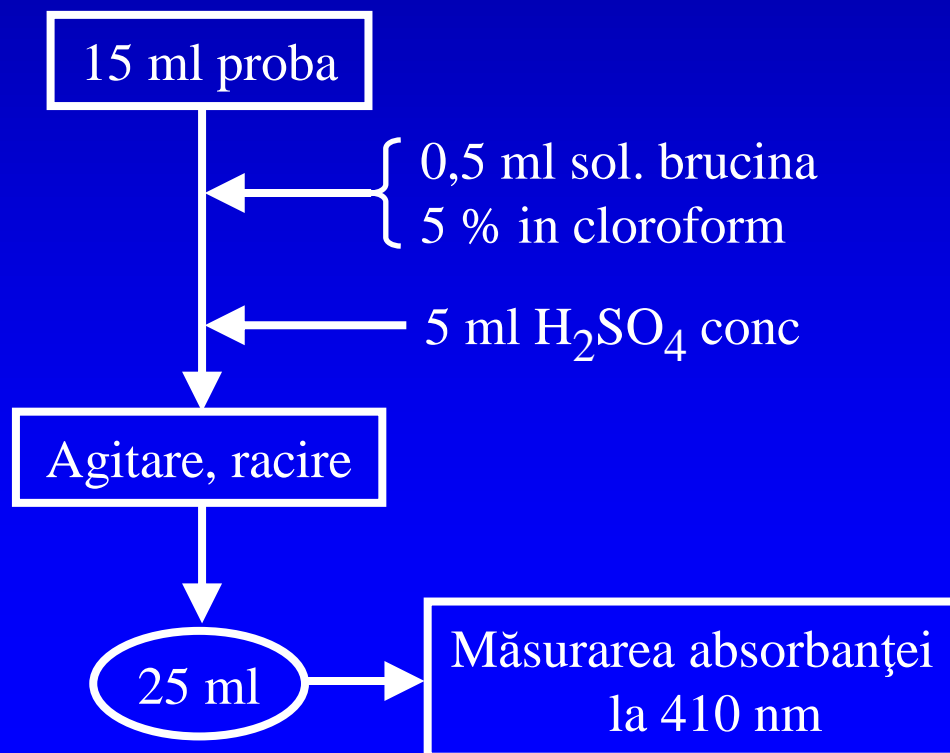


2,3-dimetoxistrichnin-10-onă
(brucină)

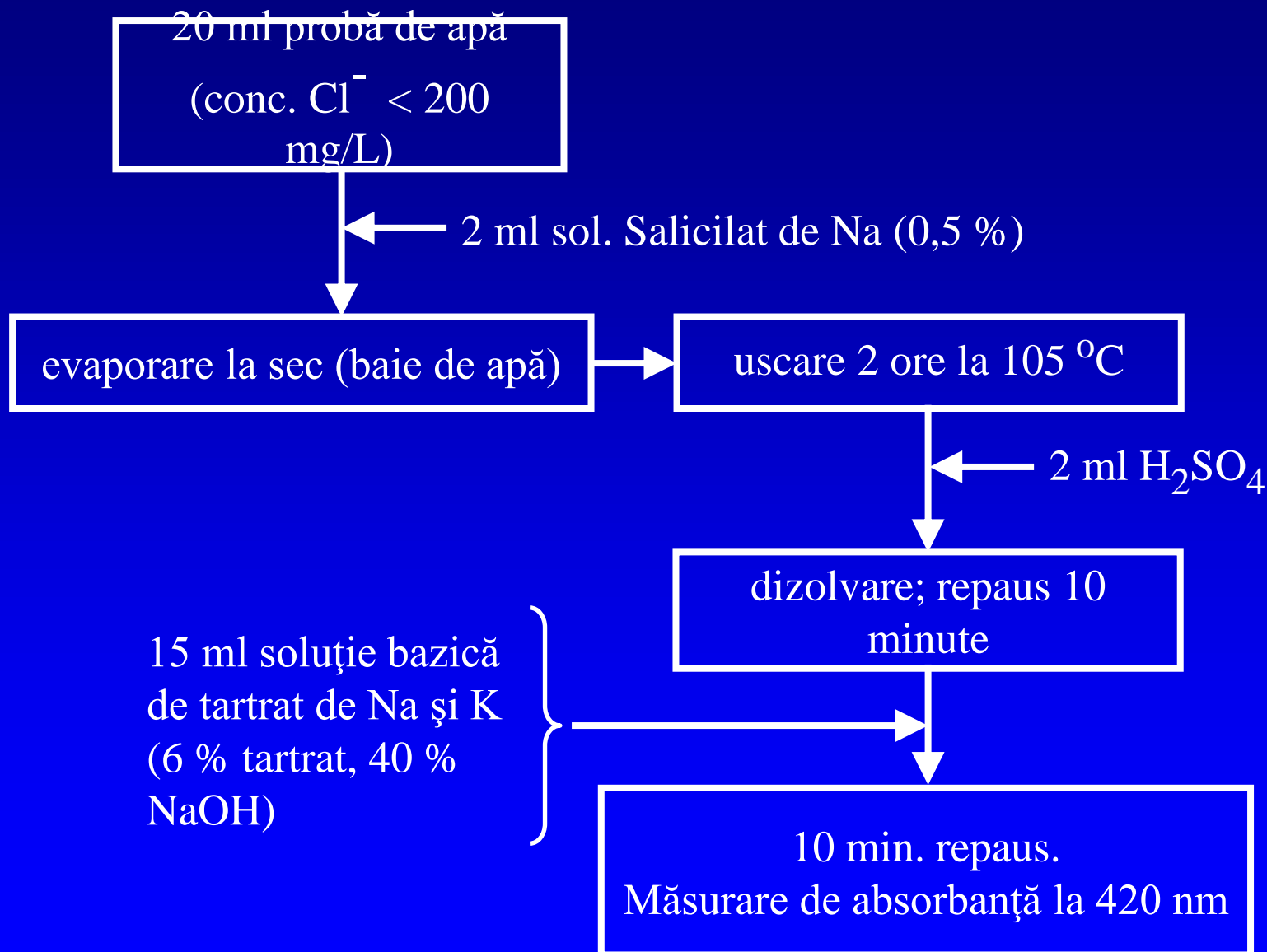
Această reacție este una din cele mai sensibile pentru depistarea și determinarea cantitativă a anionului azotat. Anionul azotit deranjează determinarea. Dependența dintre absorbanta (la 410 nm) și cantitatea de ion azotat nu este liniară.



