

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА
ІНСТИТУТ ПРИРОДНИЧИХ НАУК
КАФЕДРА НЕОРГАНІЧНОЇ ТА ФІЗИЧНОЇ ХІМІЇ

Затверджено

на засіданні кафедри неорганічної та
фізичної хімії

протокол № 8 від 11 квітня 2012 р.

Методичні вказівки та інструкція
до виконання лабораторної роботи №1

з курсу “Аналітична хімія навколишнього середовища”

Визначення кислотності та лужності води

Методична розробка
асист. Базюк Л.В.

Тема: Визначення кислотності та лужності води

Мета і завдання: визначити вільну та загальну кислотність та лужність води. Ознайомитись з методикою визначення із застосуванням реакцій нейтралізації.

Знати:

- суть кислотно-основного титрування;
- особливості фіксування точки еквівалентності в методі нейтралізації;
- суть визначення кислотності та лужності.

Вміти:

- визначати вільну та загальну кислотність води;
- визначати вільну та загальну лужність води.

САМОСТІЙНА РОБОТА НА ЗАНЯТТІ

1. Виконання тестових завдань (перевірка домашньої самопідготовки).
2. Виконання лабораторної роботи.
3. Обговорення та математична обробка експериментальних результатів.
4. Обговорення висновків та оформлення протоколу (залік лабораторної роботи).

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

Визначення кислотності та лужності води

Теоретична частина

Кисотно-основне титрування (метод нейтралізації)

До кислотно-основного титрування відносять методи, в яких використовують реакцію нейтралізації, тобто взаємодію йонів гідроксонію H_3O^+ з йонами OH^- :



Або спрощено:



Метод нейтралізації дає змогу кількісно визначати кислоти, основи та солі, які здатні гідролізувати. Його широко використовують у клінічних лабораторіях для визначення кислотності шлункового соку, сечі, жіночого молока, соку підшлункової залози та інших біологічних рідин.

У санітарно-гігієнічних дослідженнях метод нейтралізації використовують для визначення кислотності різноманітних харчових продуктів, під час аналізу питної та стічних вод, повітря тощо.

Робочими розчинами методу нейтралізації є розчини сильних кислот і лугів, які швидко й кількісно реагують з речовинами, здатними вступати в реакцію нейтралізації. Титровані розчини кислот готують, використовуючи хлоридну, сульфатну та перхлоратну кислоти.

Як робочі розчини лугів використовують розчини гідроксидів натрію, калію або барію, які є стійкими в разі зберігання їх у пластиковій або парафіновій тарі без доступу вуглекислого газу з повітря. Усі названі титранти є розчинами з встановленим титром.

Як первинні стандарти для встановлення точної концентрації розчинів кислот використовують декагідрат натрій тетраборату або натрій карбонат.

Для встановлення точки еквівалентності в методі нейтралізації використовують кислотно-основні індикатори, які за своєю природою є слабкими органічними кислотами або основами.

Особливості фіксування точки еквівалентності в методі нейтралізації

Більша або менша точність фіксування точки еквівалентності залежить від якості й кількості індикатора, а також від порядку титрування. Кількість індикатора повинна бути 1-2 краплі на 25 мл розчину.

Порядок титрування також є дуже важливим при фіксуванні точки еквівалентності. Наприклад, якщо титрувати кислоту лугом у присутності метилового оранжевого, то закінчення титрування повинне супроводжуватися зміною забарвлення від однієї краплі лугу з рожевого в жовте. Цей перехід забарвлення сприймається важко й не може бути встановлений достатньо точно. Набагато легше фіксувати зворотну зміну забарвлення, тобто перехід з жовтого в рожеве. Тому титрування з метиловим оранжевим рекомендують проводити від лугу до кислоти.

При титруванні від кислоти до лугу з фенолфталеїном відбувається легко вловимий перехід забарвлення (від безбарвного до рожевого). Однак і зворотна зміна його спостерігається досить точно. Тому порядок титрування не має тут такого значення, як при вживанні метилового оранжевого.

