

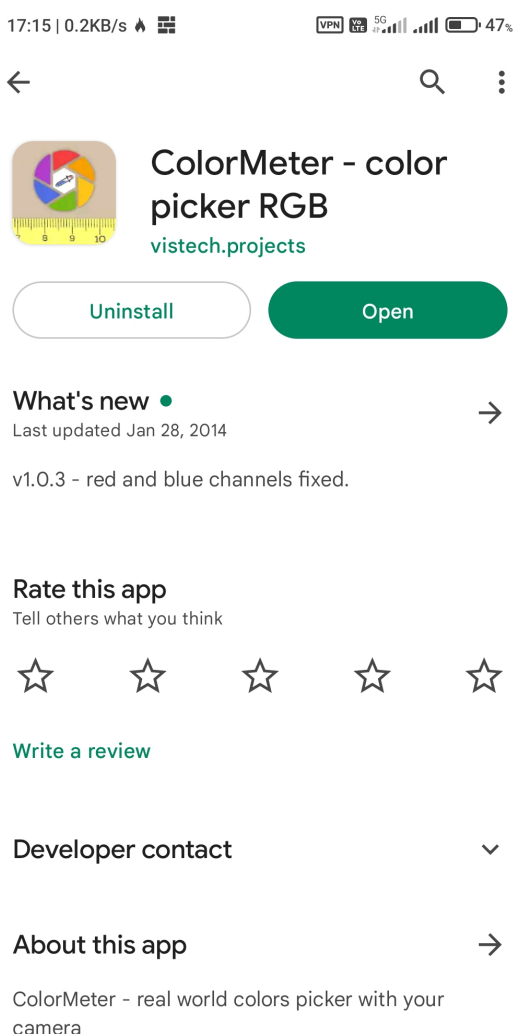
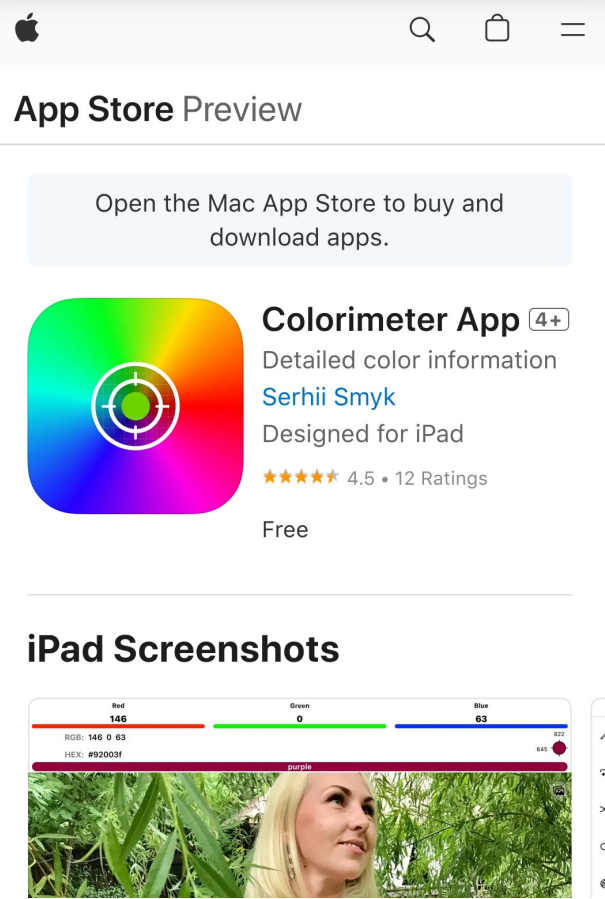
OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE CHIMIE DEVA, 2-7 aprilie 2023 Ediția a LVI-a

