

Лабораторна робота № 9
Приготування розчину заданої концентрації.

Мета роботи: ознайомитись з різними методами вираження кількісного вмісту розчиненої речовини у розчині, навчитися проводити необхідні розрахунки наважки для приготування розчину заданої концентрації.

Прилади: мірний циліндр, мірна колба, воронка, терези, реактиви.

Теоретичні відомості

За міжнародною системою одиниць СІ рекомендується користуватися такими способами вираження концентрації розчинів (в дужках, у деяких випадках, наводяться колишні назви, які тепер рекомендуються не вживати):

1. **Масова частка** $\omega(X)$, (масовий або ваговий відсоток, процентна концентрація), визначається як відношення маси розчиненої речовини $m(X)$ до загальної маси розчину $m(p-ну)$:

$$\omega(X) = \frac{m(X)}{m(p-ну)}, \quad \text{або} \quad \omega(X) = \frac{m(X)}{m(p-ну)} \cdot 100 \% \quad (9.1)$$

Якщо розчин складається з двох компонентів,

$m(\text{розчину}) = m(X) + m(S)$, де $m(S)$ – маса розчинника

2. **Молярна частка** $N(X)$ – це відношення числа молів розчиненої речовини $n(X)$ до загального числа молів усіх речовин у розчині $\sum n_i$:

$$N(X) = \frac{n(X)}{\sum n_i} \quad (9.2)$$

Наприклад, для двокомпонентної системи: $N(X) = \frac{n(X)}{n(S) + n(X)}$, де $n(S)$ -

число молів розчинника.

Масова частка та молярна частка – безрозмірні величини.

3. **Молярна концентрація** $c(X)$ визначається як відношення числа молів розчиненої речовини $n(X)$ до об'єму розчину (розмірність моль/л, або моль/дм³):

$$c(X) = \frac{n(X)}{V(p-ну)} \quad (9.3)$$

де $V(p-ну)$ – об'єм розчину.

4. Молярна концентрація еквівалентів $c\left(\frac{1}{z}X\right)$ (нормальна концентрація) визначається як відношення числа молів еквівалентів розчиненої речовини $n\left(\frac{1}{z}X\right)$ до об'єму розчину V_p (розмірність моль./л):

$$c\left(\frac{1}{z}X\right) = \frac{n\left(\frac{1}{z}X\right)}{V_p} = \frac{m(X)}{M\left(\frac{1}{z}X\right) \cdot V(p-ny)}$$

(9.4)

де $m(X)$ - маса (наважка) розчиненої речовини;

$M\left(\frac{1}{z}X\right)$ - молярна маса еквівалентів розчиненої речовини;

z - число еквівалентності.

5. **Моляльність** (моляльна концентрація) $b(X)$ – число молів розчиненої речовини $n(X)$ в 1 кг розчинника (розмірність моль/кг):

$$b(X) = \frac{n(X)}{m(S)} \quad (9.5)$$

де $m(S)$ – маса розчинника.

Якщо задані маси, об'єм або кількість молів розчиненої речовини та розчинника (чи розчину), для розрахунків концентрації використовуються наведені вище вирази, а також відомі співвідношення між масою та об'ємом речовин ($m = \rho V$) та між масою та кількістю речовини ($n(X) = \frac{m(X)}{M(X)}$).

Порядок виконання роботи

Розчини певної концентрації можна приготувати наступними методами:

- з фіксаналів;
- розчиненням відомої наважки твердої речовини в певній масі або об'ємі розчинника або розчину;
- розведенням концентрованих розчинів.

Дослід 1: Приготування розчинів з фіксаналів.

Для приготування точних розчинів різних речовин (кислот, лугів, солей) зручно застосовувати фіксанали.

Фіксанал (стандарт-титр) – це заздалегідь приготована і запаяна в скляній ампулі точно відмірена або зважена кількість реактиву необхідна для

приготування 1 дм³ розчину з молярною концентрацією еквівалента 0,1 або 0,01 моль/дм³.

Фіксанали зберігають у коробках, що містять зазвичай 10 ампул. На кожній ампулі є напис, який вказує, яка речовина або розчин знаходиться в ампулі і кількість речовини (0,1 або 0,01 г/моль).

