

ТЕОРИСКИ ПРОБЛЕМИ

(Запишете го начинот на решавање и одговорот на предвиденото место за тоа! Решавањето надвор од предвиденото место нема да се прегледува!)

Податоци кои може да се потребни: $A_r(\text{H}) = 1,01$; $A_r(\text{O}) = 16,00$; $A_r(\text{Al}) = 26,98$
 $A_r(\text{Fe}) = 55,85$; $A_r(\text{Ca}) = 40,08$; $A_r(\text{Na}) = 22,99$

Задача 1.

Калциум алуминат, важно соединение кое се додава во некои видови цемент, содржи 44,4 % калциум, 20,0 % алуминиум, а остатокот е кислород.

А. Определи ја емпириската формула на калциум алуминатот. (6)

 $\text{Ca}_x\text{Al}_y\text{O}_z$
 $x:y:z = n(\text{Ca}) : n(\text{Al}) : n(\text{O})$

$$x = n(\text{Ca}) = \frac{44,4 \text{ g}}{40,08 \text{ g/mol}} = 1,11 \text{ mol}$$

$$y = n(\text{Al}) = \frac{20,0 \text{ g}}{26,98 \text{ g/mol}} = 0,741 \text{ mol}$$

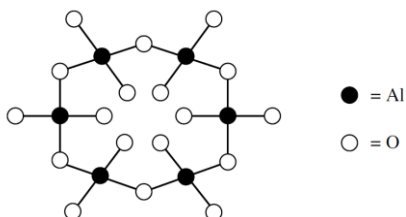
$$z = n(\text{O}) = \frac{35,6 \text{ g}}{16,00 \text{ g/mol}} = 2,23 \text{ mol}$$

$$x : y : z = n(\text{Ca}) : n(\text{Al}) : n(\text{O}) = \frac{1,11 \text{ mol}}{0,741 \text{ mol}} : \frac{0,741 \text{ mol}}{0,741 \text{ mol}} : \frac{2,23 \text{ mol}}{0,741 \text{ mol}} = 1,5 : 1 : 3 \cdot 2$$

$$x : y : z = n(\text{Ca}) : n(\text{Al}) : n(\text{O}) = 3 : 2 : 6$$

Емпирииска формула: $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$

В. Структурата на калциум алуминатот не била определена до 1975 година. Структурата на алуминатниот анјон ($\text{Al}_6\text{O}_{18}^{18-}$) е дадена подолу. Определи ја молекулската формула на калциум алуминатот. (2)



Вистинска формула: $\text{Ca}_9\text{Al}_6\text{O}_{18}$

С. Кои типови на врски кои постојат кај алуминатниот анјон ($\text{Al}_6\text{O}_{18}^{18-}$)? (2)

поларни ковалентни врски помеѓу Al и O

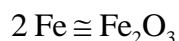
Задача 2.

Содржината на железо во таблети кои се користат како додатоци за исхрана може да се определи со растворање (хемиско) на железото и преведување во талог со состав Fe_2O_3 . За таа цел се изведува гравиметриска анализа која се базира на мерење на масата на продуктот. При изведување на гравиметриска анализа потребно е да се добие достатно голема маса од продуктот Fe_2O_3 за да може да се измери попрецизно.

А. Ако е познато дека **секоја таблета содржи $\approx 15 \text{ mg Fe}$** , колку таблети треба да се анализираат за да се добие $0,260 \text{ g}$ од продуктот Fe_2O_3 ? (3)

$$m(\text{Fe})_{1 \text{ таблета}} = 15 \text{ mg}$$

$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0,260 \text{ g}$$

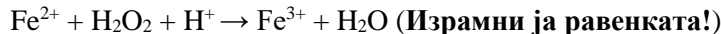


$$n(\text{Fe})_{\text{вкупно}} = 2 \cdot n(\text{Fe}_2\text{O}_3)$$

$$m(\text{Fe})_{\text{вкупно}} = 2 \cdot \frac{m}{M}(\text{Fe}_2\text{O}_3) \cdot M(\text{Fe}) = 2 \cdot \frac{0,260 \text{ g}}{159,7 \text{ g/mol}} \cdot 55,85 \text{ g/mol} = 0,182 \text{ g} = 182 \text{ mg}$$

$$\text{број на таблети} = \frac{m(\text{Fe})_{\text{вкупно}}}{m(\text{Fe})_{1 \text{ таблета}}} = \frac{182 \text{ mg}}{15 \text{ mg}} = 12,13 \approx 12 \text{ таблети}$$