Proba practică **Clasa a XII-a**

Reguli de protecție și tehnica securității muncii

1. În laboratoarele de chimie nu se poartă lentile de contact;
2. În laboratoarele de chimie se va purta întotdeauna echipament de protecție: halat de laborator confecționat din bumbac, ochelari de protecție și pantofii de laborator închiși, mănuși din latex sau cauciuc;
3. La primirea și la utilizarea substanțelor chimice pentru analizele chimice de laborator, trebuie citite cu atenție etichetele de pe flacoane (recipienți);
4. Nu se gustă niciun fel de substanță de laborator;
5. Pentru a mirosi o substanță, vaporii trebuie îndreptați spre utilizator prin mișcarea circulară a mâinii deasupra vasului deschis care o conține, cu mare precauție, neaplecând capul asupra vasului și fără a inspira adânc în plămâni;
6. Este interzis ca utilizatorul să se aplece asupra vasului în care se transvazează sau se încălzește un lichid oarecare, ori să țină vasul înclinat spre sine sau spre alte persoane, pentru a evita stropirea cu picăturile lichidului;
7. Întotdeauna se adaugă acizii concentrați în apă și niciodată apă în acizi concentrați;
8. Recipienții cu reactivi se închid imediat după folosire;
9. Reziduurile rezultate din activitățile desfășurate în laborator nu se aruncă în chiuvetă, ci se depozitează în recipiente speciale, destinate colectării reziduurilor chimice, etichetate corespunzător;
10. Înaintea începerii experimentelor de laborator se verifică calitatea sticlăriei puse la dispoziție; elevii anunță imediat supraveghetorul în cazul în care observă piese de sticlărie care prezintă zgârieturi, crăpături sau alte defecte;
11. Spălarea vaselor se face imediat după utilizare, cu lichide potrivite în care reziduurile sunt solubile, pentru a evita reacțiile violente;
12. Manipularea reactivilor solizi se face cu spatule sau lingurițe curate, pentru a preveni contaminarea acestora.
13. Soluțiile de reactivi pentru analiză se manipulează astfel încât să nu fie impurificate.
14. Lichidele inflamabile și volatile (diclorometan, toluen, pentan etc.) se manipulează cu atenție.

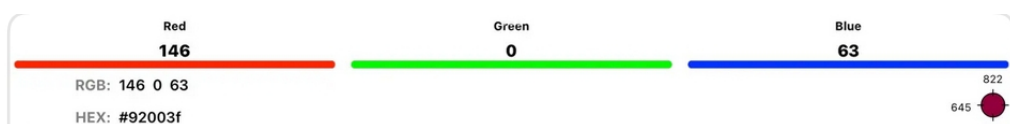
Pregătire telefon mobil - instalare aplicație gratuită:

Android:	iOS:
	

Cu ajutorul acestei aplicații vom efectua analiza de culoare a unei imagini.
Localizați în ecranul aplicației punctul central de focus:



și de asemenea valoarea corespunzătoare pentru fiecare dintre cele trei culori fundamentale
(Red, Green, Blue):

Android:	iOS:
	

Setați ecranul telefonului mobil să nu se stingă după un anumit timp (“Sleep” - “never”).

**TRECEȚI TELEFONUL PE „mod avion”
ÎNAINTE DE A INTRA ÎN SALA PROBEI PRACTICE !**

Partea întâi:

„Experiment necunoscut” efectuat cu camera foto a telefonului mobil

1. Instrumentar

3 pipete (câte una de: 5, 10 și 25 mL), vas Erlenmeyer de 50 mL, 2 pahare Berzelius de 50 mL, pisetă cu H₂O distilată, cronometru.

2. Reactivi la masa de lucru

2.a) soluții apoase în sticlele de reactiv, notate:			
nS	OO	nO	aO
2.b) soluție în sticluța picurătoare, notată:			
RM			
2.c) soluție albastră în paharul Berzelius de 50 mL, fără etichetare			

3. Mod de lucruPasul 3.1: operații preliminare:

3.1a) Asigurați-vă că aveți instalată pe telefon aplicația colorimetru: „ColorMeter-color picker RGB” (Android) sau Colorimeter App (iOS);

3.1b) Asigurați-vă că aveți telefonul mobil trecut în „mod avion”.

3.1c) Pliati o foaie de hârtie A4 albă și așezați pe aceasta primul pahar Berzelius (notat cu cifra „1” în desenul alăturat) ce conține soluția de culoare albastră;

Pasul 3.2: pregătire amestec de lucru:

3.2a) În vasul Erlenmeyer pipetați:

- 7 mL soluție **nS** folosind pipeta de 10 mL;
- 28 mL soluție **OO** folosind pipeta de 25 mL.

3.2b) Clătiți ambele pipete folosite cu H₂O distilată și utilizați servetele de la masa de lucru pentru a extrage lichidul din vârful fiecărei pipete după clătire;

3.2c) În cel de-al doilea pahar Berzelius (gol) pipetați:

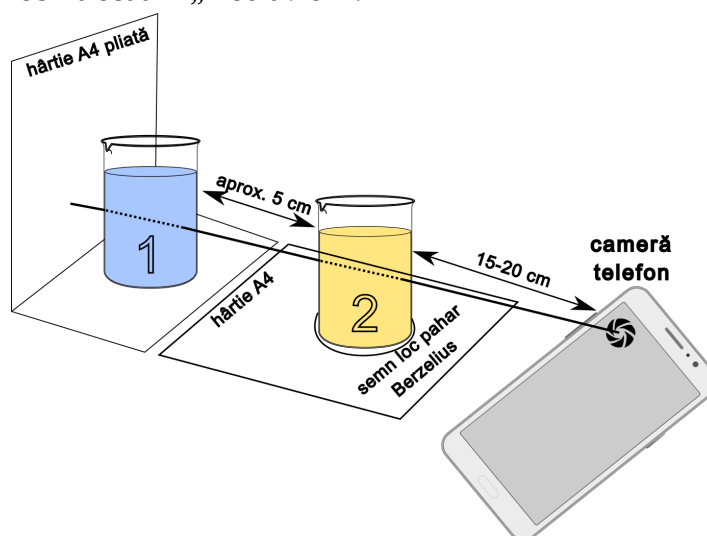
- 6 mL soluție preparată anterior (din vasul Erlenmeyer) folosind pipeta de 10 mL;
- 36 mL H₂O distilată folosind pipeta de 25 mL.

Clătiți pipeta de 10 mL în modul indicat la punctul 3.2b).

Pasul 3.3: pregătire experiment colorimetric:

3.3a) Așezați acest al doilea pahar Berzelius (notat cu cifra „2” în desenul de mai sus) în fața paharului Berzelius „1” pe o foaie A4 albă; distanța dintre cele două pahare Berzelius fiind de aproximativ 5 cm;

3.3b) Asigurați-vă că ecranul telefonului mobil va rămâne permanent aprins (nu se va stinge după un anumit timp: „Sleep” - „never”) și porniți aplicația colorimetru;



3.3c) Așezați telefonul mobil (sprijinindu-l de stativ) urmând desenul experimentului, astfel încât imaginea de pe ecranul telefonului să includă traiectul optic ce traversează: lichidul din paharul Berzelius „2”, soluția albastră din paharul Berzelius „1” și în final fundalul alb (foaia A4 pliată);

3.3d) Rotiți paharele Berzelius în cazul în care pe direcția punctului de focus de pe imagine se intercalează eventuale inscripții de pe paharele Berzelius;

3.3e) Focalizați pentru a avea o imagine cât mai clară de-a lungul traiectului optic; la nevoie ajustați distanțele dintre telefon și paharele Berzelius.

3.3f) Desenați un semn (cerc sau arc de cerc) în jurul paharului Berzelius „2” pentru a-l putea ulterior așeza aproximativ în același loc, conform desenului schemei experimentului.

Pasul 3.4: efectuare experiment colorimetric:

3.4a) Citiți valoarea inițială a culorii fundamentale „albastru”, indicată de aplicația colorimetru în dreptul „Blue”. Notați această valoare în tabelul următor.

3.4b) Pregătiți cronometrul de la masa de lucru (nu aplicația cronometru de pe telefon !) pentru a putea porni cronometrarea;

3.4c) Pregătiți-vă să observați schimbările de culoare ce vor avea loc în urma adăugării reactivului de la pasul următor (3.4d): va apărea rapid o anumită culoare, care după câteva secunde va evolua spre altă culoare.

3.4d) Folosind pipeta de 5 mL, pipetați un volum de 3 mL soluție **nO** în paharul Berzelius ce conține soluția incoloră (notat cu cifra „2” în desenul schematic al experimentului) și porniți cronometrul.

3.4e) Omogenizați prin câteva mișcări de agitare ușoară conținutul paharului Berzelius în care ați adăugat reactivul și așezați-l aproximativ în același loc pe hârtia A4 albă, ghidându-vă după semnul circular pe care l-ați desenat la pasul 3.3f.

3.4f) Citiți și notați valorile indicate de aplicația colorimetru pentru culoarea fundamentală „albastru” (**Blue**) la timpii de reacție specificați în tabelul următor (primele 4 minute din minut în minut, apoi din 2 în 2 minute până la 20 de minute).

3.4g) Clătiți între timp pipeta de 5 mL folosită la punctul 3.4d) în modul indicat la punctul 3.2b).

valori ale intensității culorii fundamentale „albastru” (**Blue**) :

Valoare inițială “Blue”:			
Timp (minute)	Intensitate “Blue”	Timp (minute)	Intensitate “Blue”:
1		10	
2		12	
3		14	
4		16	
6		18	
8		20	

3.4h) După ultima citire (la 20 de minute) NU opriți cronometrul (veți titra o probă la 30 de minute);

3.4i) Opriți telefonul mobil și predați-l la catedră pentru a primi partea a doua a subiectului... :)

Partea a doua:
Experimentul devine cunoscut (în absența telefonului mobil...)

