**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ОБЩАЯ ФАРМАКОПЕЙНАЯ СТАТЬЯ**

|  |
| --- |
|  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Электропроводность** |  | **ОФС.1.2.1.0020** |
|  |  | **Взамен ОФС.1.2.1.0020.15** |

|  |
| --- |
|  |

Электропроводностью называют способность тела (среды) пропускать электрический ток под воздействием электрического поля. Ток, текущий через проводник, прямо пропорционален приложенной электродвижущей силе и обратно пропорционален сопротивлению проводника:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$I=\frac{U}{R} ,$$ |  |
| где | *I* | – | сила тока; |
|  | *U* | – | электродвижущая сила; |
|  | *R* | – | сопротивление проводника. |

Электропроводность по определению является величиной, обратной сопротивлению. Единицей сопротивления в международной системе СИ является Ом. Единицей электропроводности в международной системе СИ является См (сименс). Удельная электрическая проводимость (удельная электропроводность) выражается в См/м, См/см или в мкСм/см.

Удельная электропроводность раствора обеспечивается движением присутствующих в нём ионов, а её величина определяется суммой произведения молярной электропроводности ионов на их концентрацию:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | $$ᴋ=1000∙\sum\_{i}^{все ионы}C\_{i}∙λ\_{i} ,$$ |  |
| где | $$ᴋ$$ | – | удельная электропроводность, См/см; |
|  | $$C\_{i}$$ | – | концентрация ионов, моль/л; |
|  | $$λ\_{i}$$ | – | молярная электропроводность ионов, См·см2/моль. |

Из этого уравнения следует, что удельная электропроводность не является ионно-селективной, поскольку вызвана всеми ионами. Кроме того, удельная молярная проводимость каждого иона различна. В результате, если неизвестно соотношение ионов в растворе, нельзя определить точные концентрации ионов на основе измерений проводимости. Однако для таких случаев, как раствор одной соли, кислоты или основания, точная концентрация может быть определена напрямую из удельной электропроводности.

Ионная проводимость увеличивается с увеличением температуры жидкости. Поэтому при измерениях удельной электропроводности необходима температурная компенсация.

Удельная электропроводность прямо пропорциональна расстоянию между задающими напряжение электродами и обратно пропорциональна площади этих электродов:

$$ᴋ=G∙\frac{d}{A}=G∙K ,$$

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где | $$ᴋ$$ | *–* | удельная электропроводность, См/см; |
|  | $$G$$ | *–* | электропроводность, См; |
|  | $$d$$ | *–* | расстояние между электродами, см; |
|  | *А* | *–* | площадь электродов, см2; |
|  | $$K$$ | *–* | постоянная ячейки, см–1. |

Оборудование и методика, описанные ниже, применимы для измерения удельной электропроводности, превышающей 10 мкСм·см−1. Определение электропроводности воды проводят как описано в соответствующих фармакопейных статьях.

**Оборудование**

Прибор, предназначенный для измерения удельной электропроводности растворов, называется кондуктометром. Он состоит из кондуктометрической ячейки и измерительного блока.

Кондуктометрическая ячейка состоит из двух электродов, обычно платиновых, с площадью каждого *А*, расположенных напротив друг друга на расстоянии $d$. Оба электрода обычно впаяны в стеклянную трубку.

Измерительный блок состоит из источника переменного напряжения и прибора для измерения электропроводности. Измерение электропроводности проводят при переменном токе, чтобы избежать поляризации электродов и электролиза.

Прибор снабжают термометром и температурным компенсатором, так как электропроводность растворов зависит от температуры. Измерения обычно проводят при температуре 20 °С, если не указано иначе. В таблице приведены значения электропроводности и сопротивления растворов калия хлорида при 20 °С.

