

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет «Чернігівська політехніка»



# ХАРЧОВА ХІМІЯ

*Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи  
для здобувачів вищої освіти за освітньою програмою  
«Харчові технології та інженерія» (освітній ступінь бакалавр)  
всіх форм навчання*

Обговорено і рекомендовано  
на засіданні кафедри харчових  
технологій  
Протокол № 3 від 17.11.2022 р.

Чернігів 2022

**Харчова хімія:** Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи для здобувачів вищої освіти за освітньою програмою «Харчові технології та інженерія» (освітній ступінь бакалавр) всіх форм навчання / Укл.: Гуменюк О.Л. Чернігів: НУ »Чернігівська політехніка», 2022. – 20 с.

Укладачі: **Гуменюк Оксана Леонідівна**, кандидат хімічних наук, доцент

Відповідальний за випуск: **Хребтань О.Б.**, завідувач кафедри харчових технологій Національного університету «Чернігівська політехніка», кандидат технічних наук

Рецензент: **Замай Ж.В.**, кандидат технічних наук, доцент кафедри харчових технологій Національного університету «Чернігівська політехніка»

## Зміст

<b>Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи</b>	<b>4</b>
<b>РОЗДІЛ 1. Вибір завдання для розрахунково-графічної роботи</b>	<b>5</b>
1.1 Перелік питань до реферативної частини розрахунково-графічної роботи	5
1.2 Вибір варіанту для розрахунково-графічної роботи	9
<b>РОЗДІЛ 2. Розрахункові задачі</b>	<b>10</b>
2.1. Обчислення молярних мас еквівалентів	10
2.2 Розрахунок кількості речовини	10
2.3. Розрахунки під час приготування робочих розчинів	11
2.4 Розрахунки результатів аналізу. Пряме титрування	13
2.5. Розрахунки результатів аналізу. Зворотне титрування	16
2.6. Обчислення рН розчинів	18
<b>РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА</b>	<b>20</b>

## Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи

Під час вивчення курсу "Харчова хімія" студенти денної форми навчання виконують розрахунково-графічну роботу, мета якої – виявити ступінь засвоєння пройденого курсу.

Розрахунково-графічна робота складається з двох розділів: реферативної частини і безпосередньо розрахунково-графічної частини<sup>1</sup>. **Варіант завдання вказується викладачем за таблицею 1.1.**

Розрахунково-графічна робота виконується після вивчення теоретичного матеріалу. Для чого є необхідним скористатися теоретичними відомостями, наведеними в літературних джерелах, що вказані у списку рекомендованої літератури, в періодичних виданнях в галузі харчових технологій.

Виконуючи розрахункову частину, необхідно **навести теоретичні відомості з тематики завдання**. Відповідати на питання необхідно конкретно, вичерпно, обов'язково наводити структурні формули складових частин харчових продуктів, про які йдеться в завданні. Наводити приклади застосування компонентів харчових продуктів в харчових технологіях. Посилання на літературні джерела наводяться в кінці розрахунково-графічної роботи. В тексті не допускається скорочення слів, крім загальноприйнятих. Скорочення слів, словосполучень – відповідно до чинних стандартів бібліотечної та видавничої справи. В тексті не повинно бути виправлень, закреслень. На кожній сторінці залишаються поля для зауважень викладача.

Розрахунки повинні супроводжуватися необхідними формулами, мати обов'язкову розшифровку параметрів, що входять до формул, із зазначенням розмірності в системі СІ.

Розрахунково-графічна робота має бути оформлена відповідно до ДСТУ 3008-95 на одній стороні аркуша формату А 4 (поля: верхнє, нижнє, ліве – 20 мм; праве – 10 мм) чорнилом або пастою. *Номер сторінки* проставляють арабськими цифрами у правому верхньому куті сторінки без крапки в кінці. Титульний аркуш включають до загальної нумерації сторінок. Розділи, підрозділи, пункти, підпункти нумеруються арабськими літерами. *Посилання* в тексті на джерела зазначають порядковим номером за переліком посилань, виділеним двома квадратними дужками. В роботі має бути використано не менше 10 джерел. Оформлення посилання повинно відповідати його бібліографічному опису згідно із чинними стандартами бібліотечної та видавничої справи. *Зміст* роботи розташовують на окремій сторінці після титульного аркуша.

Розрахунково-графічна робота здається на перевірку викладачеві у чітко вказані ним терміни. Після перевірки роботи викладачем, за наявності зауважень, мають бути зроблені необхідні виправлення; незараховані роботи повертаються на доопрацювання. У разі не відповідності варіанту контрольна робота не рецензується.

---

<sup>1</sup> Варіант контрольної роботи вибирається за номером студента у деканатському списку. В деяких випадках варіант розрахунково-графічної роботи може видаватися викладачем.