Железото во таблетите е присутно како Fe^{2+} и во текот на анализата се оксидира до Fe^{3+} со вишок водород пероксид, при што настанува реакција опишана со следната равенка:



В. Колкава маса раствор од H_2O_2 со масен удел 3 % е потребно да се додаде при анализа на железо во 10 таблети? (6)

$$10 \text{ таблети} = 0,015 \text{ g} \cdot 10 = 0,15 \text{ g Fe}$$



$$n(\text{Fe}) = \frac{m}{M} = \frac{0,15 \text{ g}}{55,85 \text{ g/mol}} = 2,69 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\frac{n(\text{H}_2\text{O}_2)}{n(\text{Fe}^{2+})} = \frac{1}{2}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}_2) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{Fe}^{2+}) = \frac{1}{2} \cdot 2,69 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 1,34 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}_2) = n \cdot M(\text{H}_2\text{O}_2) = 1,34 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 34,02 \text{ g/mol} = 4,56 \cdot 10^{-2} \text{ g}$$

$$W(\text{H}_2\text{O}_2) = 3\%$$

$$m(\text{проба}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O}_2)}{W(\text{H}_2\text{O}_2)} = \frac{4,56 \cdot 10^{-2} \text{ g}}{0,03} = 1,52 \text{ g}$$

С. Дали ќе се промени бојата на растворот при оксидација на Fe^{2+} до Fe^{3+} ? Ако одговорот е ДА, напиши од која во која боја ќе биде промената.

Бојата ќе се промени од зелена во жолто-кафеава.

Задача 3.

Моларната растворливост на две јонски соединенија може директно да се споредува, но тоа не важи секогаш за нивните K_{sp} вредности.

А. Заокружи ги буквите пред соединенијата за кои со директна споредба на K_{sp} вредностите може да се определи кое од нив е порастворливо во вода. (2)

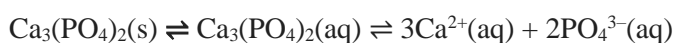
Соединение	Бројна вредност за K_{sp}
(a) PbCrO_4	$2,8 \cdot 10^{-13}$
(b) $\text{Mg}(\text{OH})_2$	$5,6 \cdot 10^{-12}$
(c) $\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2$	$1,4 \cdot 10^{-37}$
(d) Ag_2SO_4	$1,2 \cdot 10^{-5}$
(e) $\text{Al}(\text{OH})_3$	$1,9 \cdot 10^{-33}$

В. Објасни врз основа на кој критериум го направи изборот. (2)

Станува збор за талози од ист тип. Се користи ист израз за пресметување на растворливоста.

С. Околу 50 % од бубрежните камења се состојат од калциум фосфат, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Нормалната просечна содржина на калциум која се излачува во урината е околу 0,10 g Ca^{2+} дневно. За просечна дневна екскреција на урина може да се зема вредност од 1,4 L излачена урина на ден. Која е максималната концентрација на фосфатни јони кои може да бидат присутни во урината, а при тоа да не дојде до формирање на бубрежни камења?

$$K_{sp}(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = 2,07 \cdot 10^{-33} \text{ mol}^5/\text{L}^5.$$



$$K_{sp}[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2] = [\text{Ca}^{2+}]^3 \cdot [\text{PO}_4^{3-}]^2$$

Ако $K_{sp}[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2] > [\text{Ca}^{2+}]^3 \cdot [\text{PO}_4^{3-}]^2 \Rightarrow$ нема да дојде до таложеење

$$[\text{Ca}^{2+}] = \frac{m(\text{Ca}^{2+})}{M(\text{Ca}) \cdot V_{\text{урина}}} = \frac{0,1 \text{ g}}{40,08 \text{ g/mol} \cdot 1,4 \text{ L}} = 1,78 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$[\text{PO}_4^{3-}]^2 < \frac{K_{sp}[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2]}{[\text{Ca}^{2+}]^3} \quad [\text{PO}_4^{3-}] < \sqrt{\frac{K_{sp}[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2]}{[\text{Ca}^{2+}]^3}} = \sqrt{\frac{2,07 \cdot 10^{-33} \text{ mol}^5/\text{L}^5}{(1,78 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L})^3}}$$

$$[\text{PO}_4^{3-}] < 6,058 \cdot 10^{-13} \text{ mol/L}$$

Задача 4.