2'. Reactivi la masa de lucru

2'.a) soluții apoase în sticlele de reactiv, notate:			
MnSO₄ 0.1 mol/L	(COOH)₂ 0.1 mol/L	KMnO₄ 0.01 mol/L	NaOH 0.01 mol/L
2'.b) soluție în sticlă picurătoare, notată:			
indicator Roșu de Metil			
2'.c) soluție albastră în paharul Berzelius de 50 mL, fără etichetare cerneală albastră în apă (iată de ce nu era nevoie de etichetare...)			

3'. Mod de lucru - continuare

Pasul 3.5: titrare probă din amestecul de reacție la 30 de minute:

3.5a) Goliți paharul Berzelius „1” ce conține soluția de cerneală albastră în apă, clătiți cu H₂O distilată și utilizați servetele de la masa de lucru pentru a șterge urmele de lichid din interior;

3.5b) Transvazați conținutul vasului Erlenmeyer în paharul Berzelius „1” (golit, clătit și șters);

3.5c) Clătiți bine (de 3 ori) cu H₂O distilată vasul Erlenmeyer;

3.5d) Umpleți biureta cu soluția de NaOH dar nu aduceți la zero;

3.5e) Când cronometrul indică 30 de minute de la începutul experimentului, pipetați în vasul Erlenmeyer un volum de 5 mL (folosind pipeta de 5 mL) din amestecul de reacție aflat în paharul Berzelius „2”. Diluați conținutul vasului Erlenmeyer cu H₂O distilată și adăugați indicator (roșu de metil).

3.5f) Goliți paharul Berzelius „2” (în care a fost amestecul de reacție) și folosiți-l pentru a aduce la zero a biureta.

3.5g) Virajul indicatorului are loc de la roșu la galben; titrați conținutul vasului Erlenmeyer până la apariția culorii oranj (cantități egale de specii roșie și respectiv galbenă ale indicatorului) și notați volumul de titrant folosit.

3.5h) Goliți și clătiți bine vasul Erlenmeyer în modul indicat la punctul 3.5c) apoi clătiți pipeta de 5 mL folosită la punctul 3.5e) în modul indicat la punctul 3.2b).

Pasul 3.6: titrare probă martor:

3.6a) Goliți paharul Berzelius „2” în care a fost amestecul de reacție, clătiți cu H₂O distilată și utilizați servetele de la masa de lucru pentru a șterge urmele de lichid din interior;

3.6b) Pipetați în acest pahar Berzelius „2” (golit, clătit și șters):

- 6 mL din soluția aflată în paharul Berzelius „1” folosind pipeta de 10 mL;
- 39 mL H₂O distilată folosind pipeta de 25 mL.

3.6c) Pipetați în vasul Erlenmeyer un volum de 5 mL (folosind pipeta de 5 mL) din amestecul preparat anterior în paharul Berzelius „2”. Diluați conținutul vasului Erlenmeyer cu H₂O distilată și adăugați indicator (roșu de metil).

3.6d) Umpleți biureta cu titrant (soluție NaOH), aduceți la zero folosind paharul Berzelius „1” golit.

3.6e) Efectuați titrarea conform precizărilor de la punctul 3.5g).

Acum este momentul să dezvoltăm toate detaliile experimentului efectuat:

Studiul cinetic al descompunerii complexului oxalomanganic

Acesta este un experiment clasic de cinetică chimică ce permite studiul unei reacții intramoleculare ce conduce la descompunerea unei combinații complexe. Condițiile acestui experiment sunt alese astfel încât să evite formarea unor specii de tipul polimerilor de coordinație. Cationul tranzițional ce funcționează ca ion central va genera (în prezența ligandului organic aflat în soluție) specii colorate, această proprietate fiind utilizată pentru monitorizarea procesului de descompunere a acestora (scăderea intensității culorii în timp) întrucât se transformă în produși a căror soluție devine aproape incoloră (pentru valorile concentrațiilor utilizate în acest experiment).

În acest experiment am monitorizat avansarea reacției în două moduri:

I) prin titrare acido-bazică a ligandului organic;

II) spectrofotometric: acest tip de determinări analitice se efectuează instrumental cu ajutorul unui aparat (spectrofotometru) al cărui traiect optic include o sursă de lumină policromatică, o prismă optică (ce permite selectarea unei anumite lungimi de undă a radiației luminoase) urmată de trecerea fasciculului luminos prin proba lichidă colorată (conținută într-o cuvă transparentă de sticlă sau cuarț) ajungând în final la un detector ce va genera un semnal electric proporțional cu intensitatea radiației luminoase incidente acestuia.