## **РОЗДІЛ 1. Вибір завдання для розрахунково-графічної роботи**

### **1.1 Перелік питань до реферативної частини розрахунково-графічної роботи**

1. Загальна характеристика компонентів харчової сировини. Класифікація сучасних продуктів харчування.
2. Характеристика і фізіологічне значення білків в харчуванні людини. Наслідки нестачі білків в харчовому раціоні.
3. Класифікація білків. Перетворення білків під час переробки сировини.
4. Класифікація білків. Неферментативні перетворення білків під час переробки сировини, незамінні амінокислоти.
5. Будова та класифікація білків. Ферментативний гідроліз білків, його значення в харчовій промисловості.
6. Фізико-хімічні властивості білків: виділення та очищення, молекулярна маса, амфотерні властивості білків, розчинність, денатурація, оптичні властивості.
7. Класифікація білків. Методи якісного та кількісного визначення білків.
8. Білки в харчуванні людини. Класифікація білків харчової сировини.
9. Перетворення білків у технологічному потоці.
10. Рекомендовані норми білка в харчуванні, фактори від яких вони залежать. Наслідки надлишку та нестачі білків в харчовому раціоні людини.
11. Харчова, енергетична та біологічна цінність білків, методи їх визначення.
12. Особливості амінокислотного складу білків зернових культур в порівнянні з білками бобових олійних культур.
13. Функціональні властивості білків, їх значення в харчовій промисловості.
14. Характеристика функціонального складу та особливостей структури білків м'яса.
15. Характеристика функціонального складу та особливостей структури білків молока.
16. Характеристика функціонального складу та особливостей структури білків яєць та риби.
17. Класифікація і будова ліпідів. Характеристика жирних кислот у складі ліпідів та їх фізіологічне значення.
18. Харчові жири, їх класифікація, використання в харчових технологіях. Перетворення ліпідів під час зберігання і переробки сировини.

19. Характеристика і фізіологічне значення ліпідів в харчуванні людини  
Перетворення ліпідів: гідроліз, гідрогенування, окиснення.
20. Перетворення ліпідів під час термічної обробки. Запобігання процесам окиснення ліпідів.
21. Харчова, енергетична та біологічна цінність ліпідів. Наслідки надлишку та нестачі ліпідів в харчовому раціоні людини.
22. Загальна характеристика і класифікація ліпідів. Нейтральні жири і вільні жирні кислоти. Роль ліпідів у живій клітині.
23. Будова та склад ліпідів. Харчова цінність олій та жирів. Перетворення ліпідів під час виготовлення продуктів харчування.
24. Фізико-хімічні константи жирів (йодне, кислотне, пероксидне, альдегідне числа, число омилення). Способи визначення констант жирів.
25. Харчові жири. Види харчового псування жирів. Способи запобігання псуванню жирів.
26. Класифікація вуглеводів. Вуглеводи в харчових продуктах, їх характеристика.
27. Загальна характеристика вуглеводів. Фізіологічне значення вуглеводів.
28. Моносахариди: класифікація, номенклатура, будова молекули, фізичні та хімічні властивості.
29. Олігосахариди: номенклатура, характеристика окремих представників.
30. Полісахариди (глікани): класифікація, номенклатура, характеристика окремих представників.
31. Вуглеводи, що засвоюються і не засвоюються. Норми споживання. Наслідки надлишку і нестачі в харчовому раціоні людини.
32. Перетворення вуглеводів під час виробництва харчових продуктів.
33. Методи визначення вуглеводів у харчових продуктах.
34. Класифікація вуглеводів. Ферментативний гідроліз крохмалю.
35. Полісахариди. Ферментативні перетворення некрохмальних полісахаридів.
36. Види бродіння. Основні і побічні продукти бродіння: спирти, альдегіди, естери, органічні кислоти.
37. Класифікація вуглеводів. Реакція карамелізації і меланоїдиноутворення.
38. Класифікація вуглеводів. Перетворення вуглеводів під час зберігання і переробки сировини.
39. Процес бродіння вуглеводів та його використання в харчових технологіях.
40. Функціональне значення моно- та олігосахаридів у харчових продуктах.

41. Використання гідролізу полісахаридів в харчових технологіях.
42. Полісахариди рослинного походження. Полісахариди тваринного походження.
43. Харчові волокна: будова, фізіологічне значення, використання в харчових технологіях.
44. Основні хімічні методи визначення моно- та олігосахаридів у харчових продуктах.
45. Полісахариди, що засвоюються в організмі людини: будова, фізіологічне значення, використання в харчових технологіях. Методи визначення полісахаридів, що засвоюються в організмі людини.
46. Пектинові речовини. Фізіологічне значення, використання в харчових технологіях.
47. Модифіковані крохмалі: класифікація, застосування, вплив на організм людини.
48. Мікроелементи: характеристика та функції в організмі людини, джерела надходження, фактори, що перешкоджають засвоєнню.
49. Значення Феруму, Кальцію, Фосфору в організмі людини. Вміст в харчових продуктах. Фактори, що перешкоджають засвоєнню.
50. Класифікація мінеральних речовин. Методи визначення макро- та мікроелементів в харчових продуктах.
51. Загальна характеристика вітамінів. Наслідки надлишку та нестачі вітамінів харчовому раціоні людини.
52. Жиророзчинні вітаміни: характеристика, окремі представники, роль в живій природі.
53. Водорозчинні вітаміни: характеристика, окремі представники, роль у живій природі.
54. Вітаміноподібні речовини, взаємодія вітамінів, антивітаміни.
55. Принципи визначення вітамінів. Способи визначення вітаміну А та каротинів. Метод визначення аскорбінової кислоти в харчових продуктах.
56. Класифікація вітамінів, фізіологічне значення. Зміни вітамінів під час технологічної переробки та зберігання сировини. Способи збереження вітамінів в їжі.
57. Значення вологи в харчових продуктах. Методи визначення вологи.
58. Вільна і зв'язана волога в харчових продуктах. Активність води і стабільність харчових продуктів.
59. Харчові кислоти. Значення органічних кислот в харчуванні людини  
Основні кислоти плодів і овочів.