Варто звернути увагу на ті обставини, що при різному порядку титрування титрують до різних відтінків забарвлення й, отже, до різних величин рН. Відомо, що при титрування сильних кислот сильними лугами (або навпаки) рН за повної нейтралізації (точка еквівалентності) дорівнює 7. Тоді очевидно, що при титруванні лугу кислотою з метиловим оранжевим титрування закінчують (щоб не сильно перетитрувати) при рН 4,0 (забарвлення змінюється від жовтого до жовтогарячого). Якщо титрувати кислоту лугом, то титрування слід закінчувати при рН 4,4 (від рожевого до жовтого забарвлення). При титруванні з фенолфталеїном кислоти лугом титрування закінчують при рН 9 (поява слабого рожевого забарвлення), а від лугу до кислоти при рН 8,2 (знебарвлення).

Щоб легше зафіксувати зміну забарвлення в момент закінчення титрування, зручно, особливо при титруванні з метиловим оранжевим, користуватися так званим **свідком**. Для приготування такого свідка в колбу вміщують приблизно таку ж кількість дистильованої води,

яким буде загальний об'єм рідини на момент закінчення титрування. Додавши стільки крапель метилового оранжевого, скільки його будуть вживати при титруванні, додають туди ж з бюретки 1-2 краплі кислоти, щоб з'явилося дуже слабке, але помітне рожеве забарвлення розчину. До такого ж відтінку намагаються довести забарвлення досліджуваного розчину при титруванні.

Застосування свідка дає можливість не тільки впевненіше й точніше встановити момент кінця нейтралізації, але й увести виправлення на той надлишок кислоти, що витрачається при титруванні з метиловим оранжевим, щоб викликати досить помітне порозовіння його.

Іноді поряд з описаним свідком (або замість нього) застосовується також інший свідок, що відрізняється від першого відсутністю кислоти й маючий чисто-жовте забарвлення. Помістивши обидва свідки поруч з розчином, що титрують, і увесь час порівнюючи з ними забарвлення розчину, можна ще точніше зафіксувати момент закінчення нейтралізації.

Визначення кислотності води

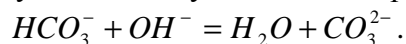
Кислотність природних вод залежить в основному від вмісту розчиненого вільного діоксиду вуглецю та слабких гумінових та інших слабких органічних кислот. Визначення кислотності проводять, як правило, одразу після відбору проби води.

Кислотність води визначається титруванням проби води 0,1N розчином NaOH. При титруванні електрометричним методом за допомогою рН-метру, кінець титрування вільної кислотності має місце при $pH \approx 4,5$, а загальної кислотності при $pH \approx 8,3$.

При звичайному титруванні з використанням індикаторів метилового оранжевого (інтервал переходу забарвлення $pH = 3-4,4$, а $pT=4$) і фенолфталеїну (інтервал переходу забарвлення $pH=8,2-10$, а $pT=9$) кількість 0,1N розчину NaOH, при використанні якого рН розчину досягає значення 4,4, відповідає вільній кислотності, а 9 – загальній кислотності. Якщо рН досліджуваної води більше за 9 (забарвлення фенолфталеїну рожеве), то її кислотність дорівнює нулю. Треба чітко з'ясувати, присутністю яких речовин зумовлена вільна і загальна кислотність і що таке активна реакція середовища.

Визначення лужності води

Під загальною лужністю води розуміють суму аніонів OH^- , CO_3^{2-} , HCO_3^- , що містяться у воді. Одночасно всі аніони існувати не можуть внаслідок протікання кислотно-лужної взаємодії:



Йони HCO_3^- існують при рН 4-9. При рН<9 тільки гідрогенкарбонат-йони зумовлюють загальну лужність води. Йони OH^- , CO_3^{2-} існують при рН> 9 і зумовлюють вільну лужність води.