Познавањето на киселинско-базните својства на аминокиселините е многу важно за разбирање и анализирање на особините на протеините. Најголем дел од техниките кои се користат за сепарацијата, идентификација и квантификација на различни аминокиселини, како и определувањето на нивниот распоред во протеините се базира на нивното киселинско-базно однесување. Целта на овој експеримент е да се изведе титрација на аминокиселината глицин со раствор од натриум хидроксид со точно позната концентрација и да се следат промените на рН кои настануваат во текот на титрацијата.

За изведување на титрацијата треба да се подготват два раствора и тоа:

- 100 mL раствор од аминокиселината глицин со концентрација 0,1 mol/L (**раствор 1**)
- 1 L раствор од NaOH со концентрација 0,1 mol/L (**раствор 2**)

A. Колкава маса глицин ($M = 75,067 \text{ g/mol}$) треба да се извага за да се подготви растворот 1? (1)

$$m = c \cdot V \cdot M = 0,1 \text{ mol/L} \cdot 0,1 \text{ L} \cdot 75,067 \text{ g/mol} = 0,75 \text{ g}$$

B. Како ќе го подготвиш растворот 2, ако на располагање имаш концентриран раствор од NaOH со следните карактеристики ($w = 30 \%$, $\rho = 1,32 \text{ g/mL}$)? (2)

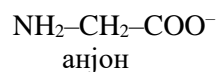
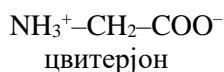
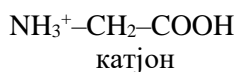
$$c_1 = \frac{\rho \cdot W}{M} = \frac{1320 \text{ g/L} \cdot 0,3}{40 \text{ g/mol}} = 9,9 \text{ mol/L}$$

$$c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$$

$$V_1 = \frac{c_2 \cdot V_2}{c_1} = \frac{0,1 \text{ mol/L} \cdot 1 \text{ L}}{9,9 \text{ mol/L}} = 0,0101 \text{ L} = 10,1 \text{ mL}$$

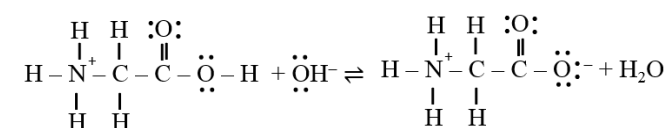
Во текот на титрацијата растворот од глицин се става во чаша од 250 mL, се поставува на магнетна мешалка и во растворот се нурнува (врунува) електрода за мерење на рН вредноста. Кон растворот од глицин постепено се додава раствор од NaOH по 0,2 mL и се отчитува добиената рН вредност.

C. Нацртај ги структурните формули што се однесуваат на аминокиселинскиот катјон, аминокиселинскиот анјон и цвистерјонот од глицин кои може да постојат во воден раствор. (1,5)

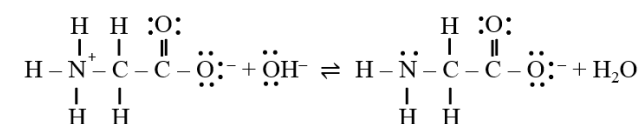


D. Напиши ги двете равенки што опишуваат реакции до кои доаѓа при постепено додавање на NaOH во растворот од глицин. Користи луисовски структурни формули. (2)

Реакција 1:



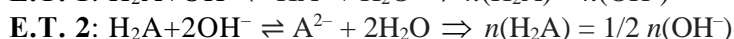
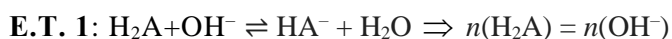
Реакција 2:



За комплетирање на првата реакција се потрошиле 2,76 mL раствор од NaOH со концентрација 0,1 mol/L (pH на растворот при воспоставување на оваа рамнотежа е 5,5), а за комплетирање на двете реакции се потрошиле 9,72 mL раствор од NaOH со концентрација 0,1 mol/L (pH на растворот при воспоставување на оваа рамнотежа е 11,1). Изоелектричната точка за глицин е pI=5,97.