60. Харчові кислоти. Використання оцтової, яблучної, винної і лимонної кислоти.
61. Харчові кислоти плодів і овочів. Використання молочної, фумарової і янтарної кислоти.
62. Харчові кислоти, їх вплив на властивості дисперсних систем. Галузі використання харчових кислот.
63. Ферменти. Історія та сучасність використання ферментів в харчовій промисловості.
64. Класифікація та номенклатура ферментів. Значення ферментів в природі.
65. Оксидоредуктази: характеристика, значення, застосування в харчовій промисловості.
66. Гідролітичні ферменти: характеристика, значення, застосування в харчовій промисловості.
67. Глікозидази: класифікація, характеристика окремих представників, використання в харчових технологіях.
68. Протеази: класифікація, характеристика окремих представників, використання в харчових технологіях.
69. Застосування ферментів в хлібопеченні.
70. Застосування ферментів у виробництві крохмалю та крохмалепродуктів.
71. Використання ферментів у кондитерській промисловості.
72. Використання ферментів у виробництві плодово-ягідних соків та вин.
73. Використання ферментів у виробництві спиртних напоїв та пивоварінні.



## 1.2 Вибір варіанту для розрахунково-графічної роботи

Таблиця 1.1 – Варіанти завдань розрахунково-графічної роботи

№ Варіанту	Номер питання			Номер завдання
	1	2	3	
1	48	1	72	2.1; 2.2; 2.3; 2.4 2.5 2.6 2.7 <b>В завданнях</b> <b>2.1...2.4</b> варіанти вибираються згідно з порядковим номером студента в деканатському списку (від 1 до 24). <b>В завданнях</b> <b>2.5...2.6</b> варіанти вибираються згідно з останнім номером залікової книжки студента (від 1 до 9, якщо остання цифра "0" – варіант № 10)
2	47	2	71	
3	46	3	70	
4	45	4	69	
5	44	5	68	
6	43	6	67	
7	42	7	66	
8	41	8	65	
9	40	9	64	
10	10	25	63	
11	11	26	62	
12	12	27	61	
13	13	28	60	
14	14	29	59	
15	15	30	58	
16	16	31	57	
17	17	32	56	
18	18	33	55	
19	19	34	54	
20	24	35	53	
21	23	36	52	
22	22	37	51	
23	21	38	50	
24	20	39	49	

## РОЗДІЛ 2. Розрахункові задачі

### 2.1. Обчислення молярних мас еквівалентів

В задачах 1...24 завдання 2.1 обчислити молярні маси еквівалентів і еквівалент в реакціях повної нейтралізації наступних речовин:

Варіанти

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
HNO <sub>3</sub>	NaOH	Ca(OH) <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	NH <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ·10H <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>

Варіанти

<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>
KHSO <sub>4</sub>	NaHS	H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub>	NaHCO <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	SO <sub>2</sub>	Ba(OH) <sub>2</sub>

Варіанти

<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	NaNH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	CH <sub>3</sub> COOH	BaO

### 2.2 Розрахунок кількості речовини

В задачах 1...24 завдання 2.2 розрахувати кількість речовини, яка необхідна для нейтралізації заданої кількості іншої речовини

№	Речовина кількість якої необхідно розрахувати	Речовина, яку нейтралізують та її маса, г	№	Речовина кількість якої необхідно розрахувати	Речовина, яку нейтралізують та її маса, г
<b>1</b>	HCl	4,33 г Na <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	<b>13</b>	HCl	76,65 г BaO
<b>2</b>	HNO <sub>3</sub>	5,3 г Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	<b>14</b>	NaOH	4 г SO <sub>3</sub>
<b>3</b>	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ·10H <sub>2</sub> O	3,62 г HCl	<b>15</b>	KOH	2,2 г CO <sub>2</sub>
<b>4</b>	HCl	0,2 г CaO	<b>16</b>	HNO <sub>3</sub>	6,9 г K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
<b>5</b>	NaOH	6,3 г CH <sub>3</sub> COOH	<b>17</b>	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ·10H <sub>2</sub> O	7,3 г HCl
<b>6</b>	HNO <sub>3</sub>	3,1 г Na <sub>2</sub> O	<b>18</b>	HCl	2,0 г MgO
<b>7</b>	HCl	4,7 г K <sub>2</sub> O	<b>19</b>	NaOH	49 г H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>
<b>8</b>	HNO <sub>3</sub>	22,6 г Ba(OH) <sub>2</sub> ·8H <sub>2</sub> O	<b>20</b>	KOH	8,2 г H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub>
<b>9</b>	KOH	0,49 г H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	<b>21</b>	NaOH	9,8 г H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
<b>10</b>	NaOH	5,4 г N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	<b>22</b>	HCl	10,6 г Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
<b>11</b>	HCl	11,2 г CaO	<b>23</b>	HNO <sub>3</sub>	12,4 г Na <sub>2</sub> O
<b>12</b>	HNO <sub>3</sub>	14,8 г Ca(OH) <sub>2</sub>	<b>24</b>	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ·10H <sub>2</sub> O	7,3 г HCl

