الوحدة رقم 4: تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن. (8 سا.د + 4 أ. م)		
مؤشرات الكفاءة	أمثلة عن النشاطات	المحتوى المفاهيمي
- يقيس pH محلول لتعيين طبيعته(حمضي أو أساسي أو معتدل). - يميز بين الأحماض الضعيفة و القوية وبين الأسس الضعيفة والقوية. - يكتب معادلة التفاعل الكيميائي المنمذج لتحول كيميائي بين حمض وأساس. - يحسب التقدم الأعظمي لتفاعل كيميائي بدلالة تركيز وpH محلول حمضي. - يستعمل التقدم النهائي ويقارنه مع التقدم الأعظمي ليبرر التوازن الكيميائي. - يستعمل ثابتي الحموضة K_a و pK_a لمقارنة بعض الثنائيات أساس/حمض. - يوظف المنحنى pH=f(V) لتعيين تركيز محلول.	- استعمال pH متر وورق الـpH لقياس pH المحاليل الحمضية والأساسية والمعتدلة المستعملة في الحياة اليومية. ***إنجاز تجارب(ع.م.)** - مقارنة الناقلية الكهربائية و/أو الـ pH لـ : . محلول حمض كلور الماء ومحلول حمض الإيثانويك لهما التركيز نفسه. .محلول الصود ومحلول النشادر لهما التركيز نفسه. ***إنجاز تجارب(ع م):** .تأثير حمض الإيثانويك على الماء، قياس pH المحلول. .تأثير محلول حمض كلور الماء على محلول إيثانوات الصوديوم. . تأثير شوارد Fe^{2+} على شوارد Ag^{+} . . تأثير طبيعة المتفاعلات و تراكيزها على حالة التوازن الكيميائي. *** إنجاز تجربة(ع م).** . معايرة pH مترية لمحلول مستعمل في الحياة اليومية (الخل مثلا).	**1- pH محلول مائي:** - تعريفه - قياسه **2- تأثير حمض وأساس على الماء:** - حمض قوي وحمض ضعيف. - أساس قوي وأساس ضعيف. - مثال من الحياة اليومية. **3- تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن:** - مقارنة التقدم النهائي والتقدم الأعظمي: * النسبة النهائية τ_f للتقدم * مفهوم حالة التوازن. * معادلة التفاعل المنمذج لتحول كيميائي غير تام. * كسر التفاعل Q_r. * ثابت التوازن K * تأثير الحالة الابتدائية للجملة على حالة التوازن. **4- التحولات (حمض-أساس)** -التشرد الذاتي للماء. -سلم الـpH -ثابتا الحموضة K_a و pK_a - مجال التغلب: . تطبيق على الكواشف الملونة: مجال التغير اللوني. - المعايرة ال pH مترية.

توجيهات:

لمقارنة تأثير الحمض القوي والحمض الضعيف في الماء، نستعمل طريقتي قياس الـ pH والناقلية بينما نكتفي باستعمال قياس الـ pH في دراسة تأثير الأساس القوي والأساس الضعيف في الماء لأن مفهوم ثابت تشرد الماء لم يرد بعد (يأتي في الفقرة الموالية) .

نبين بعد تعريف pH المحاليل وتعيين طرق قياسه، أنه من أجل تحول كيميائي معطى (مثال: تفاعل حمض أو أساس مع الماء)، يكون التقدم النهائي x_f مختلفا عن التقدم الأعظمي x_{max}. نميز حينئذ التفاعل بنسبة التقدم النهائي $\tau_f = x_f/x_{max}$:

- إذا كانت : $x_f \simeq x_{max}$ ($x_f \simeq 99\% x_{max}$) ، يعتبر التحول الكيميائي تاما.

- إدا كانت: $x_f < x_{max}$ ، يعتبر التحول جزئيا (غير تام) وتبلغ الجملة حالة توازن. يفسّر التوازن بحدوث تفاعلين كيميائيين متزامنين ومتعاكسين.

نكتب المعادلة بالشكل:

$$aA+bB \rightleftharpoons cC+dD$$

تعرف حالة الجملة الكيميائية خلال تطورها في اللحظة t بالمقدار $Qr = \frac{[C]^c.[D]^d}{[A]^a.[B]^b}$ المسمى كسر التفاعل.
ونسمي ثابت التوازن (الذي يرمز له بـ K) القيمة التي يأخذها Q_r عند بلوغ الجملة حالة التوازن.
إن الثابت K المرفق لتفاعل معين، يميز حالة الجملة عند التوازن ، ولا يتعلق إلا بدرجة الحرارة، أما الكسر Q_r، فهو مقدار يميز حالة جملة كيميائية في لحظة ما، بحيث:

- إذا كان: $Q_r = K$, تكون الجملة في حالة توازن.
- إذا كان $Q_r \neq K$ ،فإن الجملة في تطور نحو حالة التوازن وهذا يعني أن Q_r يؤول إلى K.

نشير إلى أن التوازن يبقى حركيا ، على المستوى المجهري (أي سرعة اختفاء متفاعل في جهة تساوي سرعة ظهوره في الجهة المعاكسة)، في حين أن حالة الجملة على المستوى العياني لا تتطور.
لمقارنة الثنائيات حمض-أساس التي يرمز لها بـ أساس/حمض ، نعرّف ثابت الحموضة Ka للثنائية أساس/حمض وكذلك الـ pKa الموافق ونستعملهما لدراسة مجالات تغلب كل من الشكلين الحمضي والأساسي للثنائية. نأخذ كتطبيق مثال ثنائية أساس/حمض في عائلة الكواشف الملونة (للدلالة على التغير اللوني).
في حالة المعايرة الـpH مترية، نستغل من جديد ظاهرة التكافؤ المدروسة في السنة الثانية ونتحقق من استعمال الكاشف الملون المناسب وذلك في حالة غياب مقياس الـpH . كما نوظف المنحنى pH= f(V) ، في حالة الأحماض أو الأسس الضعيفة لمناقشة الصفة الغالبة (حمضية أو أساسية) خلال عملية المعايرة.

ملاحظة: في غياب اتفاق عالمي على مستوى IUPAC، لكتابة معادلة التفاعل الكيميائي، نستعمل الرمز = الذي يعبّر عن انحفاظ الشحنة والذرات ولا يعطي اتجاه تطور الجملة الكيميائية.