Camerele foto cu care sunt echipate telefoanele mobile actuale au performanțe optice foarte bune, permițând astfel efectuarea unor experimente simple de spectrofotometrie pentru anumite reacții chimice ce necesită măsurători optice nepretențioase, bazate pe absorbția radiației luminoase din domeniul vizibil al spectrului electromagnetic.

4. Informație - legătura dintre absorbanță și concentrație: legea Lambert-Beer

În cadrul determinărilor spectrofotometrice se citește valoarea absorbanței (A - mărime adimensională) ce descrie atenuarea intensității radiației luminoase la trecerea prin soluția probei lichide investigate. Dependența acestei mărimi adimensionale este redată de legea Lambert-Beer:

$$A = \epsilon \cdot c \cdot l$$

în care:
 A - absorbanta;
 ϵ - coeficient molar de extincție ($\text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$) al speciei chimice colorate, reprezentând absorbanta unei soluții de concentrație $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, de grosime 1 cm ;
 c - concentrația ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) în soluție a speciei chimice colorate;
 l - lungimea drumului optic pe care îl străbate lumina prin soluția colorată (cm), reprezentată de "grosimea" cuvei transparente ce conține soluția probei.

În cursul acestui experiment parametrul ϵ nu variază (considerăm că în soluție există o singură specie chimică colorată); de asemenea și lungimea drumului optic (l) rămâne constantă în timp. În consecință, absorbanta variază liniar cu concentrația speciei chimice colorate așadar se va obține aceeași curbă cinetică dacă reprezentăm variația concentrației în funcție de timp sau variația absorbantei în funcție de timp.

5. Cerințe

Efectuați experimentele :)

12p

5.1) Calculați concentrațiile inițiale ale reactanților în amestecul de reacție pregătit la pasul 3.4d). Calculați rapoartele molare inițiale ale reactanților (acestea se vor exprima ca multipli de unu). Treceți toate aceste valori în tabelul de rezultate de mai jos care se găsește deja liniat pe foaia de concurs.

Reactant	Concentrație inițială ($t=0$) C^0 (mol/L)	Raport molar inițial ($t=0$)
KMnO ₄		
MnSO ₄		
(COOH) ₂		

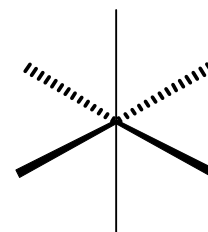
4p

5.2) Pe baza rezultatelor calculate la punctul 5.1 deduceți transformarea numărului de oxidare al unui cation știind că reacția ce are loc între speciile acestuia este completă și decurge practic instantaneu (evoluția nu este observabilă în condițiile acestui experiment). Scrieți ecuația de reacție ce implică numai cationul respectiv pentru a arăta transformarea numărului de oxidare al acestuia.

1p

5.3) În amestecul de reacție pregătit la pasul 3.4d) ligandul organic se află într-un exces foarte mic. Are loc o reacție completă de formare a unei singure combinații complexe mononucleare (adică molecula acestei combinații complexe conține un singur ion central) despre care se cunoaște că:

- _molecula acesteia conține numai ligand organic;
 - _ionul central se află în geometrie de coordinare octaedrică;
 - _prezintă chiralitate (molecula prezintă două structuri chirale aflate în relație obiect-imagine în oglindă, neseperabile însă datorită interconversiei facile).
- Deduceți combinația complexă formată și scrieți cele două formule structurale din care să reiasă chiralitatea moleculei (pentru desenarea structurilor utilizați formule asemănătoare celei alăturate).



4p

Informație:

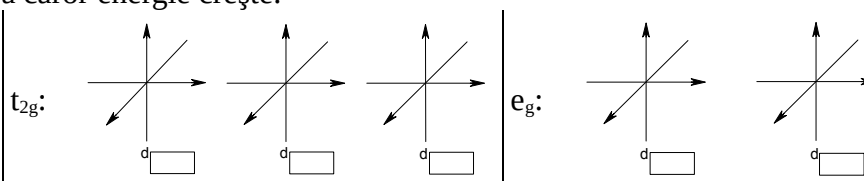
Combinația complexă dedusă la punctul anterior (de culoare roșu-cireașă) prezintă o stabilitate redusă în condițiile acestui experiment; acesta este motivul pentru care s-a observat după pașii 3.4c)-3.4d) ai experimentului o culoare roșu-cireașă ce a persistat doar câteva secunde după adăugarea ultimului reactiv urmată de evoluția spre o culoare galben-marونیu. Stabilitatea redusă a combinației complexe de culoare roșu-cireașă rezultă din considerente energetice: are loc deformarea (prin elongație a) geometriei de coordinare octaedrică a ionului central, acest fenomen purtând numele de efect Jahn-Teller. În continuare vom examina aceste aspecte.