### 2.3. Розрахунки під час приготування робочих розчинів

- 1 Із 5,3 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  приготували 1  $\text{дм}^3$  розчину. Для цього розчину обчисліть молярну концентрацію, нормальність і титр.  
Відповідь:  $C_M=0,05$ ;  $C_N=0,1$ ;  $T=0,0053 \text{ г/см}^3$ .
- 2 Титр розчину  $\text{H}_2\text{SO}_4$  дорівнює  $0,0049 \text{ г/см}^3$ . Обчислити для цього розчину молярну і нормальну концентрації.  
Відповідь:  $C_M=0,05$ ;  $C_N=0,1$ .
- 3 Титр розчину  $\text{HNO}_3$  дорівнює  $0,0063 \text{ г/см}^3$ . Обчислити для цього розчину молярну концентрацію і титр  $\text{HNO}_3$  по  $\text{CaO}$  ( $T \text{ HNO}_3/\text{CaO}$ ).  
Відповідь:  $C_M=0,1$ ;  $T=0,0028 \text{ г/см}^3$ .
- 4 Титр розчину  $\text{HCl}$  дорівнює  $0,007300 \text{ г/см}^3$ . Обчислити для цього розчину молярну концентрацію і титр за  $\text{Na}_2\text{O}$  ( $T \text{ HCl}/\text{Na}_2\text{O}$ ).  
Відповідь:  $C_M=0,2$ ;  $T=0,0062 \text{ г/см}^3$ .
- 5 Яку масу лугу (100%  $\text{NaOH}$ ) необхідно взяти для приготування 1  $\text{дм}^3$  розчину з титром  $0,004000 \text{ г/ см}^3$ ?  
Відповідь: 4 г.
- 6 Яку наважку  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  необхідно взяти для приготування 1  $\text{дм}^3$  розчину з титром  $0,005300 \text{ г/ см}^3$ ?  
Відповідь: 5,3 г.
- 7 Яку наважку бури ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) необхідно взяти для приготування  $0,5 \text{ дм}^3$   $0,1 \text{ М}$  розчину?  
Відповідь: 19,05
- 8 Скільки розчину  $\text{HCl}$  густиною  $1,1 \text{ г/см}^3$  (20,39%-на  $\text{HCl}$ ) необхідно взяти для приготування 1  $\text{дм}^3$   $0,2 \text{ М}$  розчину.  
Відповідь:  $32,5 \text{ см}^3$ .
- 9 Скільки розчину  $\text{HNO}_3$  густиною  $1,1 \text{ г/см}^3$  (17,58%-на  $\text{HNO}_3$ ) необхідно взяти для приготування 1  $\text{дм}^3$   $0,5 \text{ М}$  розчину  
Відповідь:  $162,9 \text{ см}^3$ .
- 10 Скільки розчину  $\text{H}_2\text{SO}_4$  густиною  $1,1 \text{ г/см}^3$  (14,73%-на  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) необхідно взяти для приготування 2  $\text{дм}^3$   $0,1 \text{ М}$  розчину.  
Відповідь:  $120,97 \text{ см}^3$ .
- 11 Скільки розчину  $\text{HCl}$  густиною  $1,15 \text{ г/см}^3$  (30,14%-на  $\text{HCl}$ ) необхідно взяти для приготування 1  $\text{дм}^3$  з  $T(\text{HCl}) = 0,003650 \text{ г/см}^3$ .  
Відповідь:  $10,53 \text{ см}^3$ .

- 12 Скільки розчину  $\text{HNO}_3$  густиною  $1,15 \text{ г/см}^3$  (21,48%-на  $\text{HNO}_3$ ) необхідно взяти для приготування  $1 \text{ дм}^3$  з  $T(\text{HNO}_3) = 0,006300 \text{ г/см}^3$ .  
Відповідь:  $25,5 \text{ см}^3$ .
- 13 Скільки розчину  $\text{H}_2\text{SO}_4$  густиною  $1,15 \text{ г/см}^3$  (21,38%-на  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) необхідно взяти для приготування  $1 \text{ дм}^3$  з  $T(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,004900 \text{ г/см}^3$ .  
Відповідь:  $19,92 \text{ см}^3$ .
- 14 До якого об'єму необхідно розбавити  $1 \text{ дм}^3$   $0,2 \text{ М}$  розчину  $\text{HNO}_3$ , щоб отримати розчин з  $T(\text{HNO}_3) = 0,006300 \text{ г/см}^3$ .  
Відповідь: до  $2 \text{ дм}^3$ .
- 15 До якого об'єму необхідно розбавити  $1 \text{ дм}^3$   $0,5 \text{ М}$  розчину  $\text{HCl}$ , щоб отримати розчин з  $T(\text{HCl}) = 0,003650 \text{ г/см}^3$ .  
Відповідь: до  $5 \text{ дм}^3$ .
- 16 Який об'єм води необхідно додати до  $0,5 \text{ дм}^3$   $0,5 \text{ М}$  розчину  $\text{HCl}$ , щоб отримати розчин з  $T(\text{HCl}) = 0,007300 \text{ г/см}^3$ .  
Відповідь:  $0,75 \text{ дм}^3$ .
- 17 Який об'єм води необхідно додати до  $0,5 \text{ дм}^3$   $0,5 \text{ М}$  розчину  $\text{HNO}_3$ , щоб отримати розчин з  $T(\text{HNO}_3) = 0,006300 \text{ г/см}^3$ .  
Відповідь:  $2,0 \text{ дм}^3$ .
- 18 До якого об'єму необхідно розбавити  $0,5 \text{ дм}^3$   $0,5 \text{ М}$  розчину  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , щоб отримати розчин з  $T(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,004900 \text{ г/см}^3$ .  
Відповідь: до  $2,5 \text{ дм}^3$ .
- 19 Скільки  $2 \text{ М}$  розчину  $\text{HCl}$  необхідно додати до  $1 \text{ дм}^3$   $0,15 \text{ М}$  розчину  $\text{HCl}$ , щоб отримати  $0,2 \text{ М}$  розчин?  
Відповідь:  $0,0277 \text{ дм}^3$  або  $27,8 \text{ см}^3$ .
- 20 Скільки  $1 \text{ М}$  розчину  $\text{CH}_3\text{COOH}$  необхідно додати до  $1 \text{ дм}^3$   $0,15 \text{ М}$  розчину  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , щоб отримати  $0,2 \text{ М}$  розчин?  
Відповідь:  $0,0625 \text{ дм}^3$  або  $62,5 \text{ см}^3$ .
- 21 Скільки  $2 \text{ М}$  розчину  $\text{HNO}_3$  необхідно додати до  $0,5 \text{ дм}^3$   $0,12 \text{ М}$  розчину  $\text{HNO}_3$ , щоб отримати  $0,15 \text{ М}$  розчин?  
Відповідь:  $0,0081 \text{ дм}^3$  або  $8,1 \text{ см}^3$ .
- 22 Скільки  $2 \text{ М}$  розчину  $\text{H}_2\text{SO}_4$  необхідно додати до  $0,5 \text{ дм}^3$   $0,1 \text{ М}$  розчину  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , щоб отримати  $0,5 \text{ н}$  розчин?  
Відповідь:  $0,0429 \text{ дм}^3$  або  $42,9 \text{ см}^3$ .

