Жауап парағы

Есеп № _____ C_{NaOH}=_____;

$V_{ө.к.}$ = $V_{ал}$ =

1-титрлеу нәтижелері:
NaOH ерітіндісінің көлемі (мл):

V_1^1 = _____

V_2^1 = _____

_____
V_3^1 =

Орташа V^1 = _____

4 б.

2- титрлеу нәтижелері:
NaOH ерітіндісінің көлемі (мл):

V_1^2 = _____

V_2^2 = _____

_____
V_3^2 = __

_____
Орташа V^2 =

4 б.

Титрлеу қателігі, берілген есеп номері бойынша тексеріледі. Егер есеп номері жазылмаса, бұл пункт үшін **0 балл**. Титрлеу қателігі 6% жоғары болса, жұмыс **0 баллмен** бағаланады.

1. 1-ші және 2-ші титрлеу барысында жүретін барлық химиялық реакциялардың теңдеулерін (молекулалық және иондық түрде) жазыңыз. Реакцияға қатысатын барлық заттардың эквиваленттік факторларын көрсетіңіз.

1 титрлеу:

$H_3PO_4 + NaOH \rightarrow NaH_2PO_4 + H_2O$ ***0,5 б***

$H_3PO_4 + OH^- \rightarrow H_2PO_4^- + H_2O$ ***0,5 б***

$f_{экв}(H_3PO_4)=1$

$f_{экв}(NaOH)=1$

2 титрлеу:

$NaH_2PO_4 + NaOH \rightarrow Na_2HPO_4 + H_2O$ ***0,5 б***

$H_2PO_4^- + OH^- \rightarrow HPO_4^{2-} + H_2O$ ***0,5 б***

$f_{экв}(H_2PO_4^-)=1$

$f_{экв}(NaOH)=1$

2 б.

2. Қоспаның титрлеуге дейінгі (барлық қажетті концентрацияларды 0,1 моль/л деп есептеңіз) (а), сондай-ақ 1-ші (б) және 2-ші (в) титрлеудің эквиваленттік нүктелеріндегі pH мәндерін есептеңіз.

а) Титрлеуге дейін ерітіндіде ортофосфор қышқылы мен оның қышқыл тұзынан тұратын $H_3PO_4/H_2PO_4^-$ ***буферлік жүйе*** болады.:

$[H^+] = K_{a1}\frac{C_к}{C_c}$=$7 * 10^{-3}\frac{0,1}{0,1}$ =*7*10^{-3} моль/л*

$pH = 2.15$ ***1 б***

б) 1 э.н. – NaH_2PO_4

$H_3PO_4 + NaOH \rightarrow$ ***NaH_2PO_4*** $+ H_2O$ ***- амфолит***

$[H^+] = \sqrt{K_a' * K_a''}$=$\sqrt{7 * 10^{-3} * 6 * 10^{-8}}$=2,05*10^{-5} моль/л

$pH = 4,7$ ***1 б***

в) 2 э.н. – Na_2HPO_4

$NaH_2PO_4 + NaOH \rightarrow \mathbf{Na_2HPO_4} + H_2O$ - ***амфолит***

$[H^+] = \sqrt{K_a'' * K_a'''}$=$\sqrt{6 * 10^{-8} * 5 * 10^{-13}}$=1,73*10^{-10} моль/л

$pH = 9.76$ ***1 б***

3. Қышқыл-негіздік титрлеуде индикаторды қандай көрсеткіштер бойынша таңдайды? Осы титрлеу үшін метилоранж (pT=4) және тимолфталеин (pT=9,6) индикаторларын таңдауды негіздеңіз.

Қышқыл-негіздік титрлеуде индикаторлар титрлеу көрсеткіші pT (pT=p$K_{инд}$) және индикатор түсінің өзгеру аралығы **ΔpH=(p$K_{инд}$±1)** бойынша таңдалады. Метилоранж (pT=4) бірінші эквиваленттік нүктеге сәйкес келеді, ал тимолфталеин (pT=9,6) екінші эквиваленттік нүктеге сәйкес келеді, себебі олардың pT мәндері осы титрлеу нүктелеріндегі pH мәндеріне жуық (2-тармақты қараңыз).

2 б

4. Көпнегізді қышқылдарды сатылы титрлеу үшін қандай талаптар сақталуы керек? Осы қоспада фосфор қышқылын оның диссоциациясының үшінші сатысы бойынша титрлеуге бола ма? (Неліктен бұл қоспада фосфор қышқылын үшінші диссоциация сатысы бойынша титрлеуге болмайды?)

Егер $\frac{K_1}{K_2}$ 10^4 кем болса

Мысалы: H_3PO_4

I. $K_1/K_2 = 7 \cdot 10^{-3}/6 \cdot 10^{-8} = 1{,}2 \cdot 10^5$

II. $K_2/K_3 = 6 \cdot 10^{-8}/5 \cdot 10^{-13} = 1{,}2 \cdot 10^5$

III. $K_3 = 5 \cdot 10^{-13}$ те кіші болғандықтан, H_3PO_4 -ті су ерітіндісінде үшінші диссоциация сатысы бойынша титрлеу мүмкін емес: эквиваленттік нүктеде pH секірісі іс жүзінде байқалмайды, сондықтан сәйкес индикаторды таңдау мүмкін емес.

