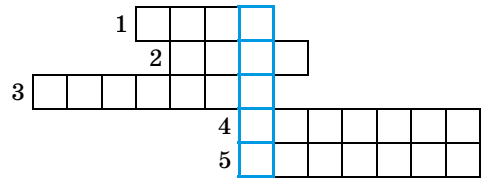


14. Розв'яжіть кросворд, ключове слово якого по вертикалі – назва літери – позначення ступеня дисоціації. По горизонталі:



1. Найпоширеніший дуже слабкий електроліт. 2. Клас неорганічних сполук, здебільшого сильні електроліти. 3. Кількісна характеристика дисоціації електролітів. 4. Кислотний залишок слабкої галогеноводневої кислоти. 5. Назва широко відомого жарознижувального лікарського засобу, діюча речовина якого – слабка кислота.



Творча майстерня

15. За допомогою приладу для визначення електропровідності рідин дослідіть електропровідність дистильованої води та розчинів, які трапляються в побуті. З'ясуйте, чи залежить електропровідність розчину від частки розчинюваної речовини в ньому, температури тощо. Які речовини, розчини яких було досліджено, виявилися сильними електролітами? За результатами дослідження підготуйте презентацію.



Дізнайтеся більше

<https://www.youtube.com/watch?v=1XWnovm6JLs>

<http://study.com/academy/lesson/weak-electrolyte-definition-examples.html>

<https://www.youtube.com/watch?v=3ulzo5VzLwY>

§ 14. Поняття про рН розчину

Після опрацювання параграфа ви зможете:

- за показником рН *визначати* характер середовища – кислий, нейтральний, лужний;
- *оцінювати* важливість рН розчинів для визначення якості харчової, косметичної продукції тощо.

Ви вже вмiєте за допомогою індикаторів визначати катіони Гiдрогену та гiдроксид-аніони в розчинах. Чи не найзручніше використовувати для цього універсальний індикаторний папір – смужки паперу, просочені розчином універсального індикатора.

Універсальний індикатор – суміш кількох кислотно-основних індикаторів (рис. 14.1). Порівнявши його забарвлення в досліджуваному розчині зі шкалою-еталоном, можна визначити показник рН.

Показник рН (вимовляють «пе-аш») добре відомий вам зі статей у журналах, газетах, інтернет-виданнях. Про нього йдеться в рекламних роли-



Рис. 14.1. 1. Розчин універсального індикатора. 2. Універсальний індикаторний папір



Рис. 14.2. рН-метри. 1. Стационарний. 2. Портативний

ках, інструкціях до побутових товарів тощо. Показник рН пов'язаний з концентрацією в розчині катіонів Гідрогену та гідроксид-аніонів. Не вдаючись до деталей, зауважимо: рН нейтрального середовища дорівнює семи. Якщо $\text{pH} < 7$ – середовище кисле, $\text{pH} > 7$ відповідає лужному середовищу.

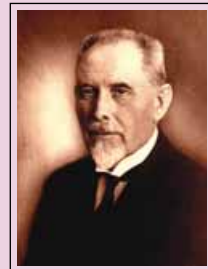
Для визначення рН рідин (природні води, молоко, косметичні лосьйони, кров, шлунковий сік, стічні води, технологічні розчини тощо) у сучасних лабораторіях використовують електронні прилади – рН-метри (рис. 14.2).

У досліджувану рідину занурюють скляний електрод. Прилад визначає й показує на дисплеї величину рН досліджуваного розчину.

Цікаво і пізнавально

Сьоренсен Сьорен Педер Лауриц (рис. 14.3) розробив шкалу рН і створив на її основі рН-метри, які тепер застосовують для вимірювань у найрізноманітніших областях: в атомній енергетиці, агрономії, м'ясо-молочній, хлібопекарській промисловості, у наукових дослідженнях тощо.