5.4) Într-un cation tranzițional izolat, cei 5 orbitali d au aceeași energie (sunt degenerați); la formarea combinației complexe apare interacția (stabilizată de energia potențială) dintre ionul central și liganzii coordinați în jurul acestuia, dispuși într-o anumită geometrie (poliedru de coordinare). Consecința acestei interacții resimțite de ionul central în interiorul unui câmp de energie potențială va fi separarea (din punct de vedere energetic a) orbitalilor d ai acestuia. Pentru câmpul cristalin generat de înconjurarea octaedrică a ionului central, orbitalii d se separă în două categorii, denumite:

t{2g} - trei orbitali d (în a căror notație nu apar coordonate carteziane la puterea a doua) a căror energie scade față de cea a orbitalilor d degenerați ai ionului izolat.

_e_g - ceilalți doi orbitali d , a căror energie crește.

Atribuiți orbitalii d celor două categorii menționate mai sus și desenați-i; sistemele de axe se află deja



liniate pe foaia de concurs; etichetați axele pentru fiecare desen în parte și scrieți notația orbitalului în chenarul dreptunghiular din dreptul literei „d”.

8p

5.5) Scrieți configurația electronică a ionului central ce va induce formarea combinației complexe de culoare roșu-cireașă.

1p

5.6) Efectul Jahn-Teller se referă la stabilizarea energetică a unei geometrii de coordinare octaedrică deformată față de situația octaedrului nedeformat. În consecință, pot apărea două situații:

- _elongație pe direcția axei oz , concomitent cu compresie în planul xoy ;
- _compresie pe direcția axei oz , concomitent cu expansiune în planul xoy .

În fiecare din aceste două situații orbitalii t_{2g} și respectiv e_g vor suferi o nouă separare energetică datorată asimetriei câmpului cristalin indusă de deformarea geometriei de coordinare octaedrică, ca urmare a **repulsiei electrostatice** dintre electronii liganzilor și electronii ionului central.

În diagrama energetică de mai jos sunt schematizate:

în mijlocul diagramei: separarea energetică a orbitalilor t{2g} și e_g pentru o geometrie octaedrică nedeformată;

în stanga/dreapta: separarea energetică ulterioară a categoriilor t{2g} și e_g de orbitali pentru situațiile de deformare menționate.

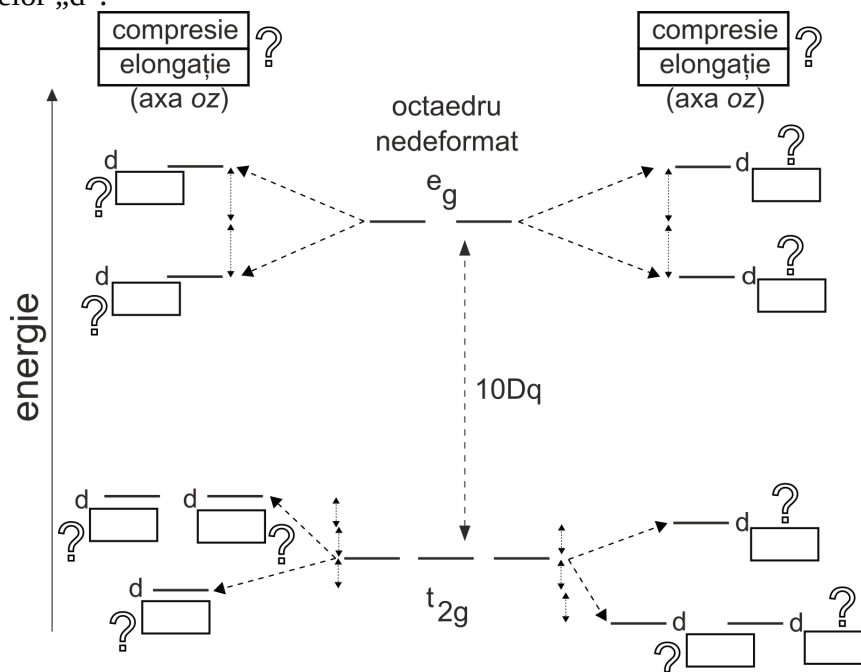
Utilizând diagrama energetică (pe care o găsiți liniată pe foaia de concurs) :

_reprezentați (sub formă de săgeți) electronii d ai ionului central pentru geometria octaedrică nedeformată pentru a obține numărul maxim de electroni neîmperecheați (configurație „high-spin”);

_identificați care dintre situațiile schematizate în stânga/dreapta corespunde **elongației** puternice pe direcția axei oz , concomitent cu compresia în planul xoy (pentru situația identificată, tăiați cu o linie cuvântul „compresie” din chenarul situat în partea de sus a diagramei);

_numai pentru situația identificată, reprezentați electronii ce provin din orbitalii e_g și t_{2g} ;

_numai pentru situația identificată, adăugați notațiile orbitalilor d în chenarele dreptunghiulare din dreptul literelor „d”.



