

11 сыныпқа арналған РХО-2023 тәжірибелік турының жауаптары

Шымкент қаласы.

Мыс пен мырыш иондарын ерітіндіде бірге жүргенде комплексонометрлік титрлеп анықтау

(Жұмысты орындау уақыты 2,5 сағат).

Барлығы 30 балл.

1. Есеп ерітіндісінде екі титрлеу (1 және 2) барысында жүретін химиялық реакциялар теңдеулерін (молекулалық, иондық) жазыңыз. (индикатор – $\text{H}_3\text{Ind}^{3-}$; титрант – $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$):

1-титрлеу:

Реакцияға Cu^{2+} және Zn^{2+} иондары қатысады.

Титрлеуге дейін: $\text{Cu}^{2+} + \text{H}_3\text{Ind}^{3-} \leftrightarrow [\text{CuHInd}]^{3-} + 2\text{H}^+$

Эквиваленттік нүктеге дейін: $\text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{Y}^{2-} \leftrightarrow [\text{CuY}]^{2-} + 2\text{H}^+$

Эквиваленттік нүктеде: $[\text{CuHInd}]^{3-} + \text{H}_2\text{Y}^{2-} \leftrightarrow [\text{CuY}]^{2-} + \text{H}_3\text{Ind}^{3-}$

Мырыш иондарымен де осы реакциялар жүреді.

1.5 балл

2-титрлеу:

Мыс иондары натрий тиосульфатымен бүркемеленеді, сондықтан тек қана мырыш(II) иондары титрленеді.

Титрлеуге дейін: $\text{Zn}^{2+} + \text{H}_3\text{Ind}^{3-} \leftrightarrow [\text{ZnHInd}]^{3-} + 2\text{H}^+$

Титрлеудің эквиваленттік нүктесіне дейін: $\text{Zn}^{2+} + \text{H}_2\text{Y}^{2-} \leftrightarrow [\text{ZnY}]^{2-} + 2\text{H}^+$

Титрлеудің эквиваленттік нүктесінде: $[\text{ZnHInd}]^{3-} + \text{H}_2\text{Y}^{2-} \leftrightarrow [\text{ZnY}]^{2-} + \text{H}_3\text{Ind}^{3-}$

Мыс иондарының натрий тиосульфатымен реакциясы 4 пункте.

1.5 балл

2. Титрлеу нәтижелері бойынша алғашқы есептегі мыс пен мырыштың массаларын есептеңіз. Нәтижелерді 4 мәнді цифрларға дейінгі дәлдікпен келтіріңіз.

Есептеу:

$$m(\text{Zn}^{2+}) = \frac{C_{\text{ЭДТА}} \times V_{\text{ЭДТА}}'' \times M \times f_{\text{Э}} \times V_{\text{м.к.}}}{1000 \times V_{\text{титр}}}$$

$$m(\text{Cu}^{2+}) = \frac{C_{\text{ЭДТА}} \times (V_{\text{ЭДТА}}' - V_{\text{ЭДТА}}'') \times M \times f_{\text{Э}} \times V_{\text{м.к.}}}{1000 \times V_{\text{титр}}}$$

$$f_{\text{экв}}(\text{Zn}^{2+}) = f_{\text{экв}}(\text{Cu}^{2+}) = 1;$$

$$m(\text{Cu}) = \underline{\hspace{2cm}} ; \quad m(\text{Zn}) = \underline{\hspace{2cm}} ;$$

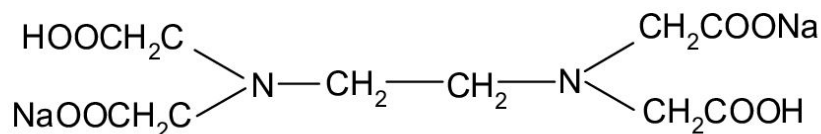
20 балл (10+10)

1. ЭДТА-ның графикалық формуласын келтіріңіз. Оның құрамындағы қандай топтар ЭДТА-ның қышқылдық және комплекстүзу қабілеттіліктерін анықтайды? ЭДТА-ның металдармен түзетін комплекстерінің жоғары тұрақтылығын түсіндіріңіз.