Рис. 14.3. Сьоренсен Сьорен Педер Лауриц (1868–1939) – датський біохімік, засновник сучасної рН-метрії. Закінчив Копенгагенський університет (1889). У 1890–1891 рр. працював у геологічному товаристві, у 1892–1901 рр. – у хімічній лабораторії Вищої технічної школи в Копенгагені (асистент, з 1899 – професор), з 1901 р. – керував хімічним відділом Карлсбергської лабораторії (поблизу Копенгагена). Член Данського королівського товариства наук (з 1906), його президент у 1938–1939 рр., член Німецької академії природодослідників «Леопольдина» (1937 р.)



Для діагностики захворювань шлунково-кишкового тракту виконують вимірювання безпосередньо у стравоході, шлунку і (або) дванадцятипалій кишці. Для цього використовують рН-зонд – ацидогастрометр (рис. 14.4).



Рис. 14.4. 1. Чернобровий В'ячеслав Миколайович (нар. 1943) – відомий український науковець, доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри внутрішньої та сімейної медицини Вінницького національного медичного університету імені М.І. Пирогова. Автор унікальної методики експрес-гастро-рН-моніторингу. Винаходи В.М. Чернобрового стали базою для створення ацидогастрографа АГ-1рН-М (2)

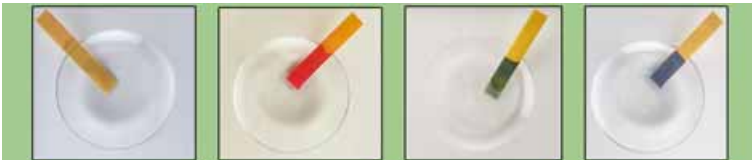
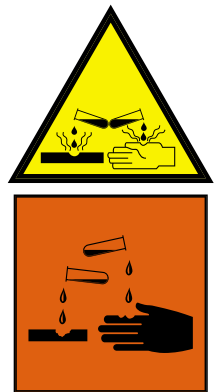
Щоб установити приблизне значення рН води, лужних і кислих розчинів, харчової і косметичної продукції виконаємо лабораторні досліді 2, 3.



ЛАБОРАТОРНИЙ ДОСЛІД

*Пригадайте й неухильно виконуйте
ПРАВИЛА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБОТИ З ОБЛАДНАННЯМ
І РЕАКТИВАМИ*

2, 3. Установлення приблизного значення рН води, лужних і кислих розчинів (натрій гідроксиду, хлоридної кислоти) за допомогою універсального індикатора. Дослідження рН харчової та косметичної продукції



Завдання. Дослідіть, як діють на універсальний індикаторний папір вода та деякі розчини.

Обладнання: поліетиленова серветка, маркер, палички або піпетки (скляні, пластмасові).

Реактиви: дистильована вода, розбавлена хлоридна кислота, розчини натрій гідроксиду, харчової та косметичної продукції.

Маркером напишіть на поліетиленовій серветці назви речовин і сумішей, які будете досліджувати. Біля кожної назви покладіть на серветку шматочок універсального індикаторного паперу. Паличкою або піпеткою нанесіть на нього досліджувану рідину. Використовуйте індивідуальну паличку чи піпетку або щоразу ретельно промивайте (*пояснить чому*). За еталонною

шкалою визначте рН. Точно це можна зробити лише за еталонною шкалою, що є на упаковці індикатора, тому що кольори можуть дещо змінюватися залежно від того, які кислотно-основні індикатори ввійшли до складу універсального, у якій пропорції тощо (рис. 14.5).

