

# 4. PEHAMETRIA I ROZTWORY BUFOROWE

## 1. Sporządzanie i oznaczanie pH buforu octanowego

### Zasada:

Pehametria jest analizą instrumentalną, służącą do potencjometrycznego bezpośredniego pomiaru wskaźnika stężenia jonów  $H^+$ , czyli pH. Wartość pH jest równa ujemnemu logarytmowi dziesiętnemu ze stężenia jonów wodorowych (dla rozcieńczonych roztworów) lub z aktywności jonów wodorowych (dla bardziej stężonych roztworów):

$$pH = -\log [H^+]$$

$$pH = -\log a^H$$

gdzie:

$a^H$  – aktywność jonów wodorowych.

Aparaty służące do pomiaru wartości pH, czyli pehametry mają skalę od 0 do 14, obecnie z odczytem cyfrowym. Jak wynika z definicji pH, jego wartość równa jest 0 wówczas, gdy stężenie jonów  $H^+$  wynosi 1 mol/l. Natomiast przy takim samym stężeniu, ale jonów  $OH^-$ , wartość pH wynosi 14. W pehametrze zestawiono ogniwo ze szklanej elektrody membranowej (czulej na stężenie jonów  $H^+$ ) i z elektrody odniesienia, które zanurza się w analizowanym roztworze. Jako elektrody odniesienia obecnie najczęściej używa się elektrody chlorosrebrowej w tzw. elektrodzie kombinowanej, którą stanowi jedna rurka zakończona bańką szklaną, zawierająca obie elektrody konieczne do pomiaru pH. Przed właściwym pomiarem wykonuje się tzw. nastawienie, zwane również justowaniem pehametru. W tym celu, po wypłukaniu elektrody wodą destylowaną i osuszeniu przez delikatne dotknięcie kawałkiem bibuły, elektrodę kombinowaną zanurza się w roztworze wzorcowym o znanym pH (wartość pH roztworu wzorcowego ma być bliska spodziewanej wartości mierzonej) i po włączeniu przyrządu na pomiar doprowadza się odpowiednimi przyciskami do wskazania takiej właśnie wartości. Po nastawieniu pehametru, elektrodę kombinowaną po przemyciu i osuszeniu wkłada się do analizowanego roztworu i odczytuje war-

tość pH. Przy pomiarze pH ważna jest temperatura analizowanego roztworu. Do wykonania prawidłowego pomiaru należy skompensować wpływ temperatury.

**Bufory octanowe o różnych wartościach pH:**

Nr	0,2 M CH <sub>3</sub> COOH (ml)	0,2 M CH <sub>3</sub> COONa (ml)	pH obliczone	pH oznaczone
1	18	2		
2	14	6		
3	10	10		
4	6	14		
5	2	18		

**Wykonanie:**

- Sporządzić 20 ml buforu octanowego wskazanego przez asystenta. Znając stężenia poszczególnych składników użytych do sporządzenia buforu, należy obliczyć oczekiwaną teoretyczną wartość pH sporządzanego buforu.
- Zmieszać odpowiednie objętości 0,2 M roztworu kwasu octowego CH<sub>3</sub>COOH z 0,2 M roztworem octanu sodowego CH<sub>3</sub>COONa, zgodnie z danymi zawartymi w tabeli. Przygotować pehametr do pomiaru. Zmierzyć pH wody wodociągowej. Elektrode przemyć wodą destylowaną, osuszyć bibułą. Przygotować pehametr do pomiaru. Zmierzyć pH sporządzonego buforu na pehametrze.
- Sporządzony roztwór buforu octanowego zachować do następnego ćwiczenia.

## 2. Sporządzanie i oznaczanie pH buforu węglanowego

**Zasada:**

Zasada postępowania jest taka sama, jaką przedstawiono przy buforze octanowym. W tabeli podano objętości obu składników buforu, które należy połączyć w celu otrzymania roztworu o wskazanym pH.