Produs colorat cu maxim de absorbție la 410 nm (compoziție neelucidată complet)



4) Determinarea ionului azotat cu salicilat de sodiu (“Merck”)



5) Reducerea anionului azotat la azotit și determinarea azotitului

Sawick C.R., Scaringelli F.P.: Microchem. J., (1971), 16, 657

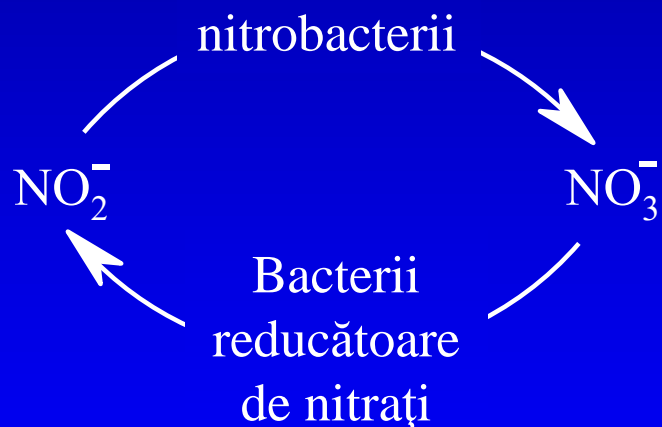
Reducerea se execută cu zinc în mediu amoniacal. Anionul azotit format se determină prin reacția *Griess* (diazotare – cuplare cu formare de colorant azoic).



Dacă proba conține atât ionul azotat cât și ionul azotit, atunci se determină mai întâi ionul azotit dintr-o probă, apoi în altă probă identică se reduce ionul azotat prin procedeul de mai sus și se determină ionul azotit (azotit inițial și cel format ca urmare a reducerii azotatului). Din diferența celor două determinări se calculează conținutul de azotat în proba inițială.

Anionul azotit în apa potabilă

Prezența anionului azotit în apele naturale se datorează descompunerii materiei vii: din proteine se formează, în cursul degradării, ion amoniu care, prin oxidări succesive, se transformă în anion azotit, conform schemei următoare.



Anionii azotit și azotat se pot transforma unul în celălalt sub acțiunea unor bacterii

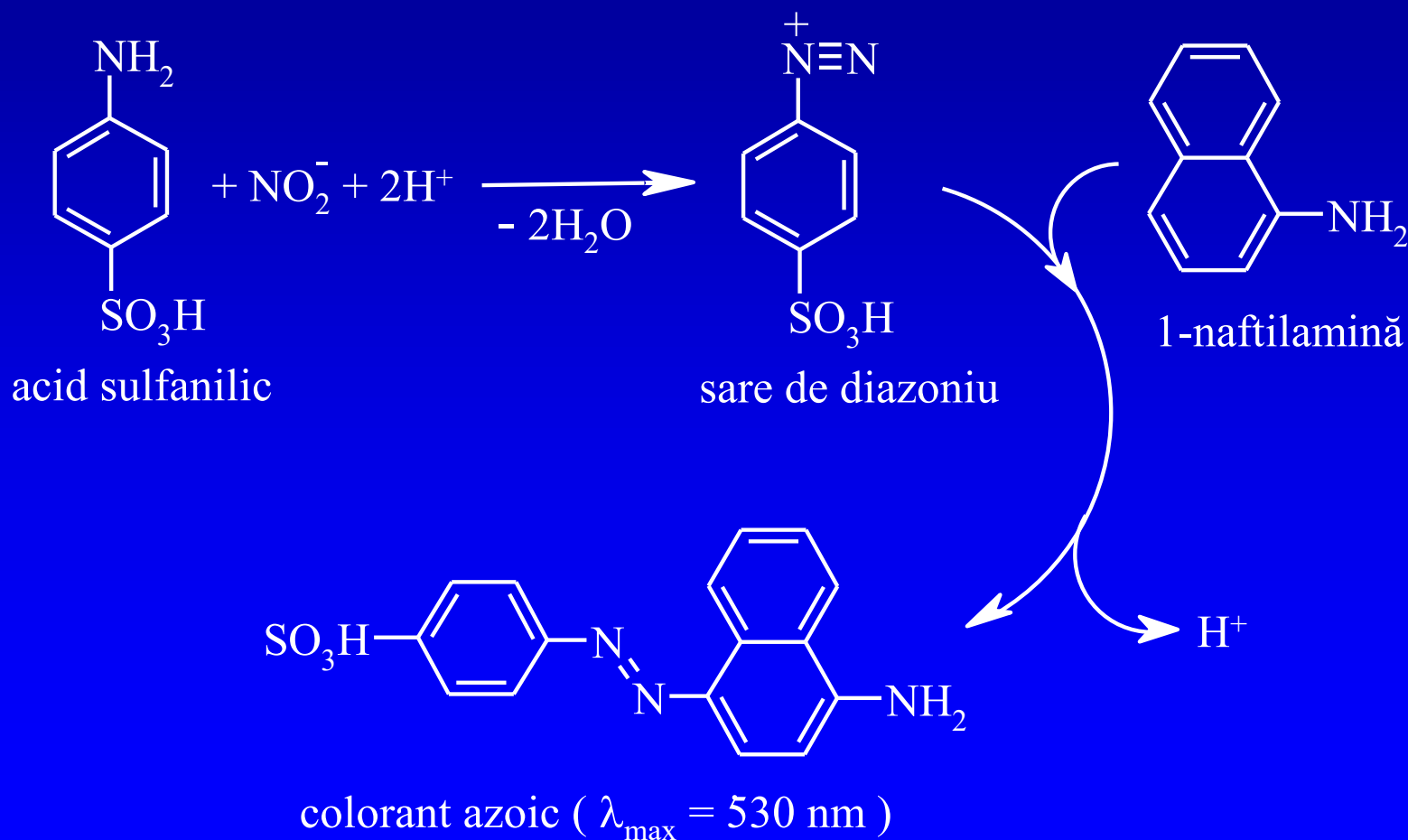
Anionul azotit mai poate apare în sursele de apă ca urmare a poluării industriale. Azotiții sunt utilizați ca inhibitori de coroziune și pentru conservare în industria de prelucrare a cărnii.

Anionul azotit este considerat a fi oncogen. Concentrația maximă admisă în apă este 0,1 ppm.