## 2.4 Розрахунки результатів аналізу. Пряме титрування

- 1 Обчислити молярну концентрацію розчину  $\text{HNO}_3$ , якщо на титрування 0,2500 г хімічно чистого  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  витратили 20,50  $\text{cm}^3$  цього розчину.  
Відповідь: 0,23
- 2 Обчислити молярну концентрацію розчину  $\text{HCl}$  якщо на титрування 15,00  $\text{cm}^3$  його витратили 10,00  $\text{cm}^3$  0,3 М розчину  $\text{NaOH}$ .  
Відповідь: 0,2
- 3 Обчислити титр розчину  $\text{NaOH}$ , якщо на титрування 10,00  $\text{cm}^3$  його витратили 12,00  $\text{cm}^3$  0,1 М розчину  $\text{HCl}$ .  
Відповідь: 0,0048  $\text{g/cm}^3$ .
- 4 Обчислити титр розчину  $\text{HCl}$ , якщо на титрування 10,00  $\text{cm}^3$  його витратили 12,00  $\text{cm}^3$  розчину  $\text{NaOH}$  з титром 0,004000  $\text{g/cm}^3$ .  
Відповідь: 0,00438  $\text{g/cm}^3$ .
- 5 Обчислити титр і молярну розчину  $\text{HNO}_3$ , якщо на титрування його 15,00  $\text{cm}^3$  витратили 10  $\text{cm}^3$  0,1 М розчину  $\text{KOH}$ .  
Відповідь:  $T=0,0042 \text{ g/cm}^3$ ;  $C_M=0,067$
- 6 Наважку  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,5300 г розчинили в мірній колбі, місткістю 250  $\text{cm}^3$ ; 25,00  $\text{cm}^3$  цього розчину відтитрували 24,50  $\text{cm}^3$  розчину  $\text{HCl}$  за присутності метилового оранжевого. Обчислити нормальну концентрацію розчину карбонату натрію і молярну концентрацію розчину  $\text{HCl}$ .  
Відповідь:  $C_N=0,04$ ;  $C_M=0,0408$
- 7 Розчиненням наважки кристалогідрату тетраборату натрію ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) 0,6227 г у воді приготували 200  $\text{cm}^3$  розчину; 20  $\text{cm}^3$  цього розчину відтитрували 19,5  $\text{cm}^3$  розчину  $\text{HCl}$ . Обчислити нормальність розчину  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$  і молярну концентрацію  $\text{HCl}$ .  
Відповідь:  $C_N(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O})= 0,0163$ ;  $C_M(\text{HCl})= 0,0167$
- 8 На титрування 20  $\text{cm}^3$  розчину  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  витратили 15,00  $\text{cm}^3$  0,2 М розчину  $\text{HCl}$ . Обчислити нормальність  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  і титр.  
Відповідь:  $C_N=0,15$ ;  $T=0,012825 \text{ g/cm}^3$
- 9 Розчин оцтової кислоти, об'ємом 25,00  $\text{cm}^3$  нейтралізували 20,00  $\text{cm}^3$  0,15 М розчину  $\text{KOH}$ . Обчислити молярну концентрацію і титр розчину оцтової кислоти.  
Відповідь:  $C_N=0,12$ ;  $T=0,0072 \text{ g/cm}^3$