Е. Пресметај го количеството на OH^- јони кое било потребно да се додаде за да се комплетира првата реакција и количеството на OH^- јони кое било потребно да се додаде за да се комплетираат двете реакции и спореди ги со количеството на глицин. Колкав е односот на количествата од глицин и NaOH во двата случаи? Спореди ги со теориските вредности. Дали се разликуваат и ако одговорот е да, објасни зошто? (3,5)

Теоретски:



$$\Rightarrow n(\text{OH}^-)_{\text{ET}_2} = 2 \cdot n(\text{OH}^-)_{\text{ET}_1}$$

Експериментално:

Е.Т. 1: $n(\text{OH}^-) = c \cdot V = 0,1 \text{ mol/L} \cdot 2,76 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 2,76 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

Е.Т. 2: $n(\text{OH}^-) = c \cdot V = 0,1 \text{ mol/L} \cdot 9,72 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 9,72 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

$$\Rightarrow n(\text{OH}^-)_{\text{ET}_2} = 3,5 \cdot n(\text{OH}^-)_{\text{ET}_1}$$

Изоелектричната точка (pH вредност при која во протеинската молекула има еднаков број на позитивни и негативни честички) има вредност од pI 5,97, која е поблиску до pH вредноста потребна за да се постигне првата Е.Т., што е во директна врска со K_a вредностите на двата протони.

Задача 5. ЗАМИСЛЕН ЕКСПЕРИМЕНТ

(10)

Некој ученик правел истражување за својствата на јаглехидратите. За таа цел во четири чаши ставил 5 % водни раствори од четири различни јаглехидрати и чашите ги означил со **A**, **B**, **C** и **D**, а за нивно докажување искористил три реагенси: **R1**, **R2** и **R3**.

1. Од секоја чаша претурил во четири епрувети по 1 mL од секој од растворите и во секој раствор додал по 1 mL од реагенсот 1 (**R1**) при што забележал дека:

- Реагенсот **R1** имал жолта боја.
- По додавање на 1 mL од реагенсот **R1** во сите 4 епрувети, растворите **A**, **B** и **C** се обоиле жолтеникаво, додека растворот **D** добил темно сина боја.

Реагенсот **R1** е Луголов раствор (воден раствор од јод и калиум јодид) (1)

Растворот **D** е скроб (1)

2. Потоа истражувањето го продолжил врз останатите три раствора **A**, **B** и **C**. Еден од нив бил дисахарид, а со негова хидролиза се добиваат два моносахарида од кои едниот е во едната чаша, а другиот во другата чаша. За нивно докажување имал намера да употреби два реагенса (**R2** и **R3**).

Постапката била следната: зел три епрувети и во секоја ставил по 2 mL од реагенсот **R2**, а потоа уште по 2 mL од реагенсот **R3** и на крај додал во секоја епрувета по 3 mL од растворите **A**, **B** и **C** (по еден примерок во секоја епрувета!).

- Реагенсот **R2** имал светло сина боја, која по додавање на **R3** значително потемнела.
- Во епруветата означена со **B** најбрзо се појавил црвен талог, а по одредено време црвен талог се појавил и во епруветата означена со **A**. Во епруветата **C** не се забележувале промени.

Реагенсот **R2** е Фелинг 1 (раствор од CuSO_4) (1)

Реагенсот **R3** е Фелинг 2 (калиум натриум тартарат + KOH) (1)

Растворот **A** е глукоза (1,5)

Растворот **B** е фруктоза (1,5)

Растворот **C** е сахароза (1)

A. Објасни зошто со додавање на реагенсот 1 само во епруветата означена со **D**, настанала промена. (1)

Скробот е изграден од амилоза и амилопектин. При реакција јод и калиум јодид, јодот се вградува во внатрешноста на синцирот од амилозата при што се образува комплекс кој резултира со сина боја.

B. Објасни подробно зошто при додавање на реагенсите 2 и 3 настале промени во епруветите означени со **A** и **B**, а не настанала промена во епруветата **C**. (1)

Глукозата и фруктозата реагираат со Фелинговиот реагенс при што самите се оксидираат до киселина, а бакарните јони се редуцираат до елементарен бакар.

Сахарозата е дисахарид кај која постои трехалозен начин на поврзување, образувањето на гликозидната врска настанува со поврзување помеѓу полуацеталните $-\text{OH}$ групи од двете моносахаридни молекули, што значи нема слободна полуацетална $-\text{OH}$ група, не покажува редукциони особини.