



MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE  
OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE CHIMIE  
PIATRA-NEAMȚ  
31.03. – 06.04. 2013

**Proba practică**  
**Clasa a XII –a**

**Determinarea ordinului de reacție și a energiei de activare**

**1. Ustensile necesare**

- eprubete, pahare Berzelius, pipetă gradată, cilindru gradat, pisetă, termometru, cronometru sau ceas cu secundar.

**2. Reactivi**

- soluție standardizată de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  de concentrație cunoscută, soluție de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,3 M.

**3. Modul de lucru**

În lucrare se studiază reacția dintre tiosulfatul de sodiu și acidul sulfuric, în soluție apoasă. Aceasta este ușor de urmărit, deoarece sulful format se separă sub formă coloidală, producând o turbureală în vasul de reacție. Viteza de reacție în raport cu sulful format este  $v = [\text{S}]_{\text{min}} / \Delta t$ . Cantitatea  $[\text{S}]_{\text{min}}$  este o constantă, independentă de modul de desfășurare a reacției, și reprezintă cantitatea minimă de sulf din unitatea de volum necesară apariției precipitatului coloidal.

**A.** Se studiază influența concentrației tiosulfatului de sodiu asupra vitezei de reacție, determinându-se ordinul de reacție în raport cu acesta. Menținând constante temperatura și concentrația acidului sulfuric, viteza de reacție este invers proporțională cu timpul  $\Delta t$  până la apariția sulfului coloidal.

În patru eprubete (1a)-(4a) se introduc volumele de soluție de tiosulfat și de apă indicate în tabelul 1:

Nr. eprubetă	$V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$ (mL)	$V_{\text{H}_2\text{O}}$ (mL)	$[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3]$ $\left(\frac{\text{mol}}{\text{L}}\right)$	$\Delta t$ (s)
1a	5	0		
2a	4	1		
3a	3	2		
4a	2	3		
1b,...,4b	5 mL soluție $\text{H}_2\text{SO}_4$			

iar în celelalte patru eprubete (1b)-(4b), câte 5 mL soluție  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Se adaugă peste conținutul eprubetei (1a) soluția din eprubeta (1b), se agită și se măsoară timpul  $\Delta t$  scurs din momentul amestecării până la apariția turburelii. Se procedează la fel și cu perechile de eprubete (2a)-(2b), (3a)-(3b), (4a)-(4b), notându-se valorile  $\Delta t$ .

**B.** În patru eprubete se pun câte 2 mL soluție  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  și 3 mL de apă, iar în celelalte patru eprubete câte 5 mL soluție  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Eprubetele se introduc pe rând, câte două (una cu soluție de tiosulfat și una cu soluție de acid sulfuric), într-un pahar Berzelius umplut pe jumătate cu apă la temperaturi apropiate de 20, 25, 30, respectiv 35°C. După 2-3 minute, se măsoară temperatura din paharul Berzelius, se toarnă soluția de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dintr-o eprubetă peste cea de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  din

cealaltă eprubetă, se agită și se măsoară timpul  $\Delta t$  scurs de la amestecare până la apariția turbulenței. Se repetă experiența la diferite temperaturi. Rezultatele se trec în tabelul 2:

Experiment	T(K)	$\Delta t$ (s)
1		
2		
3		
4		

#### 4. Cerințe

1. Scrieți ecuația reacției chimice dintre acidul sulfuric și tiosulfat. **6 p**
2. Completați tabelul 1, calculând concentrația tiosulfatului după amestecarea soluțiilor din eprubete. **6 p**
3. Prezentați rezultatele punctului (A) într-un tabel de forma **16 p**

$V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$ (mL)	$V_{\text{H}_2\text{O}}$ (mL)	$\ln[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3]$	$\ln \Delta t$
5	0		
4	1		
3	2		
2	3		