- 10 Обчислити масу  $\text{HNO}_3$  в  $10 \text{ см}^3$  її розчину, якщо на титрування цього розчину витратили  $12,50 \text{ см}^3$   $1,0100 \text{ М}$  розчину  $\text{NaOH}$   
Відповідь:  $m(\text{HNO}_3)=0,795 \text{ г}$
- 11 Обчислити масу  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в  $20 \text{ см}^3$  розчину, якщо на титрування цього розчину витратили  $15,75 \text{ см}^3$   $0,1010 \text{ М}$  розчину  $\text{HCl}$ .  
Відповідь:  $m(\text{Na}_2\text{CO}_3)=0,0843 \text{ г}$
- 12 Обчислити масову частку  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  у зразку технічної соди, якщо наважка зразка масою  $0,2005 \text{ г}$  і на титрування її витратили  $20,00 \text{ см}^3$   $0,1010 \text{ М}$  розчину  $\text{HCl}$ .  
Відповідь:  $\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3)=0,5339$  або  $53,39\%$
- 13 Обчислити масову частку  $\text{Na}_2\text{O}$  у зразку технічного  $\text{NaOH}$ , якщо наважку зразка  $0,1545 \text{ г}$  відтитрували  $15,25 \text{ см}^3$   $0,101 \text{ М}$  розчину  $\text{HCl}$ .  
Відповідь:  $\omega(\text{Na}_2\text{O})=0,309 \text{ г}$  або  $30,9\%$
- 14 Обчислити масову частку індиферентних домішок у зразку технічної азотної кислоти, якщо наважку її  $1,000 \text{ г}$  відтитрували  $25,00 \text{ см}^3$   $\text{KOH}$ ;  $T(\text{KOH}) = 0,01120 \text{ г/см}^3$ .  
Відповідь:  $\omega(\text{домішок})=0,685$  або  $31,5 \%$
- 15 Наважку оцтової кислоти  $1,0000 \text{ г}$  розчинили в мірній колбі, місткістю  $200 \text{ см}^3$ . На титрування  $20 \text{ см}^3$  цього розчину витратили  $15,50 \text{ см}^3$  розчину  $\text{NaOH}$ ;  $T(\text{NaOH}) = 0,004088 \text{ г/см}^3$ . Обчислити масову частку  $\text{CH}_3\text{COOH}$  у зразку.  
Відповідь:  $\omega(\text{CH}_3\text{COOH})=0,9504$  або  $95,04\%$
- 16 Для визначення масової частки вільних кислот у льняному маслі наважку його  $0,5000 \text{ г}$  розчинили в  $20 \text{ см}^3$  спиртово-етерної суміші, відтитрували  $0,05 \text{ М}$  розчином  $\text{KOH}$  за присутності фенолфталеїну. На титрування витратили  $2,45 \text{ см}^3$   $\text{KOH}$ . Визначити масову частку кислот, якщо середня молярна маса кислот льняного масла дорівнює  $274 \text{ г/моль}$ .  
Відповідь:  $\omega=0,067$  або  $67\%$
- 17 Визначити молярну масу монокарбоненої кислоти, якщо відомо, що на титрування  $0,1500 \text{ г}$  її витратили  $10,56 \text{ см}^3$   $0,05 \text{ М}$  розчину  $\text{KOH}$ .  
Відповідь:  $M=284 \text{ г/моль}$
- 18 Скільки  $0,1056 \text{ М}$  розчину  $\text{KOH}$  (в  $\text{см}^3$ ) необхідно додати до  $1,2000 \text{ г}$  касторового масла для нейтралізації вільних кислот, масова частка яких складає  $1,5\%$ ? Середня молярна маса кислот касторового масла дорівнює  $295 \text{ г/моль}$ .  
Відповідь:  $V(\text{KOH})=0,568 \text{ см}^3$ .

- 19 Для визначення вільних кислот (%) в милі наважку його 4,00 г розчинили за нагрівання зі зворотним холодильником в 200 см<sup>3</sup> етанолу. Додали фенолфталеїн і титрували 0,0100 М розчином КОН, витративши 3,80 см<sup>3</sup> цього розчину. Середня молярна маса кислот в милі складає 282 г/моль. Чому дорівнює масова частка вільних жирних кислот?
- Відповідь:  $\omega=0,00267$  або 0,267%
- 20 Для визначення вільних одноосновних кислот в метанолі до 25 см<sup>3</sup> досліджуваного зразка додали 25 см<sup>3</sup> води і відтитрували 0,01 н розчином КОН за присутності фенолфталеїну. На титрування витратили 1,64 см<sup>3</sup> цього розчину. Середня молярна маса кислот 50 г/моль. Визначити масову частку кислот. Густина метанолу 0,792 г/см<sup>3</sup>.
- Відповідь:  $\omega=0,00002$  або 0,002%
- 21 В технічному етанолі вміст кислоти в перерахунку на оцтову не повинно перевищувати 10 мг/дм<sup>3</sup>. Який об'єм етанолу необхідно взяти для визначення кислот, щоб на титрування пішло 2 см<sup>3</sup> 0,01 М розчину КОН?
- Відповідь: 120 см<sup>3</sup>
- 22 Який об'єм 0,09950 М розчину NaOH необхідно для нейтралізації домішок мурашиної кислоти у формаліні, наважка якого дорівнює 10,00 г? Масова частка кислоти складає 0,04%.
- Відповідь: 0,8 см<sup>3</sup>
- 23 Вміст мурашиної кислоти у формальдегіді складає 0,025%. Яку наважку продукту необхідно взяти для аналізу, щоб на титрування витратилось не менше 1 см<sup>3</sup> 0,05 М розчину КОН?
- Відповідь: 10 г
- 24 Для визначення вмісту основного продукту в солі  $\alpha$ -нафтилоцтової кислоти наважку 0,7524 г розчинили в мірній колбі місткістю 500 см<sup>3</sup>. До 100 см<sup>3</sup> отриманого розчину додали 10%-ну сірчану кислоту і вільну  $\alpha$ -нафтилоцтову кислоту, що виділилась, тричі проекстрагували бензолом. Витяжки зібрали разом, бензол відігнали, кислоту розчинили у воді і відтитрували 12,63 см<sup>3</sup> 0,01200 М розчином КОН за присутності фенолфталеїну. Визначити масову частку кислоти.  
 $M(C_{11}H_9COOK) = 224,3$  г/моль
- Відповідь: 0,2259 або 22,59%