Комплексондардың қышқылдық қасиеттері олардың молекулаларындағы сірке қышқылының 4 қалдығымен анықталады (метилкарбоксил топтары - CH₂COOH).

ЭДТА (комплексон III):

Комплексон III



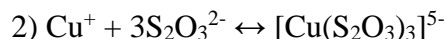
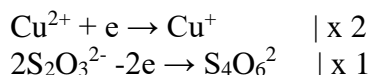
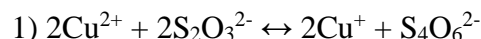
Комплексондардың металл катиондарымен комплекс түзу қабілеттілігіеттері олардың құрамында 2 амино топтың (2 азот атомының) болуымен анықталады.

Металдардың ЭДТА-мен комплекстерінің беріктігі олардың молекуласында бір мезгілде азот атомдарымен 2 координациялық байланыстың, сонымен бірге бірнеше валентті байланыстардың (n=2÷4) және металл ионы ішіне кіретін бірнеше циклдардың (n=3÷5) түзілуімен де анықталады.

2 балл

4. Берілген титрлеуде натрий тиосульфаты қандай роль атқарады? 2-титрлеу барысында Na₂S₂O₃ қатысатын сәйкес реакциялар теңдеулерін келтіріңіз.

Натрий тиосульфаты 2-титрлеу кезінде мыс иондарын бүркемелейді.



2 балл.

5. Металл комплексонаттарының тұрақтылығына катионның заряды, ерітінді рН-ы қалай әсер етеді? (Дұрыс жауапты ✓ белгісімен көрсетіңіз):

5.1. Комплексонаттар тұрақтылығы соғұрлым жоғары, неғұрлым:

- а) катион заряды төмен болса
- б) катион заряды жоғары болса ✓
- в) катион заряды әсер етпейді

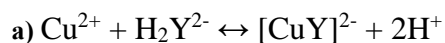
0,5 балл

5.3. Комплексонаттар тұрақтылығы соғұрлым жоғары, неғұрлым:

- а) ерітінді рН-ы төмен болса
- б) ерітінді рН-ы жоғары болса ✓
- в) ерітінді рН-ы әсер етпейді

0,5 балл

6. Металл (Cu²⁺ не Zn²⁺ үшін) комплексонаты тұрақтылығын сипаттайтын тұрақтылық константасы (β_{мү}) (а) және титрлеудің эквивалентті нүктесіндегі мыс не мырыш иондарының тепе-теңдік концентрацияларын ([Cu²⁺], [Zn²⁺]) (б) есептеуге қажет теңдеулерді келтіріңіз.

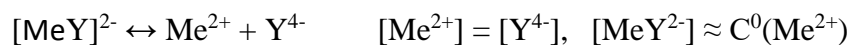


$$\beta_{\text{CuY}^{2-}} = \frac{[\text{CuY}^{2-}]}{[\text{Cu}^{2+}] \times [\text{Y}^{4-}]}$$

$$\beta_{\text{ZnY}^{2-}} = \frac{[\text{ZnY}^{2-}]}{[\text{Zn}^{2+}] \times [\text{Y}^{4-}]}$$

1 балл.

б) Титрлеудің эквиваленттік нүктесінде



$$\beta_{\text{MeY}^{2-}} = \frac{[\text{MeY}^{2-}]}{[\text{Me}^{2+}] \times [\text{Y}^{4-}]} = \frac{C_{\text{Me}^{2+}}^0}{[\text{Me}^{2+}]^2}$$

$$[\text{Me}^{2+}]_{\text{экв.н.}} = \sqrt{\frac{C_{\text{Me}^{2+}}^0}{\beta_{\text{MeY}^{2-}}}}$$

1 балл.