Таблица1 **–** Удельнаяэлектропроводность и сопротивление растворов калия хлорида при 20 °С

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Концентрация калия хлорида, г/1000 г** | **Удельная электропроводность, мкСм·см–1** | **Удельное сопротивление,****Ом·см** |
| 0,7455 | 1330 | 752 |
| 0,0746 | 133,0 | 7519 |
| 0,0149 | 26,6 | 37594 |

Точность измерений электропроводности должна быть не хуже ±5 %.

**Методика**

***1. Определение постоянной ячейки***

Кондуктометрическую ячейку выбирают таким образом, чтобы она соответствовала электропроводности испытуемого раствора. Чем больше ожидаемая электропроводность, тем более высокое значение постоянной ячейки должно быть выбрано (низкое сопротивление). Обычно используемые ячейки электропроводности имеют константы порядка 0,1, 1 и 10 см–1. Для определения постоянной ячейки используют сертифицированные стандартные растворы (например, раствор калия хлорида), которые готовят в воде, свободной от диоксида углерода. Для ячеек, имеющих постоянную около 0,1 см–1, могут использоваться другие сертифицированные стандарты.

Кондуктометрическую ячейку 3 раза промывают водой, свободной от диоксида углерода, и 3 раза стандартным раствором, используемым для определения постоянной ячейки. Заполняют ячейку стандартным раствором. Измерение сопротивления ячейки проводят при температуре 20 °С. Постоянная ячейки *K* (в см–1) определяется уравнением:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *K* = *R*ст∙ ᴋст, |  |
| где | *R*ст | – | измеренное сопротивление стандартного раствора, мегаОм (МОм); |
|  | ᴋст | – | удельная электропроводность стандартного раствора, мкСм∙см–1. |

Измеренное значение константы *K* кондуктометрической ячейки не должно отличаться от указанного значения более чем на 5 %.

Если определение постоянной ячейки проводят при температуре, которая отличается от 20 °С, исправленное значение электропроводности для этой температуры вычисляют по уравнению:

*K*T= *K* 20°*С* ∙[1 + *α*·(*T – 20*)],

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где | *K*T | – | удельная электропроводность стандартного раствора при температуре T; |
|  | *K* 20°*С* | – | удельная электропроводность стандартного раствора при 20 °С; |
|  | *T* | – | температура, установленная при калибровке в соответствии с фармакопейной статьёй, °С; |
|  | *α* | – | температурный коэффициент для электропроводности стандартного раствора (для калия хлорида *α* = 0,021). |

***2. Проверка пригодности аппаратуры***

Для проверки пригодности аппаратуры используют стандартный раствор KCl, соответствующий ожидаемой проводимости раствора образца. Кондуктометрическую ячейку 3 раза промывают дистиллированной водой и затем 3 раза выбранным стандартным раствором. Заполняют ячейку стандартным раствором. Термостатируют измерительную систему на уровне 20 °C и измеряют проводимость стандартного раствора.

При многократном повторении измерения средняя проводимость должна соответствовать значению, приведённому в табл. 1, в пределах 5 %, относительное стандартное отклонение не должно превышать 2 %.

***3.******Определение электропроводности испытуемого раствора***

Кондуктометрическую ячейку промывают водой, свободной от углерода диоксида, до тех пор, пока электропроводность смывной воды не будет по крайней мере в 20 раз меньше ожидаемой электропроводности исследуемого раствора. Затем ячейку 2 раза промывают испытуемым раствором и заполняют им. Термостатируют измерительную систему на уровне 20 °C, если не указано иначе, и измеряют сопротивление *R* или электропроводность *G* испытуемого раствора.

Рассчитывают удельную электропроводность испытуемого раствора (ᴋисп) согласно формуле:

$$ᴋ\_{исп}=K∙G\_{исп}=\frac{K}{R\_{исп}} ,$$

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| где | *K* | *–* | постоянная ячейки, см-1; |
|  | $$G\_{исп}$$ | *–* | электропроводность испытуемого раствора, См; |
|  | *R* | *–* | сопротивление испытуемого раствора, Ом·см. |