Метод визначення загальної лужності води і її компонентів базується на титруванні проби води 0,1N розчином HCl у присутності метилоранжу до переходу забарвлення від жовтого до жовтогарячого. При цьому можливе протікання таких реакцій:



Вільна лужність визначається титруванням проби води 0,1N розчином HCl у присутності фенолфталеїну до знебарвлення його розчину ($pH < 8,2$).

Якщо титрування проводити за допомогою рН-метру (електрометричний метод), то кінець титрування вільної лужності має місце при $pH \approx 8,3$, а загальної лужності при $pH \approx 4,5$.

При звичайному титруванні з використанням індикаторів метилового оранжевого і фенолфталеїну кількість 0,1N розчину HCl, при використанні якого рН розчину досягає значення 8,2 (знебарвлення фенолфталеїну), відповідає вільній лужності, а 4 (перехід жовтого забарвлення в жовтогаряче) – загальній лужності. Якщо рН досліджуваної води менше за 4 (забарвлення метилового оранжевого - жовтогаряче чи червоне), то її лужність дорівнює нулю. Визначення лужності треба проводити безпосередньо після відбору проби води, але не пізніше, ніж через 24 год.

Експериментальна частина

Обладнання та реактиви:

1. Хлоридна кислота HCl (конц.) та 0,1N розчин
2. Натрій тетраборат $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ (бура).
3. Натрій гідроксид $NaOH$ 0,1N розчин
4. Індикатори: метилоранж і фенолфталеїн -0,1%-ні розчини.
5. Бюретка місткістю 25 см^3 .
6. Колби мірні ($250, 500, 1000 \text{ см}^3$).
7. Конічна колба місткістю 250 см^3 .
8. Піпетки місткістю $10, 20 \text{ см}^3$ та 100 см^3 .

Методичні вказівки

1. Приготування і стандартизація робочого розчину HCl

Для виконання роботи необхідно:

- а) приготувати стандартний розчин бури ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$);
- б) приготувати приблизно 0,1N розчин HCl ;
- в) визначити точну концентрацію HCl шляхом титрування розчину бури розчином HCl .

1.1. Приготування стандартного 0,1N розчину бури

Розраховують наважку бури $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$, необхідну для приготування 0,1 N розчину в об'ємі, що співвідноситься із місткістю мірної колби.

Розраховану наважку бури беруть на аналітичних терезах у попередньо зваженому бюксі або на годинниковому склі. Зважувати на аналітичних терезах точно розраховану кількість не прийнято, оскільки на це йде багато часу, наважка повинна бути близькою до теоретичної.

Наважку переносять до ретельно вимитої мірної колби через суху лійку. Залишки в бюксі та на воронці ретельно змивають гарячою дистильованою водою з промивачки, добре промивають лійку, потім додають гарячої води $2/3$ місткості колби, виймають лійку й обертальними рухами перемішують вміст колби до повного розчинення бури. Розчин охолоджують до кімнатної температури, додають дистильовану воду до позначки, щільно закривають колбу пробкою і ретельно перемішують розчин.

Знаходять поправочний коефіцієнт (К):

$$K = \frac{m_{H.}(п\text{ракт.})}{m_{H.}(теор.)},$$

$m_{H.}(теор.)$ – теоретично розрахована наважка, г;

$m_{H.}(п\text{ракт.})$ – практично взята наважка, г

і визначають концентрацію отриманого розчину:

$$C = K \times 0,1 \text{ [моль/дм}^3\text{]},$$

де C – нормальна концентрація розчину бури, моль-екв/дм³

1.2. Приготування приблизно 0,1N розчину HCl

Розраховують, яка кількість грамів HCl повинна міститися в 250 см^3 0,1N розчину. Потім для подальших розрахунків визначають густину наявної хлоридної кислоти. Її вимірюють ареометром, для чого останній занурюють у циліндр з кислотою, а потім за таблицею (див. довідник) знаходять відсоткову концентрацію її за знайденою густиною кислоти. Розраховують, в якій кількості кислоти, що є в лабораторії, міститься потрібне число грамів чистого HCl . Але оскільки зважувати кислоту незручно, то перераховують масу її на об'єм V , виходячи із співвідношення:

$$V = \frac{m}{\rho},$$

де m – маса кислоти, г;

ρ – густина кислоти, г/см³.

