

30. 05 – 31. 05. 2014. године

Београд и Нови Сад



NIS
GAZPROM NEFT

I Српска хемијска олимпијада

...I didn't say it would be easy... I just said it would be the truth...

Morpheus, Matrix



Code:

3

Практични задатак 1.

а	б	в	г	д	ђ	е	Укупно 13,5 %
4	25	38	2	2	2	4	77

Проучавање реакција бакар(II) јона помоћу комплексометрије

Реагенс који се користи у комплексометрији, ЕДТА (динатријумова со етилендиаминтетрасирћетне киселине), брзо гради веома стабилне комплексе са двоструко и троструко наелектрисаним јонима метала:



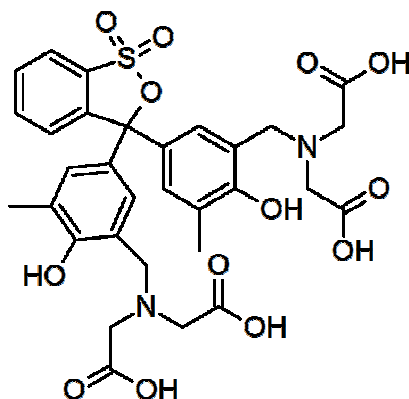
M^{x+} је метални јон, Y^{4-} је анјон који настаје из ЕДТА.

Ова реакција се може користити за прецизно и брзо одређивање металних јона. У току титрације, метални јони који су у вишку граде комплекс са додатим индикатором. На крају титрације су сви метални јони комплексирани са ЕДТА, због чега индикатор постаје слободан и мења боју. Дакле, директна титрација са ЕДТА се врши до постојане боје, тј. дотле док даље додавање титранта (раствора којим се титрује) не изазива промене у нијанси. Зарад тачног одређивања завршне тачке титрације, добро је упоређивати боју пробе коју титрујемо са бојом пробе која је претходно до краја иститрована.

Комплекси метала са ЕДТА су веома стабилни, те је већина реакција метала, какве су катализа, грађење других комплекса и таложење, инхибиране. Мали број хемијских врста које садрже металне јоне је стабилније од одговарајућих ЕДТА комплекса и не реагује са ЕДТА. Овде ћемо проучавати управо реакцију која даје такав производ, али најпре морамо одредити тачан садржај метала у узорку.

Одређивање садржаја бакар(II) јона у узорку

Као индикатор за комплексометријско одређивање бакар(II) јона се користи ксиленол-оранж (слика 1). Ксиленол-оранж се може користити и као кисело-базни индикатор.



Слика 1.

А) Коришћењем опреме и материјала/хемикалија које су вам на располагању, утврдите одговарајуће особине индикатора ксиленол-оранж. Забележите ваше резултате и закључке.

Узорак који сте добили разблажите до црте. Одмерите одговарајући број проба запремине по 10 cm^3 . Непосредно пре титрације у сваку пробу додајте једну равну кашићу натријум-ацетата (око 1 g), 10 cm^3 20% сирћетне киселине, 25 cm^3 воде и 4 капи 2% раствора ксиленол-оранжа. Црвено-браон обојене пробе титрујте раствором ЕДТА ($c = 0,05 \text{ mol dm}^{-3}$) док раствор не добије постојану и јасну светлозелену боју (после извесног времена након завршене титрације, раствор може променити боју). У току титрације обратите пажњу на место где кап пада у пробу, да би уочили промену боје. У завршној тачки титрације се из јасно зелене (јабука зелена) боје раствора у потпуности губе црвени тонови.

Б) Забележите утрошену запремину ЕДТА у одговарајућем броју титрација. Одредите масу бакар(II) јона у узорку.

$m(\text{Cu}^{2+}) = \underline{\hspace{2cm}}$

Проучавање реакције између бакар(II) и тиосулфатних јона

Бакар(II) јони не реагују са ЕДТА у присуству вишка тиосулфата, јер ова два јона међусобно реагују: тиосулфат редукује бакар(II) до бакар(I) јона. Ова реакција се користи за „маскирање“ бакра онда када је потребно одредити садржај неког другог металног јона у његовом присуству.

Реакција маскирања није довољно брза да би се директно пратила, али је производ реакције бакра(II) и тиосулфата који садржи метал толико стабилан да неизреаговани бакар(II) може да се прецизно одређује титрацијом са ЕДТА. На овај начин се могу добити информације и о самој реакцији између јона бакра(II) и тиосулфата.

Поновите експеримент коришћен за одређивање садржаја бакар(II) јона у узорку, али пре титрације у пробу додајте тачно одређену запремину тиосулфата ($c = 0,1330 \text{ mol dm}^{-3}$). Количина

неизреагованих и слободних бакар(II) јона се може одредити титрацијом. Боја у завршној тачки титрације је жута у случају потпуно маскраних јона бакра, али је зеленкаста онда када је присутно још слободних бакар(II) јона.

На располагању вам је раствор бакар(II) јона концентрације $c = 0,215 \text{ mol dm}^{-3}$. Петоструко разблажите овај раствор, па добијени разблажени раствор користите да би утврдили стехиометријски однос у коме реагују бакрови и тиосулфатни јони.