## 2.5. Розрахунки результатів аналізу. Зворотне титрування<sup>2</sup>

- 1 До розчину хлориду амонію, що аналізується додали 25,00 см<sup>3</sup> розчину NaOH з  $T(\text{NaOH}) = 0,004500 \text{ г/см}^3$ . Потім за допомогою кип'ятіння видалили із розчину аміак, а надлишок NaOH відтитрували 10,50 см<sup>3</sup> розчину HCl з  $T(\text{HCl}) = 0,003750 \text{ г/см}^3$ . Обчислити масу аміаку в аналізованому розчині.  
Відповідь: 0,0295 г
- 2 Наважку азотної кислоти 1,0100 г перевели в розчин, що містить 25,00 см<sup>3</sup> 0,5020 М розчину NaOH. Надлишок NaOH, що залишився після реакції відтитрували 10,50 см<sup>3</sup> 0,1010 М HCl. Обчислити масову частку HNO<sub>3</sub>.  
Відповідь: 0,7167 або 71,67%
- 3 Наважку карбонату натрію масою 0,1054 г обробили 25,00 см<sup>3</sup> 0,20 М розчину HCl; надлишок кислоти відтитрували 25,40 см<sup>3</sup> 0,12 М розчину NaOH. Обчислити масову частку Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> у зразку.  
Відповідь: 0,9816 або 98,16%
- 4 До наважки хімічно чистого Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,1000 г додали 50,00 см<sup>3</sup> 0,20 н розчину H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. На зворотне титрування надлишку кислоти з метиловим оранжевим витратили 15,00 см<sup>3</sup> розчину NaOH. Визначити молярну концентрацію розчину NaOH.  
Відповідь:  $C_M = 0,54$
- 5 Пробу солі амонію 1,0000 г обробили надлишком концентрованого NaOH. Аміак, що виділивсь, поглинули 50 см<sup>3</sup> 1,0510 М розчину HCl. Надлишок кислоти відтитрували 25,00 см<sup>3</sup> розчину NaOH;  $T(\text{NaOH}) = 0,042000 \text{ г/см}^3$ . Обчислити масову частку аміаку в пробі солі.  
Відповідь:  $\omega = 0,149$  або 14,9%
- 6 Обчислити величину наважки хімічно чистого CaCO<sub>3</sub>, якщо після обробки її 50,00 см<sup>3</sup> 0,2 М розчину HCl на титрування залишку кислоти було витрачено 10,00 см<sup>3</sup> розчину NaOH. Встановлено, що на титрування 25,00 см<sup>3</sup> NaOH витрачається 24,00 см<sup>3</sup> HCl.  
Відповідь: 0,404 г
- 7 Наважку азотної кислоти 0,5050 г перевели в розчин, що містить 25,00 см<sup>3</sup> 0,2050 М розчину NaOH. Надлишок лугу, що залишився після реакції відтитрували 5,05 см<sup>3</sup> 0,2080 М розчину HCl. Обчислити масову частку N<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в наважці кислоти.  
Відповідь: 0,087 або 8,7%

<sup>2</sup> Вріант задачі в цьому завданні обирається за останньою цифрою залікової книжки



- 8 До розчину сульфату амонію додали  $20,00 \text{ см}^3$  розчину  $\text{NaOH}$  з  $T(\text{NaOH}) = 0,008540 \text{ г/см}^3$ . За допомогою кип'ятіння видалили аміак, а надлишок  $\text{NaOH}$  відтитрували  $7,50 \text{ см}^3$  розчину  $\text{HCl}$  з  $T(\text{HCl}) = 0,005720 \text{ г/см}^3$ . Обчислити масу  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  в аналізованому розчині.
- Відповідь: 0,41
- 9 Наважку  $1,5000 \text{ г}$  технічного  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  розчинили в мірній колбі місткістю  $250 \text{ см}^3$ ;  $25,00 \text{ см}^3$  цього розчину прокип'ятили з концентрованим лугом. Аміак, що виділився, поглинули  $40,00 \text{ см}^3$   $0,1040 \text{ н.}$  розчину  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , а на зворотне титрування витратили  $25,00 \text{ см}^3$   $0,0970 \text{ М}$  розчину  $\text{NaOH}$ . Визначте масову частку аміаку в наважці  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ .
- Відповідь: 0,7634 або 76,34%
- 10 Азот із наважки органічної речовини масою  $1,0000 \text{ г}$  за допомогою концентрованої  $\text{H}_2\text{SO}_4$  переведений в  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ . Під час кип'ятіння солі з концентрованим лугом виділився аміак, який поглинули  $50,00 \text{ см}^3$   $0,1500 \text{ н.}$  розчином  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . На зворотне титрування витрачено  $12,00 \text{ см}^3$  розчину  $0,09980 \text{ н}$   $\text{NaOH}$ . Обчислити масову частку азоту в наважці.
- Відповідь: 0,0882 або 8,82 %

## 2.6. Обчислення рН розчинів<sup>3</sup>

- 1 Обчислити рН розчину, отриманого під час титрування в момент, коли до 20 см<sup>3</sup> 0,2 М розчину НСІ додали 0,2 М розчину NaOH в кількості 17 см<sup>3</sup>.  
Відповідь: 1,79
- 2 Обчислити рН розчину 0,1 М НСІ, нейтралізованого під час титруванням 0,1 М розчином NaOH на 80%.  
Відповідь: 1,95
- 3 Обчислити рН розчину, отриманого під час титрування в момент, коли до 20,00 см<sup>3</sup> 0,1 М розчину оцтової кислоти додали 0,1 М розчин NaOH кількістю 18,00 см<sup>3</sup>. ( $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \times 10^{-5}$ )<sup>4</sup>  
Відповідь: рН=3,8
- 4 Обчислити рН розчину, отриманого під час титрування в момент, коли до 10,00 см<sup>3</sup> 0,2 М розчину NH<sub>4</sub>OH додали 0,1 М розчин НСІ в кількості 10,00 см<sup>3</sup>. ( $K_b(\text{NH}_4\text{OH}) = 1,8 \times 10^{-5}$ )  
Відповідь: рН= 9,25