Відміряють знайдений об'єм кислоти маленьким циліндром або піпеткою, розводять дистильованою водою до 250 см³ у мірній колбі і ретельно перемішують отриманий розчин.

1.3. Визначення нормальної концентрації приготовленого розчину хлоридної кислоти за бурою – стандартизація розчину хлоридної кислоти

Нормальність кислоти встановлюється титруванням розчину бури з метиловим оранжевим 0,1N розчином хлороводневої кислоти.

Хлоридну кислоту наливають через лійку в ретельно вимиту бюретку, яку перед тим ополіскують невеликими порціями розчину, для виведення залишків води, вище нульовій позначки.

Заповнюють розчином носик бюретки, витиснувши з нього повітряні бульбашки. Потім знімають воронку й встановлюють нижній край меніска хлоридної кислоти на нульовій позначці.

Хід визначення. Виконуючи всі правила, переносять піпеткою, яку двічі ополіскують розчином бури, в чисту конічну колбу 10 або 20 см³ розчину бури, не видуваючи останню краплю з піпетки, а знімаючи її дотиком кінця піпетки до внутрішньої стінки колби для титрування, додають 2 – 3 краплини метилового оранжевого, після чого колбу підставляють під бюретку таким чином, щоб кінець бюретки ввійшов у колбу на 1 – 2 см, і починають титрування, поклавши заздалегідь під колбу білий аркуш паперу. Титрування проводять, підтримуючи колбу правою рукою, а лівою, відкриваючи кран бюретки, обережно невеликими порціями доливають хлоридну кислоту, при цьому вміст колби безперервно перемішують плавними обертальними рухами.

Титрування вважають закінченим у той момент, коли забарвлення індикатора в розчині перейде (від додавання однієї краплі хлоридної кислоти) з жовтого в жовтогаряче (рН=4).

Під час титрування зручно користуватися "свідком". Для цього в окрему колбу відміряють циліндром 50 см³ дистильованої води, додають 1 – 2 краплини, метилового оранжевого, а із бюретки – 1 краплину розчину хлоридної кислоти. Розчин повинен мати помітне жовтогаряче забарвлення. При користуванні "свідком" титрування закінчують, коли розчин прийме колір "свідка". Визначають за бюреткою (з точністю до сотих мілілітра) об'єм розчину кислоти, витраченої на титрування, і занотують дані в журнал.

Титрування повторюють кілька разів до отримання не менше, ніж трьох результатів, що відрізняються не більше, як на 0,1 см³, причому кожного разу рівень розчину в бюретці треба встановлювати на нуль, а при відліку стежити за тим, щоб око було на рівні меніску.

Знаходять середнє значення об'ємів хлороводневої кислоти, витрачених на титрування, враховуючи тільки результати, що сходяться, і визначають її нормальну концентрацію із співвідношення

$$C_{\text{бури}} \cdot V_{\text{бури}} = C_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}},$$

де $C_{\text{бури}}$ і C_{HCl} – нормальні концентрації відповідних розчинів, моль/дм³;

$V_{\text{бури}}$ і V_{HCl} – об'єми відповідних розчинів, см³.

Отримані результати занотують у вигляді таблиці:

№ п/п	Кількість см ³ розчину бури, взятого на титрування	Концентрація бури, моль/дм ³	Кількість см ³ розчину HCl, витраченого на титрування	Концентрація HCl, моль/дм ³
1.				
2.				
3.				