4. Reprezentați grafic dependența:  

$$-\ln(\Delta t) = f(\ln[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3])$$
 **16 p**
5. Din graficul de la punctul anterior, determinați ordinul de reacție n. **6 p**
6. Scrieți ecuația care descrie dependența constantei de viteză k de temperatura absolută T, presupunând că reacția este elementară și precizați semnificația mărimilor care intervin. **11 p**
7. Prezentați rezultatele punctului (B) într-un tabel de forma **16 p**

Experiment	$1000/T$	$-\ln(\Delta t)$
1		
2		
3		
4		

8. Trasați graficul  $-\ln(\Delta t) = f\left(\frac{1000}{T}\right)$ . **16 p**
9. Din graficul trasat la punctul anterior, determinați energia de activare a reacției,  $E_A$ . **7 p**

Se dă:  $R = 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$

**Notă: Timp de lucru 3 ore.**

**Comisia:** Adrian Bîrzu, Cornelia Ilieș, Ruxanda Șerban, Laura Moșteanu.



MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE  
OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE CHIMIE  
PIATRA-NEAMȚ  
31.03. – 06.04. 2013

**Proba practică (traducere în lb. maghiară)**  
**Gyakorlati próba - XII. Osztály**

**A reakciórend és az aktiválási energia meghatározása**

**1. Szükséges eszközök:**

- kémcsövek, Berzelius poharak, beosztásos pipette, mérőhenger, fecskendőpalack, hőmérő, stopperóra vagy másodperces óra.

**2. Reagensek:**

- ismert koncentrációjú standardizált  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  –oldat, 0,3 M-os  $\text{H}_2\text{SO}_4$  –oldat.

**3. A muka menete:**

A laborgyakorlatban a nátrium-tioszulfát és kénsav között lejátszódó reakciót tanulmányozzuk, vizes oldatban. Ez könnyen követhető, mivel a reakcióból keletkező kolloidális kén, zavarossá teszi az edényben található oldatot. A reakció sebessége a keletkezett kénre vonatkoztatva:

$v = \frac{[S]_{\min}}{\Delta t}$ . Az  $[S]_{\min}$  mennyiség egy állandó, amely független a reakció végbemenek módjától, és azt a minimális kénmennyiséget jelenti, amely az egységnyi térfogatban, a kolloidális csapadék megjelenéséhez szükséges.

**A.** Tanulmányozzuk a nátrium-tioszulfát koncentrációjának hatását a reakciósebességre, meghatározva a rá vonatkozó reakciórendet. Állandónak tartva a hőmérsékletet és a kénsav koncentrációját, a reakciósebesség fordítottan arányos a kolloidális kén megjelenéséhez szükséges  $\Delta t$  idővel.

(1a)-(4a) –val jelölt kémcsövekben az 1. táblázatban megadott tioszulfát-oldat és víz térfogatokat tesszük:

A kémcső sorszáma	$V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$ (mL)	$V_{\text{H}_2\text{O}}$ (mL)	$[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3]$ $\left(\frac{\text{mol}}{\text{L}}\right)$	$\Delta t$ (s)
1a	5	0		
2a	4	1		
3a	3	2		
4a	2	3		
1b,...,4b	5 mL solupie $\text{H}_2\text{SO}_4$			

valamint a másik négy, (1b)-(4b)-vel jelölt kémcsövekbe 5 -5 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -oldatot mérünk be. Az (1a)-val jelölt kémcsőhöz az (1b)-vel jelölt kémcső tartalmát töltjük, összerázzuk és lemérjük az összekeveréstől a zavarosság megjelenéséig eltelt  $\Delta t$  időt. Hasonlóképpen járunk el a (2a)-(2b), (3a)-(3b), (4a)-(4b)-vel jelölt kémcsőpárokkal is, lejegyezve a  $\Delta t$  időket.