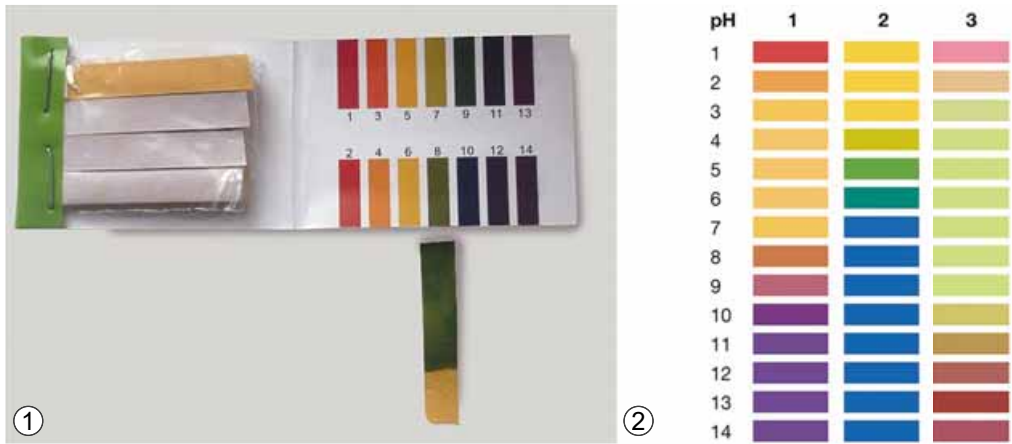


Рис. 14.5. 1 Порівняння зі шкалою-еталоном кольору, якого набув універсальний індикатор унаслідок дії досліджуваного розчину. 2. Еталонні шкали трьох різних універсальних індикаторів

Як змінюється забарвлення універсального індикатора під їхньою дією? Яке приблизне значення їхнього рН? Яке в них середовище – кисле, лужне чи нейтральне? Які йони переважають у них – катіони Гідрогену чи гідроксид-аніони?

Чому важливо вміти визначати показник рН? Біохімічні процеси в живих організмах відбуваються за строго заданої концентрації катіонів Гідрогену. Біологічні каталізатори – ферменти – можуть функціонувати лише у вузьких межах показника рН. Наприклад, активність ферменту пепсину, який сприяє перетравленню білкової їжі в шлунку, є максимальною, коли значення показника рН близько 2. Тому для нормального травлення рН шлункового соку має бути в межах від 1,53 до 1,67. рН крові – одна з найжорсткіших фізіологічних констант організму. Її зміна хоча б на 0,1 може призвести до важкої патології, на 0,2 – розвивається коматозний стан, на 0,3 – людина помирає.

Патогенні мікроорганізми швидко розвиваються у слаболужному середовищі, а в кислому – гинуть. Тому для консервування (маринування, соління) продуктів використовують, зазвичай, кислі розчини.

Величина показника рН у косметичних продуктах особливо значуща для їхнього безпечного застосування. Одне з головних завдань сучасної косметології – це дослідження впливу показника рН косметичних засобів на здоров'я людини. Це дає змогу створити максимально безпечні засоби косметики та гігієни.

Правильне добирання значення показника рН важливе для хіміко-технологічних процесів. Під час дослідження ґрунту обов'язково визначають його рН.

Цікаво і пізнавально

Визначити природу ґрунтів можна за допомогою рослин-індикаторів, що ростуть поруч із овочами на городі. Поміж них є як культурні рослини, так і бур'яни. Одні рослини надають перевагу кислим ґрунтам, а інші уникають їх і оселяються або на слабокислих, або на нейтральних.

Більшість овочів добре почувається на нейтральних і слабокислих ґрунтах ($\text{pH} \approx 6,5$). Зростання квасолі, салату, чорної смородини утруднюється, якщо значення pH ґрунту нижче за 6,0, капусти – за 5,4, яблуні – за 5,0, картоплі – за 4,9. Та «поціновувачі» кислого й лужного середовищ усе ж трапляються поміж рослин (рис. 14.6).