2. Приготування та стандартизація робочого розчину лугу

У методі нейтралізації, в якості розчинів лугів, використовують 0,1Н розчини гідроксидів калію або натрію.

Оскільки NaOH і KOH енергійно реагують з CO₂ повітря, утворюючи на поверхні реактиву карбонати, та є гігроскопічними, то їх розчини готують не за точною наважкою, а приблизно 0,1Н. Точну концентрацію розчинів NaOH або KOH визначають титруванням 0,1Н розчином хлоридної кислоти.

Розчини NaOH і KOH готують таким чином. Відважують на технохімічних вагах NaOH або KOH у кількості, трохи більшій, ніж треба за розрахунком для виготовлення 0,1 Н розчину.

2.1. Приготування 0,1Н розчину NaOH

Для приготування 1 дм³ 0,1Н розчину натрій гідроксиду наважка NaOH повинна бути 4 г, але замість розрахованих 4 г NaOH беруть 5 – 6 г. Наважку вміщують у склянку, швидко ополіскують 2 – 3 рази малими порціями води. Промитий їдкий натр вміщують у калібровану на 1 дм³ колбу і готують розчин. Спочатку слід долити невелику кількість води, а коли реактив розчиниться, дають розчині охолонути і доводять об'єм розчину до позначки.

2.2. Стандартизація приготовленого розчину натрій гідроксиду

Стандартизацію розчину NaOH виконують за стандартизованим робочим розчином HCl або за 0,1 Н розчином HCl, який приготували з фіксаналу. Для титрування сильної кислоти натрій гідроксидом можна вибрати будь-який індикатор, рН якого найближче підходить до рН=7 (точка еквівалентності). У випадку титрування сильних кислот лугами (або навпаки) можуть використовуватися і метилоранж, і фенолфталеїн).

Хід визначення. До колби на 200-250 см³ піпеткою вміщують 10-20 см³ 0,1 Н розчину HCl, додають 2-3 краплини метилового оранжевого і швидко титрують із бюретки розчином NaOH до переходу кольору від червоного через оранжевий до жовтого від однієї краплини HCl (рН=4,4). Користуючись кількома індикаторами (метилоранж, фенолфталеїн), перевіряють нормальність розчину лугу.

З фенолфталеїном розчин HCl титрують від безкольорового до слабкорожевого забарвлення (рН=9), яке не зникає протягом 30 сек. Чи є різниця в результатах титрування і чому? Поясніть, чому при титруванні сильних кислот лугами (або навпаки) можна використовувати і метилоранж і фенолфталеїн? Титрування повторюють не менш ніж 3 рази; різниця у вимірюванні об'єму не повинна перевищувати 0,1 см³.

Розрахунок концентрації лугу виконують за формулою:

$$C_{NaOH} = \frac{C_{HCl} \cdot V_{HCl}}{V_{NaOH}} \quad \text{моль/дм}^3,$$

де C_{HCl} – нормальна концентрація кислоти, моль/дм³;

V_{HCl} – об'єм кислоти, що пішла на титрування, см³;

V_{NaOH} – об'єм лугу, що взяли для титрування, см³.

Отримані результати занотують до звіту у вигляді таблиці:

№ п/п	Кількість мл розчину HCl, взятого на титрування	Концентрація HCl, моль/дм ³	Кількість см ³ розчину NaOH, витраченого на титрування	Концентрація NaOH, моль/дм ³
1.				
2.				
3.				

3. Хід визначення вільної кислотності води (рН<4,4).

У конічну колбу на 200-250 см³ піпеткою налити 100 см³ досліджуваної води, додати 3–4 краплини розчину метилового оранжевого і титрувати 0,1Н робочим розчином їдкого натру до появи жовтого забарвлення індикатора (рН=4,4). Вільну кислотність (К_в) розраховують за формулою:

$$K_v = \frac{C_{NaOH} \cdot V_{NaOH} \cdot 1000}{V_{H_2O}} \quad \text{ммоль/дм}^3,$$

де C_{NaOH} - нормальна концентрація розчину NaOH, моль/дм³;

V_{NaOH} - об'єм 0,1Н розчину NaOH, витраченого на титрування у присутності метилового оранжевого, см³;

V_{H_2O} - об'єм проби досліджуваної води, взятої для титрування, см³.

