

إجابات الاستقصاءات العملية

استقصاء عملي ٤-١: تحديد أربعة مركبات عضوية مجهولة

المقدمة

يتكوّن الاستقصاء من جزأين، ويتضمن اختبارات مختلفة ستسمح بتحديد أربعة مركبات عضوية ينبغي تأمينها:

P: بروبانون CH_3COCH_3

Q: حمض الإيثانويك CH_3COOH

R: الميثانال (الفورمالدهيد) HCHO

S: الإيثانول $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

يتم إخبار الطلبة أن كل مركب يحتوي على ثلاث ذرات كربون وأن Q و S يحتويان على مجموعة هيدروكسيل.

المدة

سيستغرق هذا الاستقصاء العملي حصتين تقريباً

التحضير للاستقصاء

- يجب على الطلبة إكمال الجزء ١ عن المركبين Q و S والجزء ٢ عن المركبين P و R.
- يمكنك أن تقرر تقديم عرض لتوضيح بعض الإجراءات الأخرى قبل أن يكملها الطلبة.
- إذا كان الحصول على أي من مركبات الاختبارات المقترحة محدوداً أو لم يكن لديك كميات كافية، فيمكنك استخدام مركبات أخرى تعطي نتائج إيجابية في الاختبارات نفسها. على سبيل المثال، يمكن استبدال 2 - بروبانول بالإيثانول لأنه يخضع للأسترة مع حمض الإيثانويك النقي (الجليدي) وسيعطي نتيجة إيجابية في اختبار اليودوفورم.
- يجب أن يكون الطلبة على معرفة بتفاعلات المجموعات الوظيفية قبل أن يقوموا بالاستقصاء العملي.

الجزء ١: استقصاء المركبات التي تحتوي مجموعة هيدروكسيل

ستحتاج إلى

المواد والأدوات:	
• كربونات الصوديوم الهيدروجينية	• أنابيب اختبار عدد 6
• محلول كربونات الصوديوم 0.1 mol/L	• حامل أنابيب الاختبار
• محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 2.00 mol/L	• موقد بنزن وحصيرة عازلة للحرارة
• محلول ماء الجير	• أعواد ثقاب
• قنينة غسيل	• ملعقة كيمائيات
• ماء مقطر	• صحن تبخير عدد 2
• حمض الكبريتيك المركز تركيزه 1 mol/L أو 2	• قطارات زجاجية مدرجة
• زجاجة بقطارة لحمض الكبريتيك	• كأس زجاجية سعة 250 mL
• محلول اليود	• عينة من كل من المركبين المجهولين
	S و Q

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- يجب على الطلبة ارتداء نظارات واقية للعينين أثناء إجراء التجربة.
- يُعدّ ماء الجير مادة قلووية ويجب التعامل معه على أنه مادة أكالة.
- يُعدّ محلول هيدروكسيد الصوديوم مادة أكالة.
- تُعدّ المركبات العضوية قابلة للاشتعال ويجب إبعادها عن أي مصدر لهب.
- يجب أيضاً اعتبار المركبات العضوية ضارة. إذا أمكن، يجب ارتداء القفازات البلاستيكية لتقليل التلامس. لا تتنشق (أو تستنشق) الأبخرة.
- يُعدّ حمض الكبريتيك المركز مادة أكالة، فقم دائماً بإضافة الحمض إلى الماء، وليس العكس. وفي حال لامس الحمض جلدك، فاغسله على الفور باستخدام كميات وافرة من الماء البارد.
- ينبغي توفير الماء الساخن بوساطة غلاية.
- تُعدّ المادة الناتجة من التفاعل في الجزء ١-ب مادة مهيجة جداً للعيون. عند الانتهاء من تسجيل ملاحظتك، اغسل مخلوط التفاعل في الحوض مع الكثير من الماء.
- يسبّب محلول اليود بقعاً جلدية، لذا تعامل معه بحذر.

الجزء ١ أ: اختبار مجموعة الكربوكسيل -COOH

نتائج العينة

راجع الجدول أدناه.

المركب غير المعروف	الملاحظات
Q	عند إضافة كربونات الصوديوم الهيدروجينية إلى المحلول المائي من Q، يحدث فوران ويحوّل الغاز المتكوّن ماء الجير الصافي إلى عكر.
S	لا يوجد تفاعل

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام نتائج العينة)

١. يحتوي المركب Q على مجموعة الكربوكسيل (-COOH).
٢. يتفاعل المركب Q مع كربونات الصوديوم الهيدروجينية لينتج غاز ثاني أكسيد الكربون. يُعدّ هذا التفاعل تفاعلاً نموذجياً للمحلول المائي لحمض كربوكسيلي.
٣. المركب هو حمض الإيثانويك (CH₃COOH). معادلة التفاعل هي الآتية:



الجزء ١ ب: تفاعل اليودوفورم: اختبار المجموعة -CH₂OH

نتائج العينة

يتكوّن راسب أصفر ببطء.