Рис. 14.6. 1. Лише в кислому ґрунті кореневу систему капусти вражає патогенний гриб *Plasmidiophora brassicae*. Це підтверджує правильність тамільського прислів'я: коли струхлявіло коріння, пропаде й верхів'я. 2. Підвищимо pH і качан-красень – наш. 3. «Трояндове дерево» – рододендрон – потребує кислого ґрунту. 4. Барбарису до вподоби лужний ґрунт. 5. Забарвлення квіток гортензії залежить від умісту катіонів Гідрогену в ґрунті. Рожевими і малиновими квітки бувають за його слаболужної реакції, а синього кольору набувають, якщо ґрунт кислий. За вибіркового внесення підкислювача можна на одній рослині отримати водночас і блакитні, і рожеві квіти

Показник pH є важливою характеристикою якості води. Якщо вміст катіонів Гідрогену у воді плавального басейну підвищений, руйнуватиметься металеве обладнання. Якщо рівень pH високий – пришвидшуються ріст водоростей і утворення вапняного осаду, подразнюються слизові оболонки, знижується ефективність засобів для знезаражування води. Величезну роль відіграє показник pH у житті риб та інших мешканців водойм (*поміркуйте й поясніть чому*). Відомо, що кислотні дощі з низьким значенням pH (меншими за 5,6) знищують рослинність, живий світ водойм, руйнують пам'ятки архітектури й мистецтва, будівлі тощо. Ось чому під час дослідження якості природної та технічної води завжди визначають показник pH (рис. 14.7).



Рис. 14.7. 1. Руйнівна дія кислотних дощів на об'єкти живої (а) і неживої (б) природи. 2. Вимірювання pH у природній водоймі

ПРО ГОЛОВНЕ

- Універсальний індикатор – суміш кількох кислотно-основних індикаторів.
- Показник рН пов'язаний з концентрацією в розчині катіонів Гідрогену та гідроксид-аніонів.
- Значення показника рН водних розчинів поширених речовин зазвичай знаходяться в інтервалі від 1 до 13.
- рН нейтрального середовища дорівнює семи, $\text{pH} < 7$ – середовище кисле, $\text{pH} > 7$ – лужне.
- Приблизно оцінити рН розчинів можна за допомогою кислотно-основних індикаторів, зокрема універсального індикаторного паперу.
- У сучасних лабораторіях і в побуті для точного вимірювання рН рідин використовують електронні прилади – рН-метри.



Перевірте себе

1. Що таке універсальний індикатор? Універсальний індикаторний папір? 2. Із чим пов'язаний показник рН? 3. У якому інтервалі зазвичай знаходяться значення показника рН водних розчинів поширених речовин? 4. Яке рН нейтрального середовища? Кислого? Лужного? 5. Як можна приблизно оцінити рН розчинів? 6. Які прилади використовують у сучасних лабораторіях і в побуті для точного вимірювання рН рідин? 7. Чому важливо вміти визначати показник рН?



Застосуйте свої знання й уміння

8. Визначте характер середовища а) шавлевого соку ($\text{pH} = 3,7$); б) шлункового соку ($\text{pH} = 1,6$); в) лимонного соку ($\text{pH} = 2,3$); г) столового оцту ($\text{pH} = 3,0$); д) грейпфрутового соку ($\text{pH} = 3,2$); е) сечі ($\text{pH} = 4,8\text{--}7,5$); ж) чорної кави ($\text{pH} = 5,0$); з) жовчі ($\text{pH} = 7,8\text{--}8,6$); і) слизової рідини ($\text{pH} = 7,0$); к) слини ($\text{pH} = 7,4\text{--}8,0$); л) нашатирного спирту ($\text{pH} = 11,9$); м) вапняної води ($\text{pH} = 12,9$). У якій із цих рідин найвища концентрація катіонів Гідрогену? Яка з них найбільш лужна?

9. Визначте, яке слово – вище чи нижче – пропущено в мнемонічному правилі «Що більший уміст йонів аш, то ... пе-аш.»

10. Використайте відомості, наведені в завданні 8, і поясніть, чому після того, як людина з'їдає лимон або грейпфрут, рН її шлункового соку підвищується, хоча ці фрукти – кислі.