**Bufory węglanowe o różnych wartościach pH:**

Nr	0,2 M Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (ml)	0,2 M NaHCO <sub>3</sub> (ml)	pH obliczone	pH oznaczone
1	2	18		
2	6	14		
3	10	10		
4	14	6		

5	18	2		
---	----	---	--	--

**Wykonanie:**

- Sporządzić 20 ml buforu węglanowego wskazanego przez asystenta. Znając stężenia poszczególnych składników roztworu buforowego, obliczyć oczekiwaną wartość pH sporządzonego buforu.
- Zmieszać właściwe objętości 0,2 M roztworu węglanu sodu  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  z 0,2 M roztworem wodorowęglanu sodu  $\text{NaHCO}_3$ , zgodnie z danymi zamieszczonymi w tabeli.
- Przygotować pehametr do pomiaru.
- Zmierzyć pH sporządzonego buforu na pehametrze.
- Sporządzony roztwór buforu węglanowego pozostawić do następnego ćwiczenia.

### **3. Wpływ rozcieńczenia na pH roztworu buforowego**

**Zasada:**

Rozcieńczenie roztworów buforowych zasadniczo nie wpływa na ich wartości pH, ponieważ zachowany jest stosunek stężeń składników każdego buforu. Zmienia jednak siłę jonową oraz pojemność buforową. Zmiana aktywności poszczególnych jonów w roztworze wpływa na pH, szczególnie w przypadku buforów opartych na solach kwasów wieloprotonowych, np. w buforze fosforanowym.

**Wykonanie:**

- Odmierzyć do 2 zlewek po 10 ml każdego ze sporządzonych buforów: octanowego i węglanowego.
- Każdy bufor rozcieńczyć dwukrotnie wodą destylowaną do 20 ml.
- Przygotować pehametr do pomiaru.
- Zmierzyć pH rozcieńczonych buforów i porównać z wartością pH przed rozcieńczeniem oraz z wynikami obliczonymi teoretycznie. Rozcieńczone bufony zachować do następnego ćwiczenia.

### **4. Określanie pojemności buforowej**

### Zasada:

**Pojemność buforowa ( $\beta$ )** jest wielkością charakteryzującą zdolność buforowania przez dany roztwór, czyli przeciwstawiania się zmianom pH po dodaniu do roztworu mocnego kwasu lub zasady. Miarą pojemności buforowej jest stosunek liczby dodanych moli jonów  $H^+$  lub  $OH^-$  do zmiany pH w przeliczeniu na 1 litr roztworu buforowego:

$$\beta = \frac{dC \text{ (mol/l)}}{\Delta pH}$$

gdzie:

$dC$  – stężenie dodanego mocnego kwasu lub mocnej zasady (mol/l), które spowodowało zmianę pH roztworu buforowego;

$\Delta pH$  – zmiana wartości pH roztworu buforowego.

Pojemność buforowa przyjmuje tym większą wartość, im większe jest stężenie buforu, natomiast maleje wraz z rozcieńczaniem buforu. Bufory o tym samym stężeniu mają największą pojemność wówczas, gdy stosunek ich składników, sprzężonej pary kwas-zasada, jest równy jedności.

### Wykonanie:

- Rozcieńczony bufor octanowy podzielić na dwie części po 10 ml, po czym do jednej części dodać 1 ml 0,1 M roztworu NaOH, a do drugiej 1 ml 0,1 M roztworu HCl.
- Do 10 ml nierozcieńczonego buforu octanowego dodać 1 ml 0,1 M roztworu NaOH lub 1 ml 0,1 M roztworu HCl, według wskazań asystenta.  
Przygotować pehametr do pomiaru.  
Zmierzyć pH buforów (a) i (b) na pehametrze.
- Rozcieńczony bufor węglanowy podzielić na dwie części po 10 ml, po czym do jednej części dodać 1 ml 0,1 M roztworu NaOH, a do drugiej 1 ml 0,1 M roztworu HCl.
- Do 10 ml nierozcieńczonego buforu węglanowego dodać 1 ml 0,1 M roztworu NaOH lub 1 ml 0,1 M roztworu HCl, według wskazań asystenta.  
Przygotować pehametr do pomiaru.  
Zmierzyć pH buforów (c) i (d) na pehametrze.
- Określić pojemności buforowe (wszystkich buforów) na podstawie otrzymanych wyników doświadczalnych.
- Obliczyć teoretyczną zmianę pH po dodaniu do buforów o znanym stężeniu po 1 ml 0,1 M NaOH lub 0,1 M HCl i obliczyć teoretyczne pojemności buforowe analizowanych roztworów buforowych.

**ODCZYNNIKI**

0,2 M CH<sub>3</sub>COOH, 0,2 M CH<sub>3</sub>COONa, 0,2 M Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 0,2 M NaHCO<sub>3</sub>, 0,1 M NaOH, 0,1 M HCl.

**NOTATKI**