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام نتائج العينة)

المركب هو الإيثانول، وذلك لأنه أعطى نتيجة إيجابية في اختبار اليودوفورم، لأنه يحتوي على مجموعة $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})-$.

الجزء ٢: تحديد المركبات التي تحتوي على مجموعة كربونيل

ستحتاج إلى

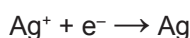
المواد والأدوات:	
• قنطرة زجاجية مدرجة عدد 3	• محلول نترات الفضة تركيزه 0.10 mol/L
• قلم حبر ثابت	• محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 2.0 mol/L
• أنبوبة اختبار نظيفة لاختبار تولن عدد 2	• محلول أمونيا تمّ تحضيره حديثاً تركيزه 2 mol/L
• كأس زجاجية سعة 250 mL	• ماء ساخن أو غلاية

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- يجب على الطلبة ارتداء نظارات واقية للعينين أثناء إجراء التجربة.

التحضير للاستقصاء

- من المستحسن إجراء اختبار كاشف تولن باستخدام أنبوبة اختبار جديدة. وإذا لم تتوافر أنبوبة جديدة، فيجب غسل أنابيب الاختبار القديمة جيداً بالماء المقطر، وشطفها بالبروبانول ثم تجفيفها.
- فإذا تمّ إجراء هذا الاختبار بعناية، فستكوّن مرآة جميلة من الفضة على السطح الداخلي للأنبوبة.
- تُعدّ معادلة أكسدة الألدهيدات باستخدام كاشف تولن مبسطة إلى حد ما ولا تُوضح ما يحدث بالفعل. تتمثل الطريقة البديلة في شرح كيفية اختزال أيونات الفضة للطلبة الأكثر قدرة عن طريق قبول إلكترونات من الألدهيد.



- يمكن أيضاً تكليف الطلبة رسم مفتاح رموز يساعدهم في تنظيم أفكارهم فيما يتعلق بالتفاعلات المختلفة للمجموعات الوظيفية.

الجزء ٢ أ: التفاعل مع كاشف تولن

نتائج العينة

• P = لا يحدث تفاعل

• R = يتكوّن راسب أسود أو مرآة من الفضة

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام نتائج العينة)

١. يحتوي كلا المركبين على ثلاث ذرات كربون. يجب أن يكون P كيتون لأنه لا يعطي مرآة من الفضة مع كاشف تولن، ويجب أن يكون P بروبانون (CH_3COCH_3). R هو ألدهيد لأنه يعطي مرآة من الفضة مع كاشف تولن، لذا يجب أن يكون R بروبانال ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$).

٢. P = بروبانون CH_3COCH_3

Q: حمض الإيثانويك CH_3COOH

R: الميثانال (الفورمالدهيد) HCHO

S: الإيثانول $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

مهارات عملية ٤-١: كشف وجود مجموعة ألدهيد باستخدام كاشف تولن

احتياطات الأمان والسلامة

ارتد نظارات واقية للعينين في جميع مراحل الاستقصاء.

يتفكك كاشف تولن (نترات الفضة الأمونية) مع مرور الزمن ليكون مواد ناتجة متفجرة.

يجب تحضير هذا الكاشف مباشرة قبل استخدامه. يكون تفاعل كاشف تولن مع المركبات العضوية أيضاً مادة ناتجة متفجرة (AgONC) مع مرور الزمن. يجب شطف جميع المواد الكيميائية المستخدمة بفائض كبير من الماء لتصرفها في مصرف المياه الملوثة بمجرد انتهاء التجربة.

يُعدّ محلول نترات الفضة بتركيز 0.1 mol/L منخفض الخطورة، لكنه يترك بقعاً على الجلد والملابس.

يُعدّ محلول هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 0.4 mol/L مادة مهيجة.

تُعدّ البروبانال والبروبانون والإيثانول مواد سريعة الاشتعال، لذا يجب الابتعاد عن أي مصدر لهب أو مصادر إشعال أخرى عند إجراء التجربة؛ كما أنها تُعدّ مواد ضارة وقد تسبب تهيجاً في العينين والرتتين.