Розчини, приготовані з фіксаналів, можна використовувати як стандартні. Розчини, приготовані іншими способами, не дають такої точності, оскільки багато речовин, з яких готують розчини, не є хімічно чистими. Наприклад, сульфатна кислота завжди містить воду, гідроксид натрію – гігроскопічну воду і натрій карбонат внаслідок поглинання CO₂ з повітря і т. д.

Для приготування точного розчину (Рис.9.1) спочатку теплою водою змивають напис на ампулі, і добре обтирають її. У мірну колбу вставляють спеціальну лійку з вкладеним в неї скляним бойком (зазвичай додається до кожної коробки фіксаналів) гострий кінець якого повинен бути повернутий догори. Якщо спеціальної лійки немає, можна користуватися звичайною хімічною лійкою, вставивши в неї скляний бойок. Коли бойок буде правильно укладений у лійці, ампулі з фіксаналом дають вільно падати так, щоб тонке дно ампули розбилося при ударі об гострий кінець бойка. Після цього пробивають поглиблення ампули зверху і дають вмісту вилетіти. Потім, не змінюючи положення ампули, її ретельно промивають дистильованою водою з промивалки. Для промивання рекомендується використати не менш ніж шестиразову (по місткості ампули) кількість води. Промивши ампулу, її забирають, а розчин доливають до мітки дистильованою водою, закривають колбу пробкою і перемішують.

Крім рідких фіксаналів, є і сухі. При приготуванні з них розчинів ампулу струшують так само, як описано вище. Потрібно лише подбати про те, щоб лійка була зовсім суха. Коли ампула буде розбита, весь її вміст обережним струшуванням висипають в колбу, ампулу промивають дистильованою водою.

Фіксанали рекомендується застосовувати в усіх випадках, коли потрібно приготувати розчин з точною концентрацією. Лужні фіксанали придатні тільки протягом певного терміну. Дуже старі (2-3 - річної давності) лужні фіксанали можуть виявитися вже неточними в результаті забруднення продуктами вилуговування скла. Решта препаратів, особливо сухі, можуть зберігатися невизначено довгий термін.

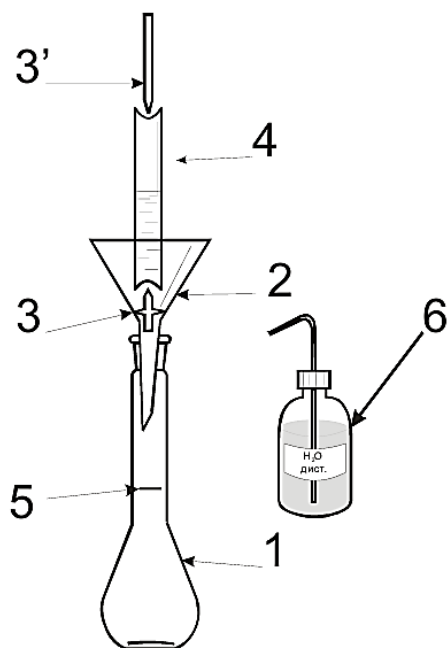


Рис. 9.1. Приготування розчину із фіксаналу (1 – мірна колба, 2 – хімічна лійка, 3, 3' – бойки, 4 – ампула із фіксаналом, 5 – мітка, 6 – промивалка із дистильованою водою).

Дослід 2: Приготування розчину заданої молярної концентрації або молярної концентрації еквівалента з

наважки твердої речовини.

Роботу слід виконувати в такій послідовності:

1. Отримати у викладача завдання.
2. Розрахувати масу речовини, необхідну для приготування розчину.
3. Отримати у лаборанта мірну колбу потрібного об'єму, скляний хімічний стакан і задану речовину.
4. Зважити речовину в хімічному стакані на електронних вагах з точністю результатів зважування до 0,01 г.
5. Налити до стакану приблизно 10 мл дистильованої води, розчинити зважену речовину.
6. У шийку мірної колби вставити лійку і обережно перенести розчин з стакану в колбу. Цю операцію повторити кілька разів, поки в стакані не залишиться ніяких кристалів.