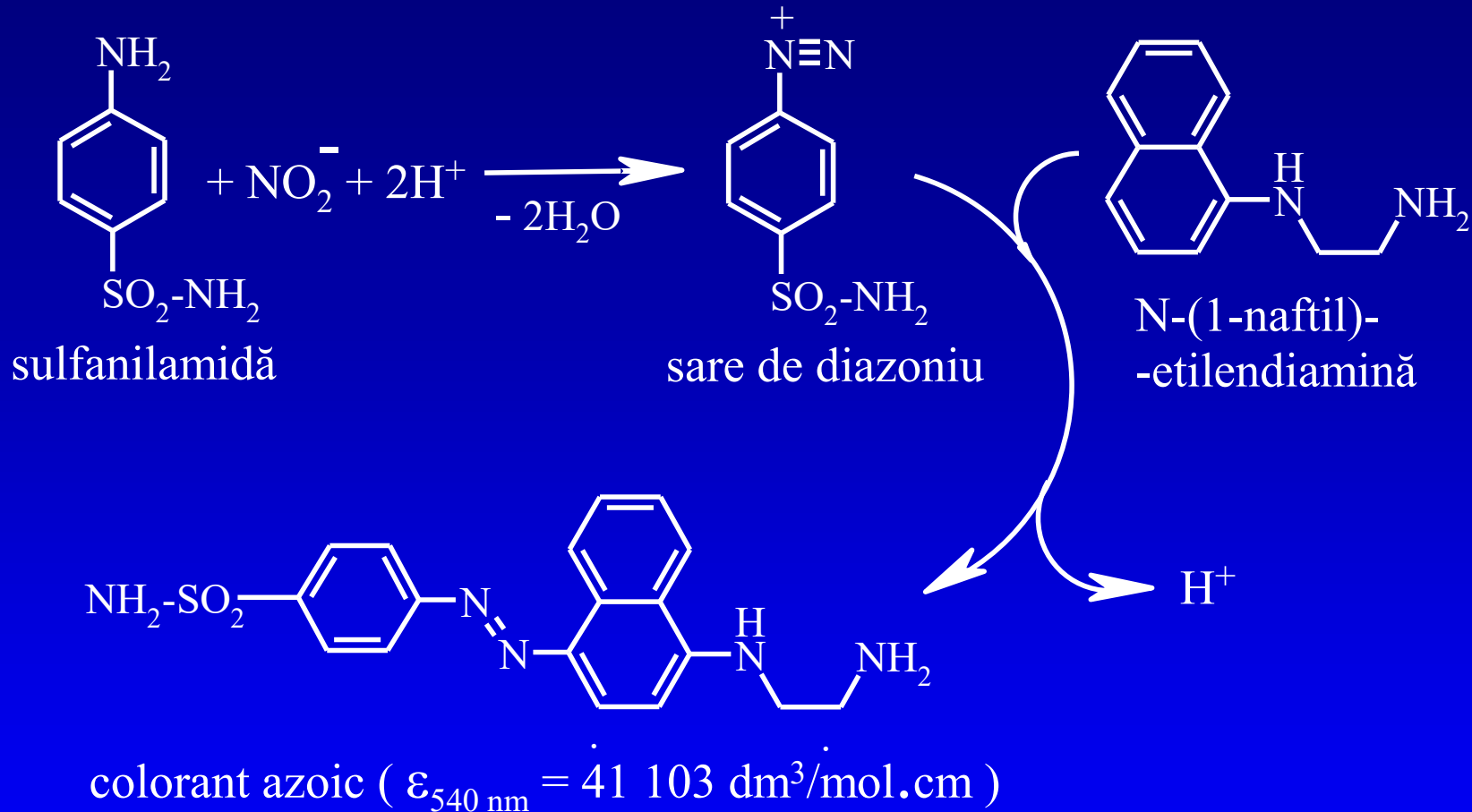
Determinare

Majoritatea metodelor de determinare se bazează pe reacția *Griess – Ilosvai*.

- 1) Determinare cu acid sulfanilic și 1-naftilamină (Domeniu de utilizare a metodei: 0,02 – 0,6 mg NO_2^- / l (“Merck”).



2) Determinare cu sulfanilamida și N-(1-naftil)-etilendiamină



Ioni sau substanțe care deranjează determinarea:

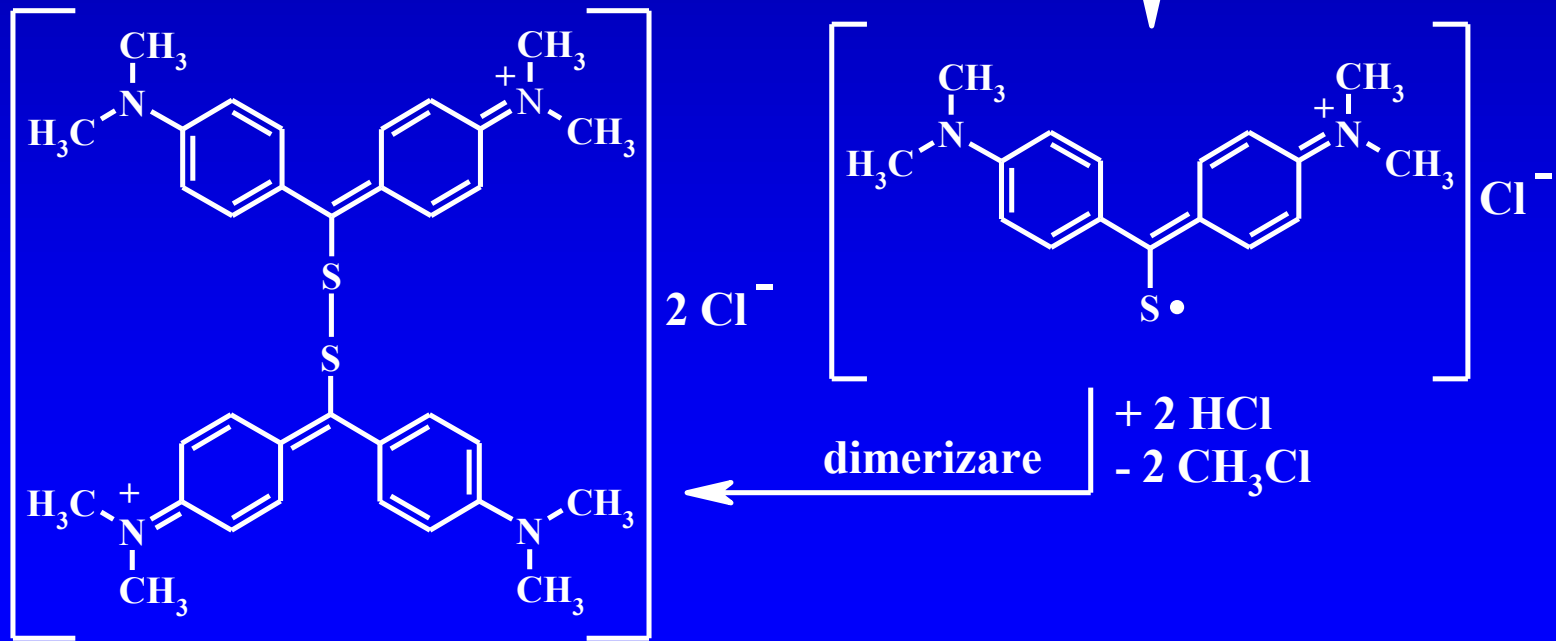
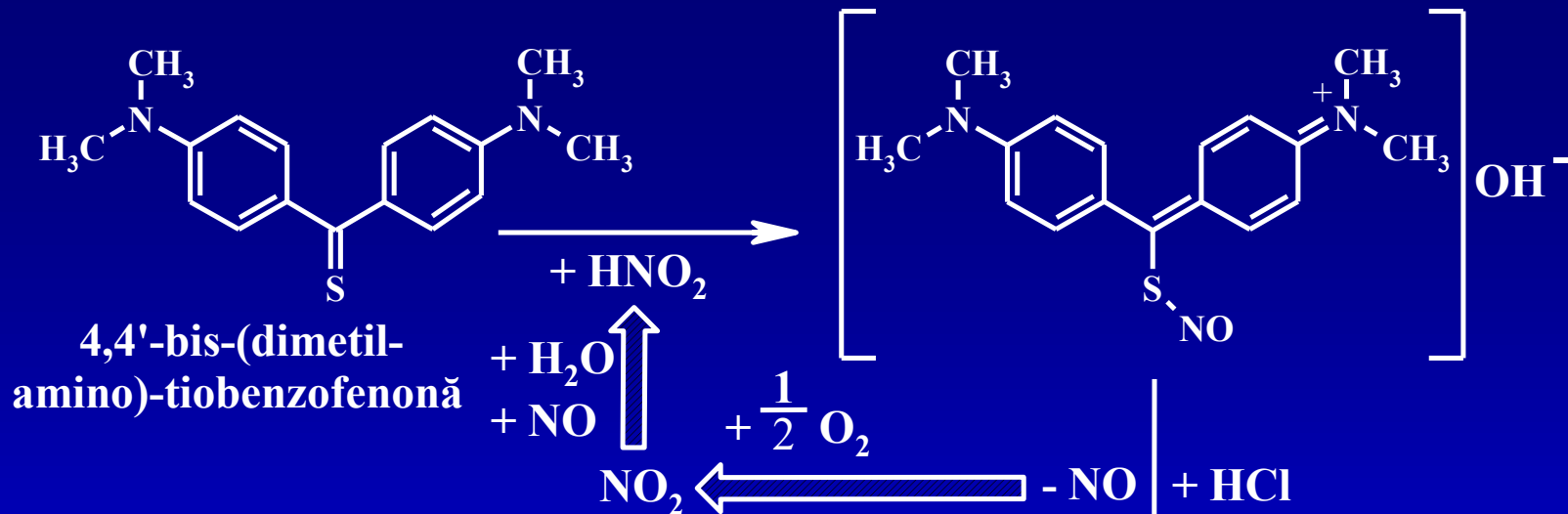
Ag^+ , Fe^{2+} , Hg_2^{2+} , Hg^{2+} , Al^{3+} , Cu^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , Br^- , CN^- , NO_3^- , S_2^- , ClO_4^- , acid oxalic, acid citric, acid ascorbic, acid tartric.