(veți completa locurile marcate cu semne de întrebare numai acolo unde este cazul).

10p

5.7) Elongația puternică a geometriei octaedrice pe direcția axei *oz* (prin efect Jahn-Teller) întâmpină constrângerile stereochemice ale ligandului organic, ducând la ruperea celor două legături ion central - ligand organic, procesul provocând o rearanjare a moleculei (se păstrează geometria octaedrică deformată) în care două molecule de solvent sunt legate și ulterior se expulzează un ligand organic. Acest fenomen determină timpul de viață scurt (de câteva secunde) al combinației complexe de culoare roșu-cireașă ce se transformă în combinația complexă galbenă-maronie.

Scrieți ecuația de reacție a acestui proces chimic, folosind formule structurale.

2p

5.8) Compresia geometriei octaedrice în planul *xoy* (datorată aceluiași efect Jahn-Teller) determină scăderea distanțelor dintre ionul central și liganzii organici, ce induce un puternic transfer de sarcină ligand → ion central, rezultând o reacție redox intramoleculară (combinația complexă galbenă-maronie se descompune în specii cvasi-incolor). Această etapă o vom valida din punct de vedere cinetic.

Pe foaia de concurs găsiți un tabel de rezultate de forma celui de mai jos. Completați valorile obținute din experimentul colorimetric și rezultatele următoarelor calcule:

_Estimarea valorilor absorbantei (*A*), cu formula:

$$A = 1 - \frac{(\text{Intensitate Blue la timpul } t)}{(\text{Intensitate Blue inițială})}$$

_Logaritmul natural al valorilor absorbantei.

Valoare inițială "Blue":

Timp (minute)	Valoare intensitate "Blue"	A	ln(A)
1			
2			
3			
4			
6			
8			
10			
12			
14			
16			
18			
20			

15p

5.9) Efectuați o reprezentare grafică liniară din datele tabelului de la punctul anterior ce permite determinarea valorii constantei de viteză și ulterior calculați timpul de înjumătățire (detaliind cu formule calculele efectuate). Explicați care este valoarea ordinului de reacție. Liniatura graficului se găsește pe foaia de concurs; se notează (precizând unitatea de măsură) mărimile reprezentate pe axe.

18p

5.10) Pentru procesul chimic menționat la punctul 5.8 se formulează următorul mecanism:

_reacția redox intramoleculară generată de scindarea homolitică a unei singure legături ion central-ligand va conduce la un intermediar neizolabil cu caracter de radical liber ;

_pentru simplificare, se va considera că după reducere ionul central rămâne liber în soluție fără a mai forma alte combinații complexe cu ligand organic: are loc astfel un proces de descompunere în urma căruia unul dintre produșii rezultați este o specie organică de radical liber și anion (radical-anion) ;

_radicalul-anion se scindează homolitic rezultând o moleculă neutră (întâlnită deseori în chimie) și un nou radical-anion ;

_noul radical-anion se recombina formând o specie a unui reactant utilizat în această probă practică.

Deduceți structurile și scrieți mecanismul de reacție descris mai sus folosind săgeți curbe pentru a arăta procesele homolitice ce au loc.

8p

În continuare vom încerca să efectuăm o estimare alternativă a constantei de viteză, pe baza rezultatelor obținute din experimentele de titrare acido-bazică:

5.11) Pentru un acid dibazic H_2A deduceți relațiile ce exprimă dependența de pH a concentrațiilor celor trei specii ale acestuia în soluție apoasă. Relațiile vor fi deduse exact (fără aproximații) și vor depinde numai de următorii parametri:

_a (concentrația inițială de acid H_2A ce reprezintă concentrația totală a celor trei specii);

_ $[H_3O^+]$;

_ K_{a1} , K_{a2} .