4. Хід визначення загальної кислотності води

У конічну колбу на 200-250 см³ піпеткою вмістити 100 см³ досліджуваної води, додати 2–3 краплини розчину фенолфталеїну і титрувати 0,1Н робочим розчином NaOH до появи слабо рожевого забарвлення розчину (рН=9), яке не зникає протягом 30 сек.

Загальну кислотність (К_з) розраховують за формулою:

$$K_z = \frac{C_{NaOH} \cdot V_{NaOH} \cdot 1000}{V_{H_2O}} \quad \text{ммоль/см}^3,$$

де C_{NaOH} - нормальна концентрація розчину NaOH, моль/дм³;

V_{NaOH} - об'єм 0,1Н розчину NaOH, витраченого на титрування у присутності фенолфталеїну, см³;

V_{H_2O} - об'єм проби досліджуваної води, взятої для титрування, см³.

5. Хід визначення вільної лужності (рН>9)

У конічну колбу на 200-250 см³ відміряти піпеткою 100 см³ досліджуваної води, додати 2–3 краплини фенолфталеїну і титрувати 0,1Н розчином HCl до знебарвлення розчину від однієї краплини розчину HCl (об'єм V_1). Вільну лужність (Л_в) розраховують за формулою:

$$L_v = \frac{V_{HCl} \cdot C_{HCl} \cdot 1000}{V_{H_2O}} \quad \text{ммоль/дм}^3, \quad (4)$$

де C_{HCl} - нормальна концентрація розчину HCl, моль/дм³;

V_{HCl} - об'єм 0,1Н HCl, витрачений на титрування у присутності фенолфталеїну, см³;

V_{H_2O} - об'єм проби води, взятої для дослідження, см³.

6. Хід визначення загальної лужності води

У конічну колбу місткістю 250 см³ піпеткою відміряти 100 см³ досліджуваної води, додати 2-3 краплини метилового оранжевого і титрувати 0,1Н робочим розчином HCl до переходу забарвлення від жовтого до жовтогарячого (рН=4) - об'єм V_2 . Розрахунок лужності загальної (Л_з) ведуть за формулою:

$$L_z = \frac{C_{HCl} \cdot V_{2HCl} \cdot 1000}{V_{H_2O}} \quad \text{ммоль/дм}^3, \quad (5)$$

де C_{HCl} - нормальна концентрація робочого розчину HCl, моль/дм³.

V_{2HCl} - об'єм робочого розчину HCl, що пішов на титрування в присутності метилового оранжевого, см³;

V_{H_2O} - об'єм проби води, взятої для дослідження, см³.

Примітка. Загальну і вільну лужність можна визначити в інший спосіб - в одній пробі води.

Хід визначення. Спочатку знаходять вільну лужність, титруючи пробу води 0,1Н розчином НСІ з фенолфталеїном (V_1) до знебарвлення (див. дослід 2.2.1). Потім до цієї ж проби води, після зникнення рожевого забарвлення, додають 2-3 краплини метилового оранжевого і продовжують титрувати 0,1Н розчином НСІ до переходу забарвлення від жовтого до жовтогарячого (V_3).

Тоді, вільну лужність розраховують за формулою (4), а загальну лужність за формулою:

$$L_3 = \frac{C_{HCl} \cdot (V_{1HCl} + V_{3HCl}) \cdot 1000}{V_{H_2O}}, \quad \text{ммоль/дм}^3. \quad (6)$$

За результатами такого визначення різних видів лужності води можна розкласти лужність на **гідратну, карбонатну і гідрокарбонатну** та оцінити внесок кожної з них у загальну лужність води.