<sup>3</sup> Вріант задачі в цьому завданні обирається за останньою цифрою залікової книжки

<sup>4</sup> У випадку не повної нейтралізації слабкої кислоти (слабкої основи) рН визначають, користуючись відповідними формулами, наведеними нижче в таблиці

Визначення рН розчинів електролітів		
Електроліт	Приклад	Формула для визначення рН
Сильна кислота	HNO <sub>3</sub>	$\text{pH} = -\lg C_{\text{кислоти}}$
Сильна основа	NaOH	$\text{pH} = 14 + \lg C_{\text{основи}}$
Слабка кислота	CH <sub>3</sub> COOH	$\text{pH} = 1/2\text{p}K_a - 1/2\lg C_{\text{кислоти}}$
Слабка основа	NH <sub>4</sub> OH	$\text{pH} = 14 - 1/2\text{p}K_b + 1/2\lg C_{\text{основи}}$
Суміш слабкої кислоти з її сіллю (кислий буферний розчин)	CH <sub>3</sub> COOH + CH <sub>3</sub> COONa	$\text{pH} = \text{p}K_a - \lg(C_{\text{кислоти}}/C_{\text{солі}})$
Суміш слабкої основи з її сіллю (основний буфер)	NH <sub>4</sub> OH + NH <sub>4</sub> Cl	$\text{pH} = 14 - \text{p}K_b + \lg(C_{\text{основи}}/C_{\text{солі}})$
Сіль слабкої основи і сильної кислоти	NH <sub>4</sub> Cl	$\text{pH} = 7 - 1/2\text{p}K_b - 1/2\lg C_{\text{солі}}$
Сіль слабкої кислоти і сильної основи	CH <sub>3</sub> COONa	$\text{pH} = 7 + 1/2\text{p}K_a + 1/2\lg C_{\text{солі}}$
Сіль слабкої кислоти і слабкої основи	CH <sub>3</sub> COONH <sub>4</sub>	$\text{pH} = 7 + 1/2\text{p}K_a - 1/2\text{p}K_{\text{основи}}$
K <sub>a</sub> – константа дисоціації слабкої кислоти, K <sub>b</sub> – константа дисоціації слабкої основи		
pK = -lgK – від’ємний логарифм константи дисоціації кислоти (основи)		
Так, наприклад, для оцтової кислоти CH <sub>3</sub> COOH, K <sub>a</sub> = 1,8×10 <sup>-5</sup> , тоді pK <sub>a</sub> = -lg(1,8×10 <sup>-5</sup> ) = 4,75		

- 5 Обчислити рН розчину, отриманого під час титрування в момент, коли до  $20 \text{ см}^3$   $0,2 \text{ М}$  розчину  $\text{HCl}$  додали  $0,2 \text{ М}$  розчину  $\text{NaOH}$  в кількості  $18 \text{ см}^3$ .  
Відповідь: рН=1,98
- 6 Обчислити рН розчину  $0,1 \text{ М}$   $\text{HCl}$ , нейтралізованого під час титруванням  $0,1 \text{ М}$  розчином  $\text{NaOH}$  на 90%.  
Відповідь: рН=2,28
- 7 Обчислити рН розчину, отриманого під час титрування в момент, коли до  $20,00 \text{ см}^3$   $0,1 \text{ М}$  розчину  $\text{CH}_3\text{COOH}$  додали  $0,1 \text{ М}$  розчин  $\text{NaOH}$  кількістю  $20,00 \text{ см}^3$ .  
Відповідь: рН=8,73
- 8 Обчислити рН розчину, отриманого під час титрування в момент, коли до  $10,00 \text{ см}^3$   $0,2 \text{ М}$  розчину  $\text{NH}_4\text{OH}$  додали  $0,1 \text{ М}$  розчин  $\text{HCl}$  в кількості  $15,00 \text{ см}^3$ .  
Відповідь: 8,77
- 9 Обчислити рН розчину, отриманого під час титрування в момент, коли до  $20 \text{ см}^3$   $0,2 \text{ М}$  розчину  $\text{HCl}$  додали  $0,2 \text{ М}$  розчину  $\text{NaOH}$  в кількості  $21 \text{ см}^3$ .  
Відповідь: 11,7
- 10 Обчислити рН розчину  $0,1 \text{ М}$   $\text{HCl}$ , нейтралізованого під час титрування  $0,1 \text{ М}$  розчином  $\text{NaOH}$  на 99,9%.  
Відповідь: 4,3

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Пасальський Б.К. Хімія харчових продуктів: Навч. пос. / Б.К. Пасальський. – К.: Київ. Держ.торг.-екон.ун-т, 2000. – 196 с.
2. Сегеда А.С. Аналітична хімія. Якісний аналіз: навч.-метод. посіб. / А.С. Сегеда. – К.: ЦУЛ, 2002. – 524 с.
3. Харчова хімія: Навчальний посіб./ В.В. Євлаш, О.І. Торяник, В.О. Коваленко та ін. – Х.: Світ книги, 2012. – 504 с.
4. Belitz H.-D., Grosch W., Schieberle P.: Food Chemistry. 4th revised and extended edn, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2009.
5. Coultate T.P.: Food. The Chemistry of its Components. 2nd edn, The Royal Society of Chemistry, London, 2002. – 432 p.
6. DeMan J.M. Principles of Food Chemistry. Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, Maryland, 1999. – 520 p.
7. Fennema O.R. Food Chemistry, Third Edition. CRC Press, 1996. – 1088 p.
8. Velisek J. The Chemistry of Food. – Wiley-Blackwell, 2014. – 1124 p.