دليل المعلم

التعادل

45 دقيقة — عمل فردي في بداية الحصة، ثم مجموعات من 3 إلى 4 طلاب أثناء النشاط العملي والتحدي

نواتج التعلم

- يعرّف الطالب تفاعل التعادل ويكتب معادلته العامة بصورة رمزية موزونة
- يفسر الطالب سبب كون تفاعل التعادل طاردًا للحرارة
- يصف الطالب خطوات عملية المعايرة الحمضية القاعدية وأدواتها
- يحسب الطالب تركيز محلول حمضي أو قاعدي مجهول باستخدام بيانات المعايرة
- يربط الطالب بين مفهوم التعادل وتطبيقاته في الحياة اليومية والبيئة

قبل الحصة

- تحضير محاليل الخل المخفف ومحلول NaOH 0.1 مول/لتر مسبقًا
- تجهيز أدوات المعايرة والتأكد من نظافتها وسلامتها
- تجهيز عرض الشرائح والأمثلة الحسابية على السبورة
- توفير نظارات وقفازات واقية لعدد الطلاب

سير الحصة

المرحلة	الزمن	ما يحدث
التهيئة وطرح السؤال المثير	5 د	طرح سؤال الجير على التربة وتسجيل توقعات الطلاب
شرح مفهوم التعادل ومعادلته	8 د	تقديم التعريف ومعادلة التعادل العامة مع مثال HCl وNaOH
شرح المعايرة وقانونها الحسابي	12 د	عرض أدوات المعايرة ونقطة التكافؤ ونقطة النهاية وحل مثالين حسابيين على السبورة
تنفيذ النشاط العملي المصغر	12 د	تنفيذ معايرة الخل في مجموعات صغيرة مع تسجيل القراءات وحساب التركيز
التقويم والختام	8 د	حل أسئلة سريعة من ورقة العمل ومناقشة التطبيقات الحياتية وتلخيص الدرس

التجربة: معايرة الخل لتحديد تركيز حمض الأسيتيك

الأدوات: خل أبيض منزلي مخفف بالماء المقطر · محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH بتركيز 0.1 مول/لتر محضّر مسبقًا من المعلم · سحاحة وحامل سحاحة · ماصة مدرجة أو كأس قياس صغير · كأس مخروطي (دورق إرلنماير) · كاشف الفينولفثالين · قمع صغير وورقة بيضاء توضع تحت الدورق

1. يرتدي الطلاب النظارات الواقية والقفازات قبل البدء
2. تملأ السحاحة بمحلول NaOH 0.1 مول/لتر حتى علامة الصفر
3. يقاس 20 مل من الخل المخفف بالماصة وتوضع في الدورق المخروطي
4. تضاف 2 إلى 3 قطرات من كاشف الفينولفثالين إلى الخل في الدورق
5. يضاف محلول NaOH من السحاحة تدريجيًا مع التحريك المستمر للدورق

6. يتوقف الإضافة عند ظهور لون وردي فاتح يستمر 30 ثانية دون زوال
7. يسجل حجم NaOH المستهلك من قراءة السحاحة قبل وبعد التجربة
8. يحسب الطلاب تركيز حمض الأسيتيك في الخل باستخدام M1V1=M2V2

السلامة: ارتداء النظارات الواقية والقفازات طوال التجربة · عدم تذوق أي من المحاليل المستخدمة · التعامل بحذر مع محلول NaOH لأنه مادة كاوية ومهيّجة للجلد والعين · غسل أي جزء من الجسم تلامس مع المحلول بالماء فورًا وإبلاغ المعلم · العمل في مكان جيد التهوية وتنظيف الأدوات بعد الانتهاء

النتيجة المتوقعة: يتغير لون المحلول في الدورق من عديم اللون إلى وردي فاتح ثابت عند نقطة النهاية، وهذا يشير إلى اكتمال تفاعل التعادل بين حمض الأسيتيك في الخل وهيدروكسيد الصوديوم؛ وباستخدام حجم القاعدة المستهلك وتركيزها المعلوم يحسب الطلاب تركيز الحمض في عينة الخل تطبيقًا مباشرًا لقانون المعايرة

دعم المتعثرين: للطلاب المتعثرين: تبسيط قانون المعايرة بصورة بصرية (موازين متعادلة) وتقديم أمثلة حسابية مدرجة الصعوبة خطوة بخطوة مع إعادة شرح وحدة مول/لتر

إثراء المتميزين: للطلاب المتميزين: تكليفهم بحساب تركيز حمض أو قاعدة ثنائي التكافؤ مع مراعاة معامل الاتزان، أو تصميم تجربة معايرة عكسية لتحديد تركيز قاعدة مجهولة

التقويم: ملاحظة أداء الطلاب أثناء تنفيذ المعايرة العملية، ومراجعة إجابات ورقة العمل والاختبار القصير، وتقييم نتائج تحدي STEAM باستخدام سلم التقدير المرفق