2) Determinarea ionului azotit bazată pe proprietățile catalitice ale acestui ion

[*Sawicki E., Stanley T., Pfaff J., D'Amico A. Talanta, (1963), 10, 641]*

Reactivul specific este 4,4'-bis-(dimetilamino)-tiobenzofenonă.

Cantitatea de produs de reacție (produs colorat, având $\lambda_{\text{max}} = 648 \text{ nm}$) depășește raportul stoechiometric, în consecință metoda este foarte sensibilă (limita de detecție: $36 \mu\text{g}$ azotit / litru). Anionul azotit reacționează cu reactivul specific, se produce un colorant și se regenerează ionul azotit, care transformă în continuare alte molecule de reactiv în produs de reacție colorat. Reacția se termină aproximativ în 40 – 50 minute din cauza consumării anionului azotit în reacții secundare.



produs colorat ($\lambda_{\text{max}} = 648 \text{ nm}$)

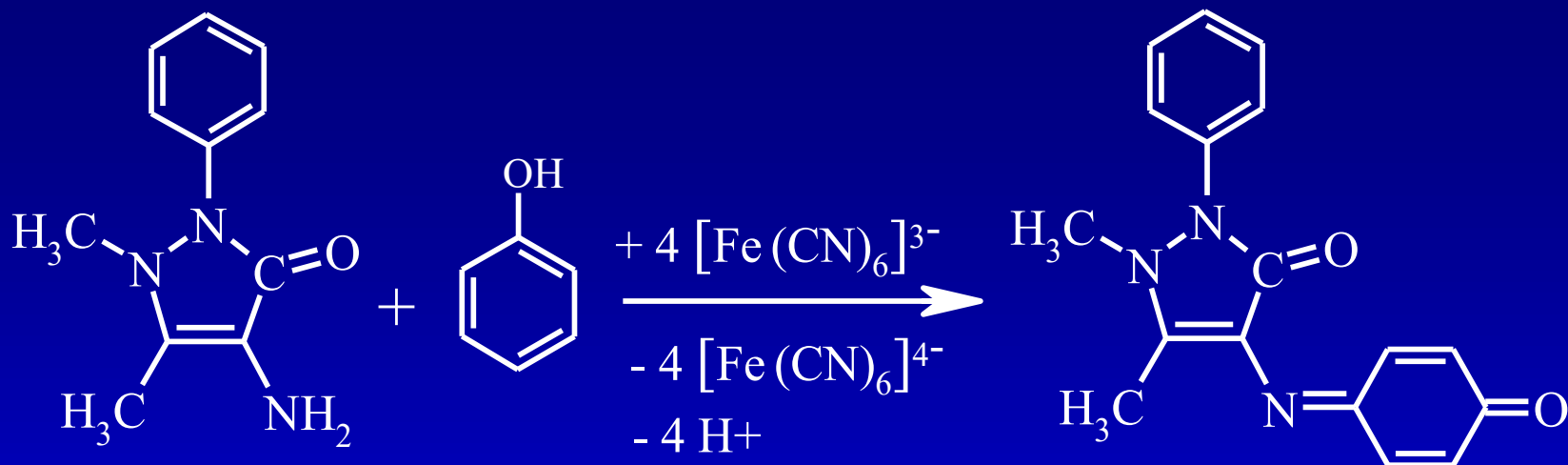
Fenol în apa potabilă

Fenolii rezultă ca produși secundari (deșeuri) în rafinările de uleiuri și în unitățile de industrie chimică. Apele naturale conțin fenoli la concentrații sub 1 mg/L. În zonele industriale această concentrație depășește deseori 20 mg/L. La concentrație mai mare decât 10 mg/L, fenolul se poate detecta după miros. În apele clorinate prezența fenolului, chiar la concentrația de 1 mg/L, determină un gust neplăcut (clorfenoli, care se formează prin clorinare, sunt foarte toxici).

Determinare:

1) Determinare cu aminofenazon

Fenolul se determină fotometric pe baza reacției de culoare cu 1-fenil-2,3-dimetil-4-amino-pirazolon (aminofenazon), la pH 10 (tampon amoniacal) și cu ionul hexacianoferrat-III. Reacția este dată și de fenolii substituiți în pozițiile orto- și meta. Fenolii para-substituiți dau sau nu dau reacția de culoare în funcție de natura substituentului. Prin alegerea pH-lui potrivit, fenoli para-substituiți cu grupele carbonil, halogen, metoxi, sulfonic, dau reacția de culoare. Fenolii para-substituiți cu grupele alchil, aril, nitro, benzoil, nitrozo, aldehydă, nu dau reacția de culoare.