11. Кров має слаболужну реакцію: рН артеріальної крові становить 7,4, а венозної – 7,35. Пригадайте, чим склад венозної крові відрізняється від складу артеріальної. Висловіть припущення, який складник венозної крові є причиною більшої концентрації в ній катіонів Гідрогену порівняно з артеріальною. Обґрунтуйте свою думку.

12. Роздивіться рисунок 14.7. 1, б. Висловіть припущення, чому фрагмент мармурової колони ліворуч зруйнувався більше, ніж такий самий праворуч. Обґрунтуйте його.



Творча майстерня

13. Створіть ілюстровану схему «Водневий показник (рН) деяких поширених ...». Об'єкти виберіть на власний розсуд, наприклад харчових продуктів, шампунів, сортів мила тощо.

14. Про стан кислотно-лужної рівноваги крові можна судити за кольором кон'юнктиви (слизової оболонки в куточках очей). За нормального кислотно-лужного балансу колір кон'юнктиви – яскраво-рожевий, за кислого стану – блідо-рожевий, за лужного – темно-рожевий. Колір цей змінюється через 80 с після надходження в організм будь-яких

речовин, що змінюють рН. Розробіть разом з однокласниками й однокласницями план експериментальної перевірки цієї інформації. Виконайте дослідження, за його результатами створіть просвітницький буклет з рекомендаціями щодо правильного харчування для підтримання нормального кислотно-лужного балансу в організмі. Презентуйте свій доробок перед різними цільовими аудиторіями.



Дізнайтеся більше

<https://www.youtube.com/watch?v=maucBCvguDQ>
https://www.youtube.com/watch?v=YWBpeyEP_h8
<https://www.youtube.com/watch?v=b28BhF2SFOk>
<https://www.youtube.com/watch?v=dKPwdiE4CLg>
<https://www.youtube.com/watch?v=DFLgOCAe28U>
<https://www.youtube.com/watch?v=2hoY-TFu3oA>
https://www.youtube.com/watch?v=M2ci_B4I8-8

§ 15. Реакції обміну між електролітами в розчинах, умови їхнього перебігу. Йонно-молекулярні рівняння хімічних реакцій

Після опрацювання параграфа ви зможете:

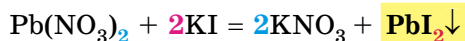
- обґрунтовувати перебіг реакцій між електролітами у водних розчинах;
- складати рівняння електролітичної дисоціації лугів, кислот, солей, рівняння реакцій обміну в повній та скороченій йонній формі;
- проводити реакції між електролітами в розчинах з урахуванням умов їхнього перебігу.

Реакції обміну між електролітами в розчинах відбуваються за участю йонів – частинок, які реально існують у розчинах солей, лугів і кислот. Такі реакції називають *йонними*, а рівняння цих реакцій – *йонними рівняннями*¹.

Уточнімо: йонними рівняннями можуть бути зображені будь-які реакції, що відбуваються за участю електролітів у розчинах. Якщо вони не супроводжуються зміною зарядів йонів (не змінюються ступені окиснення елементів), то їх називають *реакціями йонного обміну*.

Скласти йонне рівняння досить просто². Виконаймо дослід і розгляньмо послідовність складання йонного рівняння на прикладі реакції між калій йодидом і плюмбум(II) нітратом у розчині. Про її перебіг свідчить утворення яскраво-жовтого осаду плюмбум(II) йодиду (рис. 15.1).

Спочатку запишімо рівняння реакції без урахування дисоціації електролітів:



Щоб скласти рівняння цієї реакції в йонній формі, потрібно зважити на те, що електроліти в розчині дисоціюють на йони. За таблицею «Розчинність кислот, основ, амфотерних гідроксидів і солей у воді» (див. Додаток 9) визначмо, які з-поміж реагентів є сильними електролітами. Обидві розчинні солі плюмбум(II) нітрат і калій йодид у водному розчині

¹Йонні рівняння також називають йонно-молекулярними.

²Алгоритм складання йонних рівнянь реакцій наведено в Додатку 6.