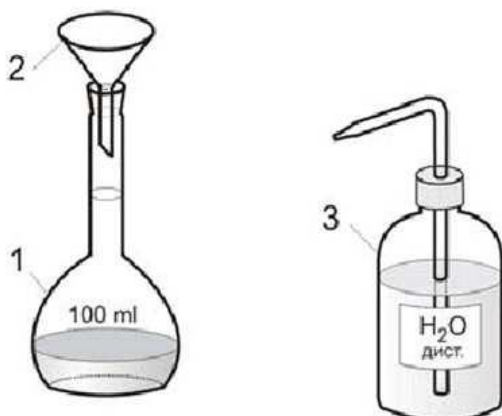


Рис. 9.2. Посуд для приготування розчинів речовин. (1 – мірна колба, 2 – лійка, 3 – пластмасова промивалка з дистильованою водою)

7. Через лійку в колбу приблизно до половини її об'єму невеликими порціями налити воду.

8. Закрити колбу пробкою і перемішати кілька разів до повного розчинення речовини. Якщо при розчиненні солі відбулося помітне розігрівання або охолодження розчину, слід почекати, поки розчин охолоне до кімнатної температури.

9. Обережно долити в колбу води до мітки. Останні порції води слід додавати по краплях із піпетки. Нижня частина меніску води повинна бути на одному рівні з міткою колби.

10. Щільно закрити колбу корком і перемішати розчин, кілька разів повернувши колбу догори дном.

11. Злити приготований розчин у товстостінну склянку, вказати речовину і її концентрацію.

Дослід 3: Приготування розчину заданої молярної концентрації або молярної концентрації еквівалента з більш концентрованого розчину.

Виконання роботи слід вести за таким планом:

1. Отримати у викладача завдання.
2. Отримати у лаборанта розчин кислоти або аміаку певної молярної концентрації або молярної концентрації еквівалента і значення густини розчину.

3. Розрахувати об'єм даного концентрованого розчину, необхідного для приготування розчину заданої концентрації.

4. Налити в заздалегідь підготовлену мірну колбу потрібного об'єму близько половини об'єму води і влити в неї (у випадку кислоти тонким струменем) через лійку розчин кислоти, відміряний градуйованою піпеткою або мірним циліндром (Рис.9.2).

5. Залишки кислоти з лійки ретельно змити в колбу за допомогою промивалки. Вміст колби ретельно перемішати круговими рухами до повного змішування рідин. Охолодити отриманий розчин до кімнатної температури.

6. Довести об'єм розчину в колбі дистильованою водою до мітки. Колбу закрити пробкою і, багаторазово перевертаючи її догори дном (не менше 15 разів), ретельно перемішати розчин.

7. Вилити отриманий розчин в приготовану склянку, здати лаборанту.

Контрольні запитання

1. Які розчини називають істинними? Чим істинні розчини подібні до хімічних сполук, а чим – до сумішей?

2. Розрахуйте масу хлориду натрію, яку необхідно додати до 200 г розчину з масовою часткою хлориду натрію 5 %, щоб масова частка солі стала 10 %.

3. Для кожного з названих нижче розчинів: а) 3,6 г хлориду натрію розчинено в 340 г води; б) 4,45 г броміду калію розчинено в 564 г етанолу; в) 35,2 г етиленгліколю ($\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$) розчинено в 65 г води; г) 2,4 г хлориду натрію та 3,6 г броміду калію розчинено в 82 г води; д) 12 г ацетону ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$) розчинено в 75 г води; є) 16,8 г ацетону та 1,65 г нітрату алюмінію розчинено в 142 г води; розрахуйте масову частку кожної розчиненої речовини, молярну частку кожного компонента, моляльність.

4. Молярна частка гідроксиду натрію у водному розчині становить 0,25, густина розчину $1,49 \text{ г/см}^3$. Розрахуйте масову частку гідроксиду натрію, його моляльну та молярну концентрації.

5. Молярна концентрація хлороводню у хлоридній (соляній) кислоті дорівнює 12 моль/л. Густина цього розчину $1,19 \text{ г/см}^3$. Розрахуйте масову та молярну частки, а також моляльну концентрацію HCl у цьому розчині.

6. Розрахуйте масову частку сульфату купруму (II) в розчині, що отримали при розчиненні 100г мідного купоросу ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) в 500 г води.