1) Якщо $V_1 = V_3$, то лужність води зумовлена виключно йонами CO_3^{2-} і така лужність має назву карбонатної лужності. Для обчислення карбонатної лужності використовують об'єм $2V_1$.

2) Якщо $V_1 > V_3$, то компонентами лужності води є йони CO_3^{2-} і OH^- . Ці йони зумовлюють карбонатну і гідратну лужність, відповідно. Для обчислення карбонатної лужності використовують об'єм $2V_3$, гідратної лужності – об'єм $(V_1 - V_3)$.

3) Якщо $V_1 < V_3$, то компонентами лужності води є йони CO_3^{2-} , HCO_3^- . Ці йони зумовлюють карбонатну і гідрокарбонатну лужність води. Для обчислення карбонатної лужності використовують об'єм $2V_1$, гідрокарбонатної ($V_3 - V_1$). Загальну лужність обчислюють з урахуванням $(V_1 + V_3)$.

Оцініть, які йони зумовлюють лужність води та внесок кожної з лужностей води в загальну лужність води.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. У чому суть методу нейтралізації, які реакції лежать в його основі ?
2. Які речовини можна визначити методом нейтралізації і чому? Наведіть приклади.
3. Які робочі розчини використовують у методі нейтралізації? Якої концентрації їх готують і чому?
4. Які речовини використовують як вихідні, які вимоги до них ставляться?
5. Які індикатори використовують у методі нейтралізації? Що таке інтервал переходу і показник титрування індикатора?
6. На чому ґрунтується вибір індикатора, яке значення при цьому має стрибок рН на кривій титрування?
7. Наведіть приклади кривих титрування.
8. Скільки літрів 37%-ного розчину НСІ (густиною $1,19 \text{ г/см}^3$) потрібно взяти, щоб приготувати 200 см^3 0,1Н розчину НСІ?
9. Скільки мілілітрів 2Н розчину NaOH потрібно взяти, щоб приготувати 500 см^3 0,1Н розчину NaOH?
10. Скільки грамів $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ необхідно взяти для приготування 500 см^3 розчину, що використовують для визначення концентрації приблизно 0,1Н розчину НСІ?
11. Скільки грамів $H_2C_2O_2 \cdot 2H_2O$ необхідно взяти для приготування 250 см^3 розчину, що використовують для визначення концентрації приблизно 0,1Н розчину НСІ?
12. На титрування 20 см^3 0,1Н розчину NaOH пішло 25 см^3 розчину НСІ. Визначити молярну та нормальну концентрації розчину НСІ, кількість грамів НСІ, що міститься в 1 дм^3 цього розчину.
13. Які значення рН (>7 , <7) мають розчини таких речовин:

CH_3COONa , CH_3COOH , Na_2CO_3 , NH_4Cl , NaCl ? Вкажіть, які робочі розчини потрібно використовувати під час титрування означених розчинів за методом нейтралізації, які індикатори треба застосовувати в кожному окремому випадку для визначення точки еквівалентності?

14. Скільки грамів CH_3COOH міститься у розчині, якщо на його титрування витрачено 15 см^3 $0,1 \text{ Н}$ розчину NaOH .
15. Що таке кислотність води, присутністю яких сполук вона зумовлена?
16. Що таке загальна, вільна, активна кислотності води?
17. Як визначають різні форми кислотності води?
18. Що таке лужність води, присутністю яких сполук вона зумовлена?
19. Що розуміють під загальною та вільною лужністю води?
20. Що таке гідрокарбонатна, карбонатна та гідратна лужність води?
21. Як визначають різні форми лужності?
22. Які речовини зумовлюють водночас і загальну кислотність, і загальну лужність води?
23. При визначенні кислотності стічних вод на титрування 100 см^3 води (за фенолфталеїном) витрачено 10 см^3 $0,1 \text{ Н}$ розчину NaOH . Чому дорівнює кислотність води?
24. На титрування 100 см^3 досліджуваної води витрачено за метилоранжем 5 см^3 , а за фенолфталеїном 2 см^3 $0,1 \text{ Н}$ розчину HCl . Визначити вільну і загальну лужність води.
25. pH води дорівнює 6. Які показники якості води можна визначити методом нейтралізації?