π

1 б

5. NaOH титранты екіншілік стандартты ерітінді болып табылады, неге? Оны стандарттау үшін қандай заттарды қолдануға болады? Тиісті реакцияларды келтіріңіз.

NaOH титранты екіншілік стандартты ерітінді болып табылады, себебі оның дәл концентрациясын үлгі бойынша анықтау мүмкін емес: ол жоғары гигроскопиялық (суды сіңіреді) және ауадағы CO_2-пен әрекеттеседі. **0,5 б**

Стандарттау үшін бастапқы стандарттар қолданылады: калий гидрофталаты (KHP), қымыздық қышқылы.

Қымыздық қышқылы: $H_2C_2O_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2C_2O_4 + 2H_2O$

Калий гидрофталаты (KHP): $KHC_8H_4O_4 + NaOH \rightarrow KNaC_8H_4O_4 + H_2O$ **0,5 б**

Барлық дұрыс жауаптар қабылданады.

6. Буферлік сыйымдылыққа анықтама беріңіз және оның математикалық өрнегін жазыңыз.

Буферлік сыйымдылық (П) – бұл 1 литр буферлік ерітіндінің pH мәнін бір бірлікке өзгерту үшін қосылатын күшті қышқыл немесе сілтінің эквивалент мөлшері (моль/экв).

Буферлік жүйенің сыйымдылығы қосылатын қышқылға ($П_{қышқ}$) немесе негізге ($П_{нег}$) қатысты анықталады және келесі формулалар бойынша есептеледі:

$П_{нег} = \frac{C_э(B)*V(B)}{\Delta pH*V_{буф}}$;

$П_{қышқ.} = \frac{C_э(HA)*V(HA)}{\Delta pH*V_{буф}}$; **1б**

7. 1,0 л буферлі ерітіндінің құрамында 0,10 моль H_3PO_4 және 0,10 моль NaH_2PO_4 бар.

а) Берілген жүйенің максималды буферлік сыйымдылығын есептеңіз.
Буферлік сыйымдылық компоненттердің қатынасы бірге тең болғанда (1:1) максималды болады, осы кезде:
$П_{нег}=П_{қышқ}$, а pH=pK
(Теңдеу Гендерсона–Хассельбах теңдеуін дифференциалдау арқылы шығарылған)
$П_{max} = 2.303 * C_{буф} * \frac{1}{4} = 2,303 * 0,2 * \frac{1}{4} = 0,115$ **1 б**

б) Осы буферге 0,02 моль NaOH қосылды. Жүйенің буферлік қасиеті сақталуын анықтаңыз.

$$n(H_3PO_4) = 0,10 - 0,02 = 0,08 \text{ моль}$$

$$n(H_2PO_4^-) = 0,10 + 0,02 = 0,12 \text{ моль}$$

pH=2,15 $+lg\frac{0.12}{0.08}$=2.33

$П_{қышқ.} = \frac{C_{экв}(HA)*V(HA)}{\Delta pH*V_{буф}} = \frac{0.02}{0.18*1}$=***0.11*** ***2 б***

Сақталады.

в) Осы буферге 0,12 моль HCl қосылды. Жүйенің буферлік қасиеті сақталуын анықтаңыз.

$$H_2PO_4^- + H^+ \rightarrow H_3PO_4$$

Бірақ буферде тек 0,10 моль $H_2PO_4^-$ бар, сондықтан ол толықтай жұмсалады.
Реакциядан соң:
$n(H_2PO_4^-) = 0$
$n(H_3PO_4) = 0,10 + 0,10 = 0,20$ *моль*

$$pH = -lg\ 0,02 \approx 1,70$$

pH өзгерісі:

$$\Delta pH = 2,15 - 1,70 = 0,45$$

0,12 моль HCl қосқанда буфер бұзылады, себебі буфердің бір компоненті толық жұмсалып кетеді. ***2 б***

8. 1-ші және 2-ші титрлеу нәтижелері бойынша бастапқы ерітіндідегі H_3PO_4 және NaH_2PO_4 заттарының мөлшерін (m, г) есептеңіз.

$$\boldsymbol{m_{H_3PO_4} = \frac{C_{NaOH}*V^1_{NaOH}*M_{H_3PO_4}*f_{экв}(H_3PO_4)}{1000} * \frac{V_{ө.к.}}{V_{ал}}}$$ $\mathbf{f_{экв}}$

$\boldsymbol{f_{H_3PO_4}}$**=1**

$$\boldsymbol{m_{NaH_2PO_4} = \frac{C_{NaOH}*(V^2_{NaOH} - 2V^1_{NaOH})*M_{NaH_2PO_4}*f_{экв}(NaH_2PO_4)}{1000} * \frac{V_{ө.к.}}{V_{ал}}}$$

$\boldsymbol{f_{H_2PO_4^-}}$**=1**
Егер массаны анықтау формуласы толық дұрыс болса – **3 б.**
Егер массаны анықтау формуласы дұрыс, бірақ эквиваленттік фактор қате көрсетілсе – **1,5 б.**
Егер титрант көлемі қате болса – **0 б**