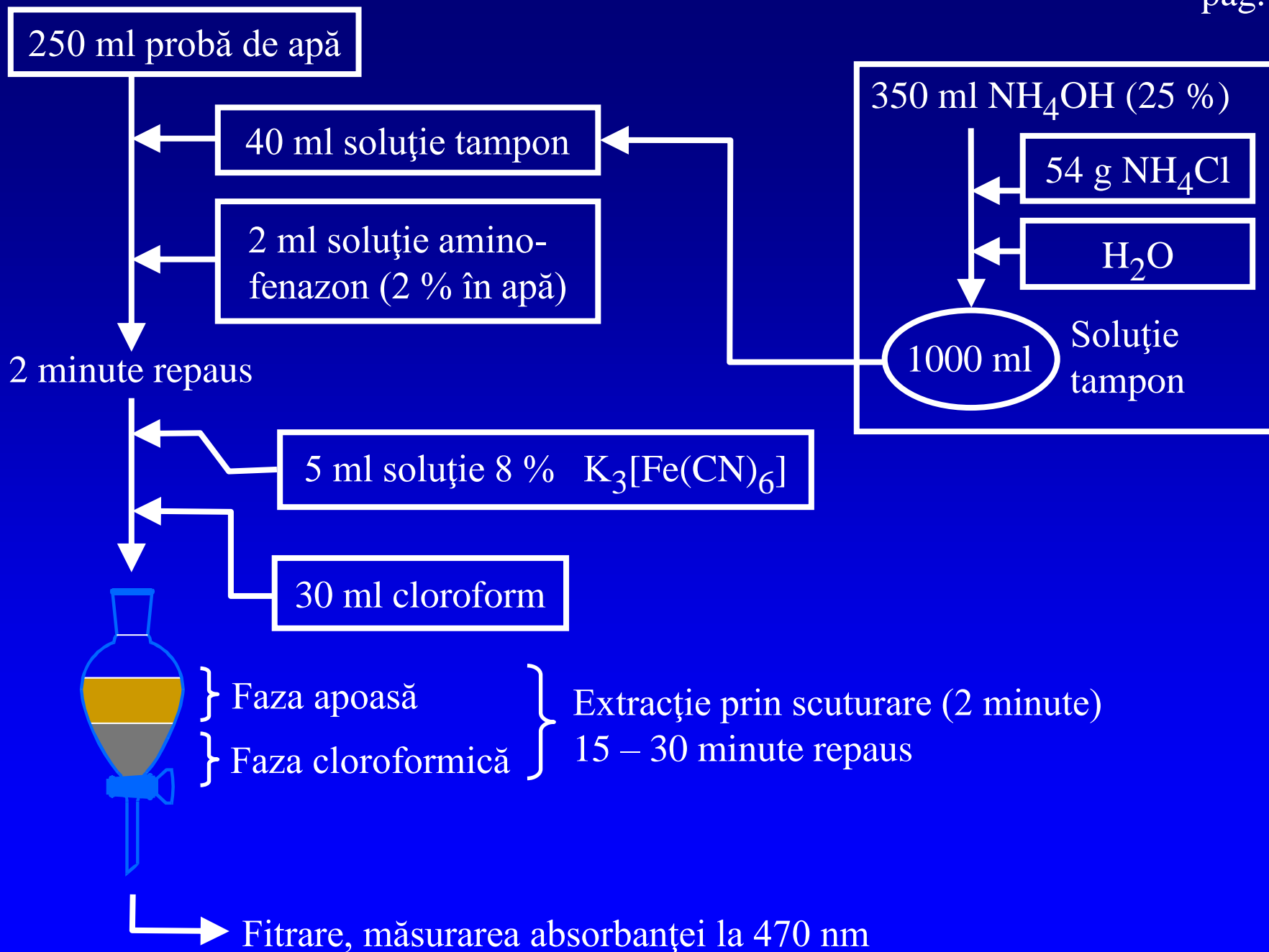


1-fenil-2,3-dimetil-
-4-amino-pirazonon
(aminofenazon)

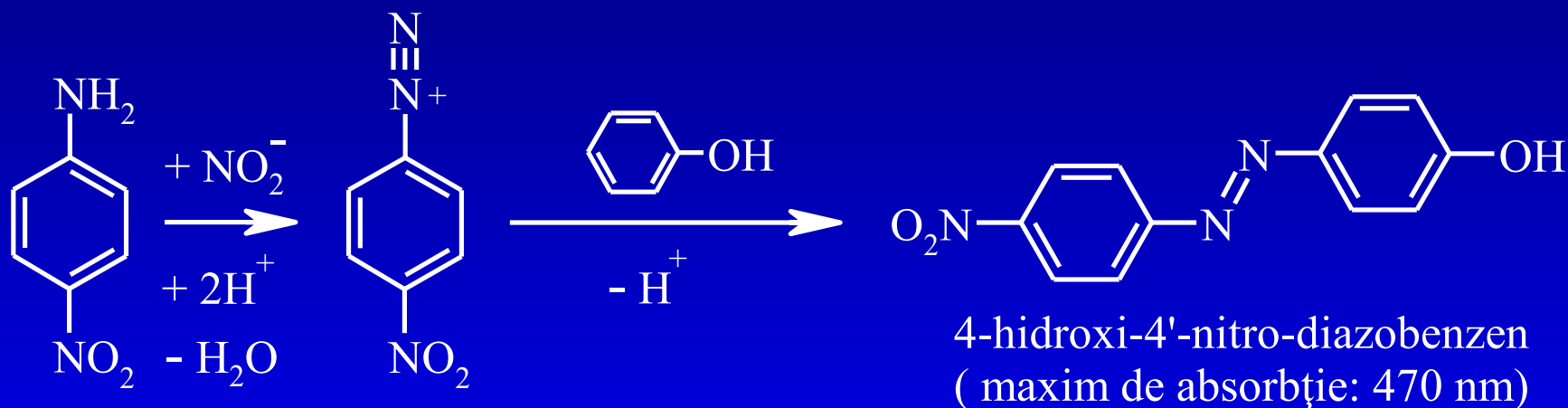
produs galben
($\lambda_{\text{max}} = 470 \text{ nm}$)

Metoda este recomandată și de firma “Merck” pentru analiza probelor de apă.

Produsul de reacție se obține în soluție cloroformică. După filtrarea soluției cloroformice se măsoară absorbanta la lungimea de undă de 470 nm. Valoarea absorbantei la această lungime de undă este proporțională cu cantitatea de fenol conținută în 250 ml probă de apă.