10p

5.12) Utilizând relațiile deduse la punctul 5.11 calculați concentrațiile și ponderile procentuale ale speciilor (menționate în 5.11) la finalul experimentului efectuat în pasul 3.6. Rezultatele se prezintă sub forma unui tabel (ce se găsește liniat pe foaia de concurs) :

a (concentrație inițială H_2A) = mol/L

pH =

=>

$[H_3O^+] =$

mol/L

specie H_2A	concentrație (mol/L)	pondere procentuală (%)
(scrieți care este specia)		
(scrieți care este specia)		
(scrieți care este specia)		

6p

5.13) Pe baza rezultatelor din tabelul anterior deduceți (scriind ecuațiile de reacție) coeficientul stoechiometric global al titrantului (rotunjit la prima zecimală) în procesul ce a avut loc în pasul 3.6.

2p

5.14) Pe baza volumelor de titrant consumate în pașii 3.5 și 3.6 vom estima valoarea constantei de

viteză a procesului menționat la punctele 5.9 și 5.10. Atât rezultatele experimentale cât și cele ale calculelor se trec într-un tabel de rezultate pe care îl găsiți deja liniat pe foaia de concurs:

Timp de reacție (min.)	Volum probă prelevată pentru titrare (mL)	Volum titrant consumat (mL)	Nr. moli titrant consumat	Nr. moli acid în proba titrată	Concentrație acid în proba titrată (mol/L)
0 (proba martor)	5				
30	5				

Pe baza acestor valori calculați valoarea estimativă a constantei de viteză, detaliind (cu formulele și ecuațiile corespunzătoare) modul de calcul utilizat.

11p

Indicații:

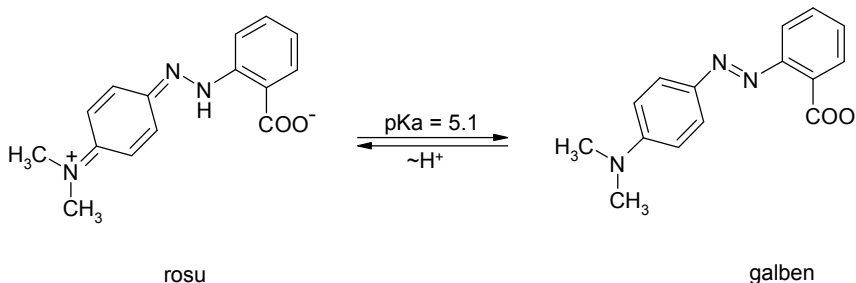
_mase atomice: în tabelul periodic de pe pagina următoare ;

_pentru trasarea graficului puteți folosi o ciornă pliată în loc de riglă ;

relația Henderson-Hasselbach: pentru $HA \leftrightarrow H^+ + A^-$: $pH = pKa + \log{10} \frac{[A^-]}{[HA]}$;

_valori pKa: $(COOH)_2$: $pKa_1 = 1.25$; $pKa_2 = 4.15$

_structură și culori roșu de metil:



Subiect elaborat de:

Bogdan Jurca - Universitatea din București

Lucian Pop - Universitatea "Babeș-Bolyai", Cluj-Napoca

Adina Bodescu - Liceul Teoretic "Adam Müller Guttenbrunn", Arad

Georgeta Borș - Colegiul Național "Liviu Rebreanu", Bistrița

Mihaela Dana Hristea - Colegiul Național "Mihai Eminescu", Botoșani

Emöke Hampel – Liceul Tehnologic „Ion Vlasiu”, Târgu Mureș

Notă:

Timp de lucru 3 ore

Reactivii de la masa de lucru NU pot fi suplimentați.

Se penalizează cu 10 puncte fiecare obiect de instrumentar spart

**Comisia Centrală a Olimpiadei
Naționale de Chimie
vă urează
succes !**

Tabelul periodic al elementelor:

1																	18
1 H 1	2											13	14	15	16	17	2 He 4.003
3 Li 6.941	4 Be 9.012											5 B 11	6 C 12	7 N 14	8 O 16	9 F 19	10 Ne 20.18
11 Na 23	12 Mg 24.	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 27	14 Si 28	15 P 31	16 S 32	17 Cl 35.5	18 Ar 40
19 K 39	20 Ca 40	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 51	24 Cr 52	25 Mn 55	26 Fe 56	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 64	30 Zn 65	31 Ga 69.72	32 Ge 72.64	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 80	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.96	43 Tc [98]	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 108	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 127	54 Xe 131.29
55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57 La 138.91	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra 226.0	89 Ac (227)	104 Rf (261)	105 Ha (262)													
		58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.05	71 Lu 174.97		
		90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np 237.05	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (254)	100 Fm (257)	101 Md (256)	102 No (254)	103 Lr (257)		