**B.** Négy kémcsőbe 2-2 mL  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -oldatot és 3-3 mL vizet teszünk, valamint a másik négy kémcsőbe 5 -5 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -oldatot mérünk be. A kémcsöveket szerre, párosával (egyét tioszulfát oldattal és egyet kénsavoldattal), vízzel félig megtöltött Berzelius-pohárba helyezzük, amelyben a víz hőmérséklete 20, 25, 30, valamint 35°C hőmérséklet körüli érték. 2-3 perc múlva megmérjük a Berzelis-pohárban a hőmérsékletet, és az egyik kémcsőből a  $\text{H}_2\text{SO}_4$  –oldatot a  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  –oldatot tartalmazó kémcsőbe töltjük, összerázzuk, és lemérjük az összekeveréstől a zavarosság megjelenéséig eltelt  $\Delta t$  időt. Megismételjük a kísérletet különböző hőmérsékleti értékekre.

Az eredményeket a 2. táblázatba írjuk:

Experiment	T (K)	$\Delta t$ (s)
1		
2		
3		
4		

#### 4. Kérések:

1. Írd le a tioszulfát és a kénsav között lejátszódó reakció egyenletét. **6 p**

2. Egészítsd ki az 1. táblázatot, kiszámítva a tioszulfát koncentrációját a kémcsövekben található oldatok összetöltése után. **6 p**

3. Az (A) pont eredményeit írd az alábbi táblázathoz hasonlóba. **16 p**

$V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$ (mL)	$V_{\text{H}_2\text{O}}$ (mL)	$\ln[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3]$	$\ln \Delta t$
5	0		
4	1		
3	2		
2	3		

4. Ábrázold grafikusán:

$$-\ln(\Delta t) = f(\ln[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3])$$

**16 p**

5. Az előző alpont grafikonja alapján, határozd meg az n reakciórendet. **6 p**

6. A reakciót, elemi reakciónak tekintve, írd le a k sebességi állandó és az abszolút hőmérséklet közötti összefüggést, valamint nevezd meg az összefüggésben szereplő mennyiségeket. **11 p**

7. A (B) alpont eredményeit, írd az alábbi táblázathoz hasonlóba. **16 p**

Experiment	$1000/T$	$-\ln(\Delta t)$
1		
2		
3		
4		

8. Készítsd el a  $-\ln(\Delta t) = f\left(\frac{1000}{T}\right)$  összefüggésnek megfelelő grafikont. **16 p**

9. Az előző alpontban elkészített grafikon alapján, határozd meg a reakció  $E_A$  aktiválási energiáját. **7 p**

Adott:  $R = 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$

**Megjegyzés: A munkaidő 3 óra.**

**Comisia:** Adrian Bîrzu, Cornelia Ilieș, Ruxanda Șerban, Laura Moșteanu.

**Comisia Centrală a Olimpiadei**

**Naționale de Chimie**

**vă urează**

**succes!**



**MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE**  
**OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE CHIMIE**  
**PIATRA-NEAMȚ**  
**31.03. – 06.04. 2013**

**Barem de evaluare și de notare**  
**Proba practică**  
**Clasa a XII-a**

1. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{S} + \text{SO}_2$	6 p
2. Calculul valorilor $[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3]$ , în mol/L	6 p
3. Determinarea experimentală a valorilor $\Delta t$ și completarea tabelului	16 p
4. Reprezentarea grafică $-\ln(\Delta t) = f(\ln[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3])$	16 p
5. Determinarea lui $n = 1$ din panta dreptei	6 p
6. $k = A \exp\left(-\frac{E_A}{RT}\right)$ și semnificație	11 p
7. Determinarea experimentală a valorilor $\Delta t$ și completarea tabelului	16 p
8. Trasarea graficului $-\ln(\Delta t) = f\left(\frac{1000}{T}\right)$	16 p
9. $E_A = 35 - 40 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ , din panta dreptei	7 p
Total	100 p

**Notă:** orice variantă corectă de rezolvare se va puncta corespunzător.

**Comisia:** Adrian Bîrzu, Cornelia Ilieș, Ruxanda Șerban, Laura Moșteanu.