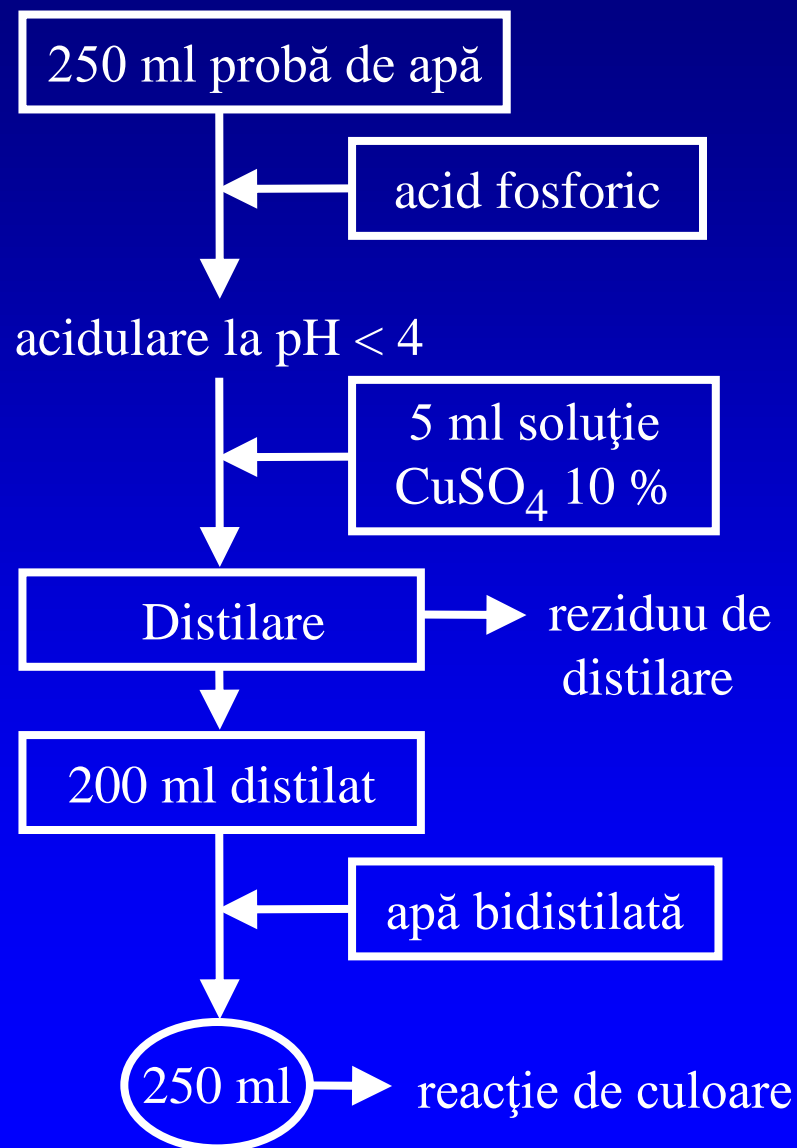
2) Determinare fotometrică cu 4-nitroanilină (“Merck”) se bazează pe reacția de cuplare dintre cationul 4-nitrofenil-diazoniu și fenol cu formarea unui colorant azoic:



Determinarea este deranjată de prezența ionilor sulfură (S^{2-}) și cianură (CN^-). Pentru a înlătura efectele deranjante ale acestor ioni, proba de apă, înainte de efectuarea reacției de culoare, este tratată cu o soluție de 10 % de sulfat de cupru (pentru a precipita anionul sulfură) sau cu soluție 10 % de sulfat de cobalt (pentru precipitarea anionului sulfură și complexarea anionului cianură).

3) Determinarea fenolului antrenabil cu vapori de apă

250 ml probă de apă se acidulează, cu acid fosforic, la $\text{pH} < 4$. Se adaugă 5 ml soluție 10 % sulfat de cupru (sau sulfat de cobalt) și se distilă amestecul obținut. Se transferă volumul de 200 ml distilat într-un balon cotat de 250 ml, după care se completează conținutul balonului cotat, cu apă distilată, până la semn. Cu soluția astfel obținută se efectuează reacția de culoare, fie cu aminofenazonă, fie cu 4-nitroanilină.



Hidrogenul sulfurat și ionul sulfură în apă

Hidrogenul sulfurat este un gaz foarte toxic:

- are acțiune iritantă asupra mucoaselor căilor respiratorii și a parenchimului pulmonar, cauzând edem pulmonar;
- acționează direct asupra sistemului nervos central;
- blochează hemoglobina formând sulfhemoglobină;
- inhibă, la nivel subcelular, citocromoxidaza (prin fixarea ionului feros), determinând hipoxie histotoxică. La concentrații mari produce comă și moarte rapidă

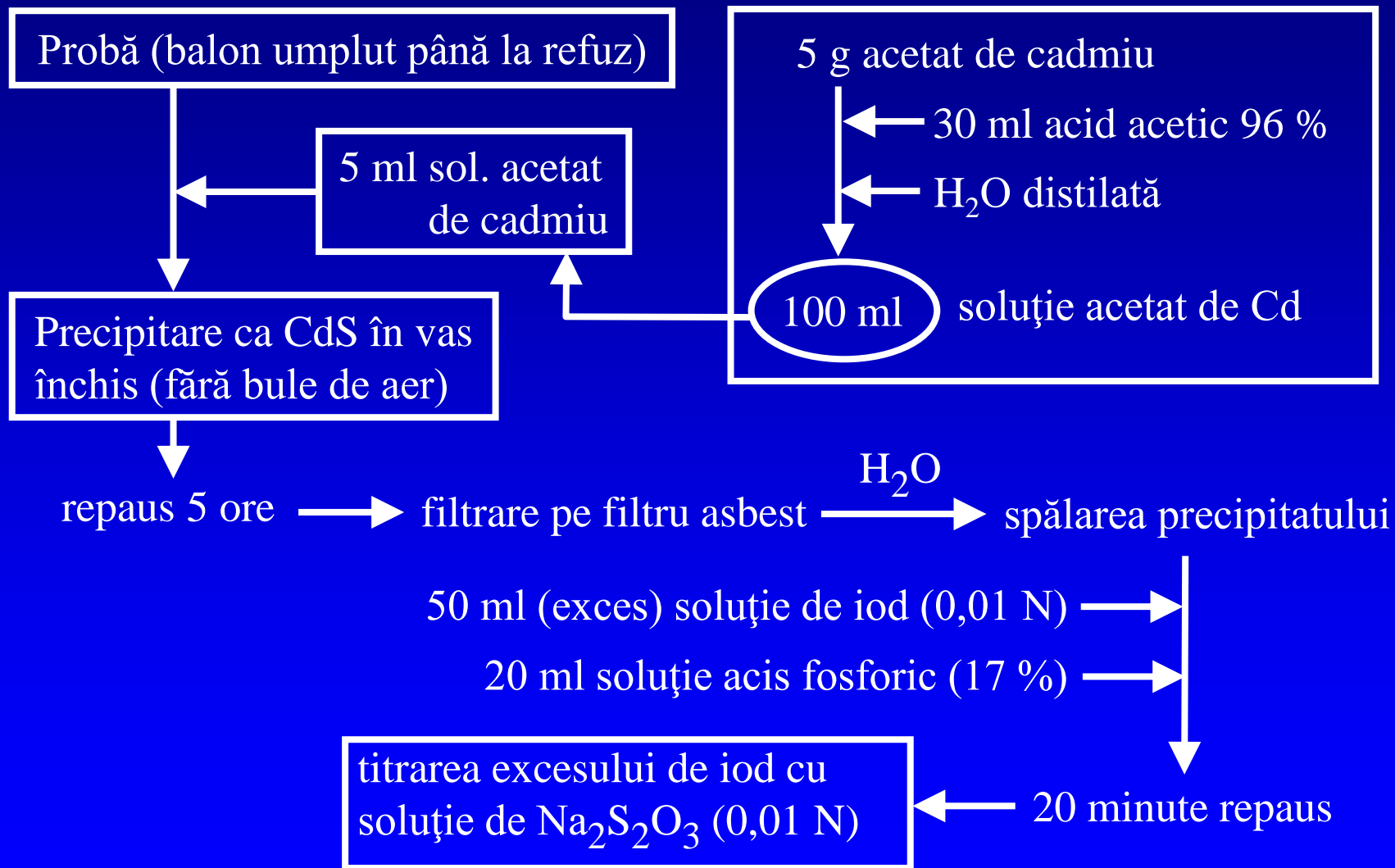
Prezența în apă a hidrogenului sulfurat și a ionului sulfură este cauzată de:

- poluare industrială (în special industria de celuloză și industria chimică);
- degradarea bacteriană a proteinelor animale și vegetale

Concentrația maximă admisă în apă: 1 – 10 ppm (în funcție de utilizarea apei).

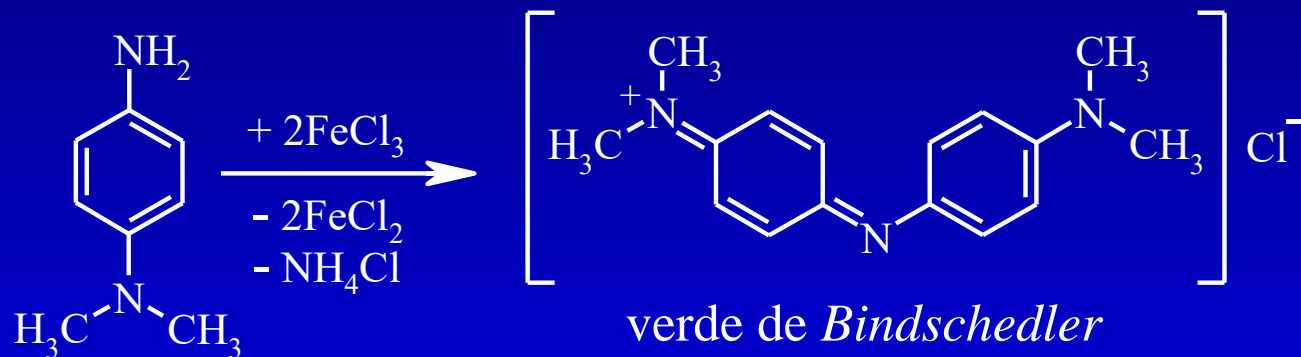
Determinare:

1) Determinare titrimetrică cu precipitarea CdS (sensibilitate: $2 \text{ mg S}^{2-}/\text{l}$) ("Merck")



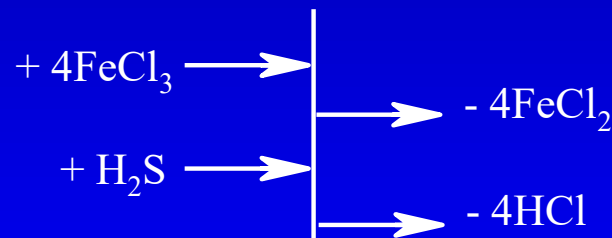


(2) Determinare fotometrică (domeniu: 0,02 – 20 mg S²⁻/l)



N,N-dimetilamino
p-fenilen-diamină

Reacția se execută în mediu puternic acid (pH: 0,5 – 0,75) pentru a evita oxidarea reactivu-lui N,N-dimetilamino-parafenilen-diamină (la roșu de *Wurster*).



albastru de metilen (max. abs. 670 nm)

Clorul (adăugat) în apă

Clorul se adăugă în apa menajeră cu scopul dezinfecției, în forma de agenți de clorinare. Cantitatea necesară (consumată) de clor este diferența dintre:

- cantitatea de clor introdusă într-o cantitate de apă și . . .
- cantitatea de clor rămasă (reziduală) în aceeași cantitate de apă.

Cantitatea de clor din apă trebuie să se încadreze între limite precizate:

- cantitate de clor prea mică nu asigură dezinfecția apei;
- cantitate de clor prea mare îi conferă un gust și miros neplăcut

Cantitatea necesară de clor în apă depinde de:

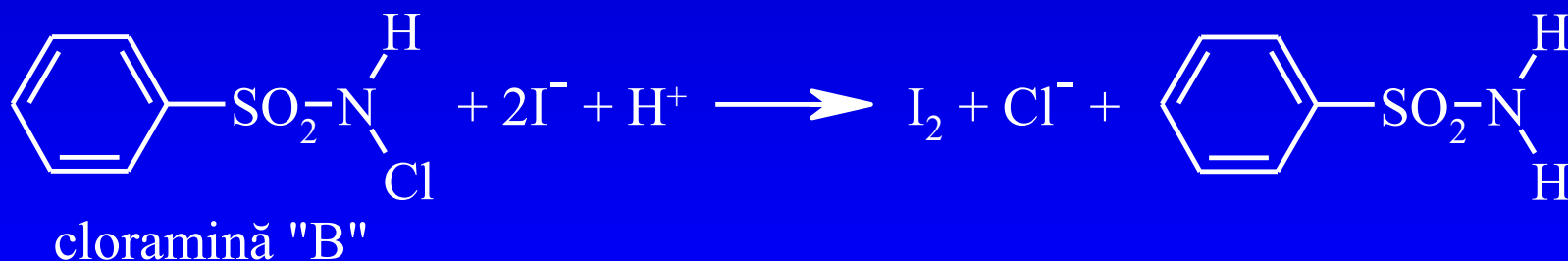
- cantitatea de substanță organică prezentă în apă;
- cantitatea de nitriți în apă;
- cantitatea sărurilor de amoniu în apă;
- pH-ul apei;
- temperatura apei

Determinarea clorului rezidual

“Clorul rezidual” se compune din “clor liber” (determinat de acidul hipocloros și hipocloriții) și “clor legat” (clorul din cloramine). Clorul rezidual trebuie să se încadreze între 0,1 – 0,25 mg Cl/l. Determinarea clorului rezidual se execută chiar la locul recoltării probei, imediat după recoltare.