Запремина тиосулфата (cm^3)									
Запремина раствора бакрових јона (cm^3)									
Утрошена запремина ЕДТА (cm^3)									

В) Одредите, на основу експерименталних резултата који сте добили, у ком молском односу реагују јони тиосулфата и бакра?

Молски однос _____

Г) Претпоставите да се у току редукције тиосулфатни јони конвертују у $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ јоне. Напишите и изједначите одговарајућу једначину.

--

Д) Бакар(I) јони граде стабилне комплексе са тиосулфатом. Колико се, на основу резултата вашег експеримента, тиосулфатних јона координира са једним јоном бакра?

Координациони број _____

Ђ) Напишите и изједначите комплетну једначину реакције која одговара маскирању бакра. Какав би, према овој једначини, био моларни однос у коме реагују јони бакра и тиосулфата?

Моларни однос _____

Примедба: Реална реакција може бити много сложенија, и у зависности од услова може доћи до настајања додатних производа. Чак и у случају савршено изведеног експеримента, израчунати координациони број за комплекс бакра(II) са тиосулфатом може имати нецелобројну вредност. Међутим, добијени резултат ће указивати на дату целобројну вредност.

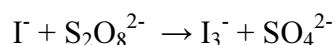
Е) Неопходно је да рН вредност у току титрације буде стална. Који процес може да омета одређивање у киселом или базном раствору? Како се мења киселост раствора у току титрације?

Практични задатак 2.

а	б	в	г	д	ђ	Укупно 13 %
2	20	10	9	2	3	46

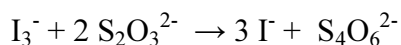
Хемијска кинетика

У овој вежби проучаваћете кинетику реакције јодида и персулфата:



а) Одредите коефицијенте у овој реакцији.

Добијени тријодид реагује са натријум-тиосулфатом:



Кад се утроши сав тиосулфат, јод реагује са скробом градећи плави производ. Експеримент је тако конципиран да је количина тиосулфата врло ниска (око 1 %) у поређењу са јодидом и тиосулфатом, што обезбеђује одређивање почетне брзине.

б) Од вас се очекује да одредите почетну брзину реакције и ред реакције у односу на персулфат и у односу на јодид. Одмераваћете реактанте према табели приказаној доле. Ви ћете одабрати запремине раствора које су прикладне за одређивање реда реакције и уписати их у табелу, па ћете извести експеримент у складу са табелом. Укупна запремина ће у свим пробама бити 50 mL.

Проба	mL 0,200 M KI	mL 0,100 M (NH ₄) ₂ S ₂ O ₈	mL 0,0050M Na ₂ S ₂ O ₃	mL 0,200 M KCl	mL 0,100 M (NH ₄) ₂ SO ₄	Измерено време (s)
1			10.0	0.0	0.0	
2			10.0	10.0	0.0	
3			10.0	15.0	0.0	
4			10.0	0.0	10.0	
5			10.0	0.0	15.0	

Реакције се раде у сувим ерленмајерима од 100 mL, уз мешање магнетом.

Одмерићете трбушастом пипетом потребну количину натријум-тиосулфата, додати неколико капи раствора скроба, а затим пипетама одмерити потребну количину калијум-хлорида или амонијум-сулфата. Биретом ћете у ерленмајер одмерити одабрану количину калијум-јодида, убацићете магнет у ерленмајер и укључити мешање. Док се овај раствор меша, одмерити одабрану количину амонијум-персулфата биретом у мензур у од 25 mL. Из мензуре ћете одједном, без испирања мензуре, пресути тај раствор у ерленмајер. Одмах по додавању почињете да мерите време. Мерићете време до појављивања плаве боје комплекса. Унећете податке у табелу дату горе.

в) У доле наведену табелу унесите прорачунате концентрације (mol/dm^3) и почетне брзине реакције изражене преко промене концентрације персулфата.

Проба	Почетна $[\text{I}^-]$	Почетна $[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]$	Почетна $[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]$	Брзина	k
1					
2					
3					
4					
5					

г) На основу података из табеле одредите ред реакције у односу на персулфат и ред реакције у односу на јодид. Израчунајте константу брзине и унесите у табелу.

д) Напишите израз за брзину реакције јодида и персулфата.

ђ) Шта се може рећи за корак који одређује брзину реакције (заокружите тачан одговор):

- а) Корак који одређује брзину је судар два јодидна јона
- б) Корак који одређује брзину је разлагање персулфатног јона на сулфатни анјон и сулфатни радикал
- в) Корак који одређује брзину је судар јодидног и персулфатног јона.

Практични задатак 3.

Укупно 13,5 % поена, сваки јон по 0,75

Доказивање јона

У овој вежби ћете доказати природу девет соли користећи ограничен избор реагенаса. У обзир долазе катјони: Ag^+ , Pb^{2+} , Hg^{2+} , Cu^{2+} , Sn^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Ca^{2+} , Ba^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ , Na^+ и K^+ , а од анјона: Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- и CO_3^{2-} . На располагању су вам све хемикалије који се налазе на радном месту.

Решење

1 =

2 =

3 =

4 =

5 =

6 =

7 =

8 =

9 =