ЛІТЕРАТУРА

1. Крешков А.П. Основы аналитической химии. Т.1,2,3. - М.: Химия, 1976.
2. Алексеев В.Н. Количественный анализ. - М.: Химия, 1972.
3. Коростелев П.П. Лабораторная техника химического анализа. - М.:Химия, 1981.
4. Аналітична хімія /Д.Д. Луцевич, А.С. Мороз, О.В. Грибальська, В.В. Огурцов. - К.: Здоров'я, 2003. - 296с.
5. Фомин Г.С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам. - М.: Протектор, 2000.

Додаток 1

ГОСТ 2874-82. Вода питна. Гігієнічні вимоги і контроль за якістю
Головними вимогами до якості воді є:

- 1) безпечність у бактеріологічному відношенні;
- 2) нешкідливість хімічного складу;
- 3) сприятливі органолептичні властивості;
- 4) радіаційна безпечність.

1. Органолептичні показники (фізичні показники)

Показники	Норма, не більше
Запах за 20 ⁰ С і під час нагрівання до 60 ⁰ С, бал	2
Смак і присмак за 20 ⁰ С, бал	2
Каламутність, мг/дм ³	1,5
Кольоровість, град.	20

2. Показники, які впливають на органолептичні властивості води (хімічні показники)

Показники	Норма, не більше
Сухий залишок	1000
Сульфати (SO ₄ ²⁻)	500
Хлориди (Cl ⁻)	350
Залізо (Fe ²⁺ , Fe ³⁺)	0,3
Манган (Mn ²⁺)	0,1
Мідь (Cu ²⁺)	1,0
Цинк (Zn ²⁺)	5,0
Поліфосфати (PO ₄ ²⁻)	3,5
Твердість загальна, ммоль-екв/дм ³	7
Водневий показник рН	6,5 – 8,5

3. Показники фізіологічної повноцінності мінерального складу води

Показники	Норма, не більше
Мінералізація загальна (сухий залишок), мг/дм ³	100-1000
Твердість загальна, ммоль-екв/дм ³	1,5-7
Лужність загальна, ммоль-екв/дм ³	0,5-6,5
Магній (Mg ²⁺), мг/дм ³	10-80
Флуор (F ⁻) мг/дм ³	0,7-1,5

4. Токсикологічні показники

Показники	Норма, мг/дм ³ , не більше
Алюміній залишковий (Al ³⁺)	
Берилій	0,0002
Молібден (Mo ²⁺)	0,25
Арсен (As ³⁺ , As ⁵⁺)	0,05
Поліакриламід	2,0
Рлюмбум (Pb ²⁺)	0,03
Купрум (Cu ²⁺)	1,0
Селен (Se ⁶⁺)	0,001
Стронцій (Sr ²⁺)	7,0
Флуор (F ⁻) для кліматичних районів	
I та II	1,5
III	1,2
IV	0,7
Нітрати (у перерахунку на NO ₃ ⁻)	45

5. Вміст залишкового хлору і озону у воді

Вид реагенту	Залишкова концентрація, мг/дм ³	Тривалість контакту реагенту з водою, хв., не

		менше
Хлор вільний після РЧВ*	0,3 – 0,5	30
Хлор зв'язаний після РЧВ	0,8 – 1,2	60
Озон після камери змішування	0,1 – 0,3	12

*РЧВ – резервуар чистої води..

6. Мікробіологічні показники

Показники	Норма, шт., не більше
Число мікроорганізмів в 1 см ³	100
Число бактерій групи кишкової палички в 1 дм ³ води (колі-індекс)	3