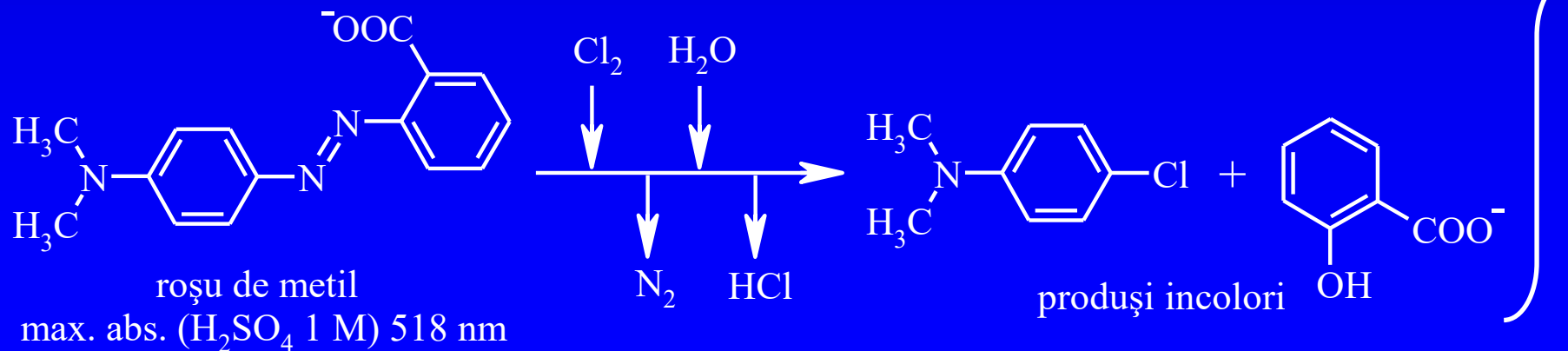
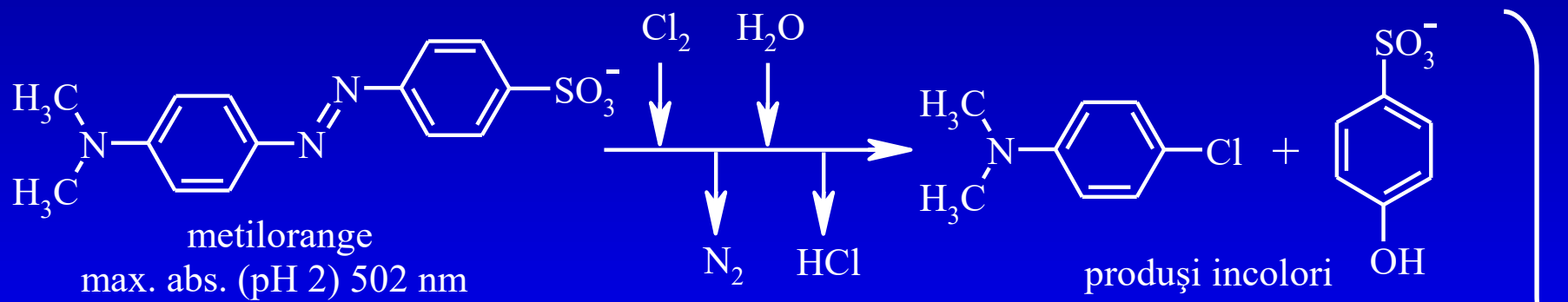
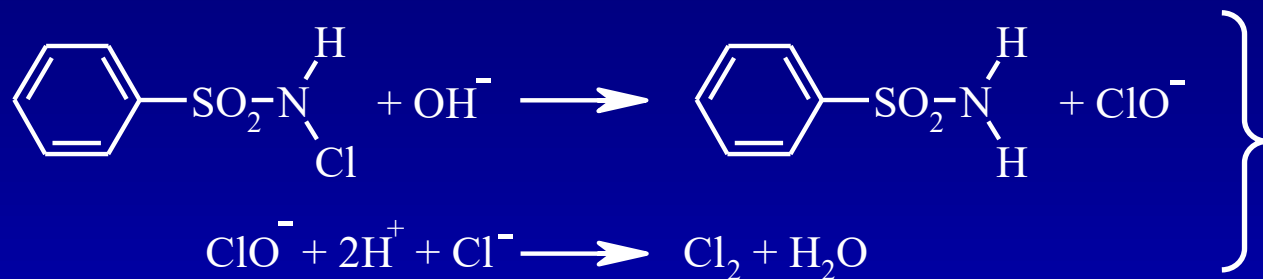
1) Determinare prin titrare iodometrică

Se adaugă probei KI în exces. Atât hipocloriții alcalini, cât și cloraminele, oxidează anionul iodură la iod elementar:



Iodul elementar format se titrează cu tiosulfat a iodului în prezența indicatorului de amidon (la punctul de echivalență a titrării soluția se decolorează).

2) Determinare fotometrică (sau titrimetrică) cu metilorange sau cu roșu de metil

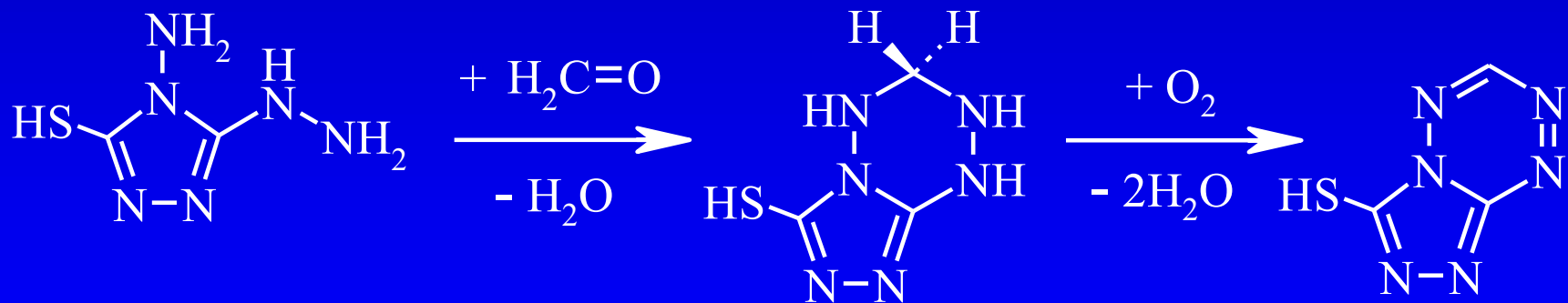


Aldehida formică în apă

Formaldehida intervine în industria textilă, în băile de galvanizare, la conservarea țesuturilor biologice și ca dezinfectant. Poate apare în sursele de apă ca urmare a poluării industriale. Este o substanță toxică, motiv pentru care se impune controlul ei analitic în sursele de apă.

Determinare

1) Determinare cu 4-amino-3-hidrazino-5-mercapto-1,2,3-triazol (“Merck”)



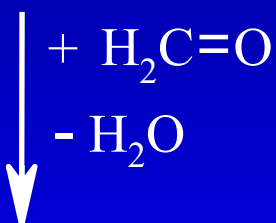
4-amino-3-hidrazino-
-5-mercapto-1,2,3-
-triazol

6-mercapto-5-triazol-
-(3,4-b)-s-tetrazină
(produs purpuriu)

2) Determinare cu acid cromotropic



acid cromotropic



produs colorat
(fotometrare la 480 nm)

2,5 ml probă



4 ml acid sulfuric (96 %)

răcire



1 ml soluție (0,5 %) acid
cromotropic în acid sulfuric
(96 %)

încălzire la 70 °C
timp de 30 minute



răcire



măsurarea absorbanței
la 480 nm