المواد والأدوات (لكل مجموعة من الطلبة)

- محلول نترات الفضة تركيزه 0.1 mol/L
- ميزان حرارة
- محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 0.4 mol/L
- قطارة عدد 5
- محلول أمونيا تركيزه 1 mol/L
- أنبوبة اختبار عدد 3 مع سدادات وملصقات
- بروبانال
- حامل أنابيب الاختبار
- بروبانون
- مصدر للماء الساخن
- إيثانول
- نظارات واقية للعينين
- كأس زجاجية سعة 500 mL

الطريقة

1. خذ ثلاث أنابيب اختبار وأضف محلول نترات الفضة بتركيز 0.1 mol/L بارتفاع 2 cm في كل منها، ثم أضف قطرة من محلول هيدروكسيد الصوديوم في كل أنبوبة.
2. أضف محلول أمونيا بتركيز 1 mol/L قطرة قطرة في كل أنبوبة من أنابيب الاختبار التي تحتوي على نترات الفضة. في البداية سوف ترى تكوّن راسب من هيدروكسيد الفضة، ولكن كلما أضفت المزيد من محلول الأمونيا، سيذوب هذا الراسب. توقف عن إضافة محلول الأمونيا عندما يذوب الراسب تمامًا. يسمّى المحلول الناتج في كل من هذه الأنابيب الثلاث كاشف تولن.
3. تأكد من عدم وجود أي مصدر لهب في المختبر، ثم أضف ثلاث قطرات من البروبانال إلى الأنبوبة الأولى، وثلاث قطرات من البروبانول إلى الأنبوبة الثانية، وثلاث قطرات من الإيثانول إلى الأنبوبة الثالثة. بعد الانتهاء أقلل الأنابيب بالسدادات وعنونها، ثم ضع الأنابيب الثلاث المعنونة في حمام ماء دافئ (60 °C).
4. راقب الأنابيب الثلاث: يجب أن يصبح راسب فلز الفضة مرئيًا في إحدى الأنابيب. إذا يجري الاستقصاء بطريقة دقيقة، فستكوّن طبقة رقيقة أو "مرآة من الفضة" داخل الأنبوبة. لهذا السبب يسمّى هذا الاختبار غالبًا "اختبار مرآة الفضة".
5. قم بتخفيف محتويات الأنابيب الثلاث بماء الصنبور ثم اسكبها في الحوض، واترك الماء جاريًا لمدة دقيقتين بعد ذلك.
6. اكتب وصفًا مفصلاً لهذا النشاط العملي وحدد المجموعة الوظيفية التي تعطي نتيجة إيجابية في الاختبار، واكتب المعادلة الرمزية الموزونة للتفاعل الذي حدث. يُعدّ هذا تفاعل أكسدة-اختزال، فحدد أي مادة قد تأكسدت وأي مادة قد اختزلت.

عرض توضيحي ٤-٢: تحضير الإسترات

احتياطات الأمان والسلامة

- ارتد نظارات واقية للعينين في جميع مراحل الاستقصاء.
- يُعدّ حمض الكبريتيك المركز مادة أكالة ويمكن أن يسبب حروقًا شديدة، فارتد القفازات والنظارات الواقية للعينين عند استخدامه.
- يُعدّ حمض الإيثانويك النقي (الجليدي) مادة أكالة وقابلة للاشتعال ويمكن أن يسبب حروقًا وتقرحات.
- تُعدّ المركبات العضوية جميعها قابلة للاشتعال ويجب إيقاف تشغيل مواقد بنزن جميعها أثناء تسخين مخاليط التفاعل في الأحواض المائية.

المواد والأدوات (لكل مجموعة من الطلبة)

- حمض الإيثانويك النقي (الجليدي)
- الإيثانول
- 1 - بروبانول
- 1 - بيوتانول
- قطارة مدرجة عدد 6
- أنبوبة اختبار عدد 3
- كأس زجاجية سعة 250 mL
- منشفة ورقية مطوية أو حامل أنابيب الاختبار

- محلول مشبع من كربونات الصوديوم
- حمض الكبريتيك المركز
- أحجار منع الاهتزاز (ضبط الغليان)
- حوض تبخير
- مصدر للماء المغلي
- قفازات للاستعمال لمرة واحدة
- نظارات واقية للعينين

الطريقة

1. أضيف نحو 50 mL من المحلول المشبع من كربونات الصوديوم إلى حوض التبخير.
2. باستخدام قطارات مدرجة، أضيف 2 mL من حمض الإيثانويك النقي (الجليدي) إلى أنبوبة اختبار، ثم 2 mL من الإيثانول وبعد ذلك أضيف ثلاثاً إلى أربع قطرات من حمض الكبريتيك المركز.
3. أضيف قليلاً من رقائق منع الاهتزاز.
4. املاً الكاس الزجاجية سعة 250 mL بالماء المغلي حتى النصف.
5. ضع أنبوبة الاختبار التي تحتوي على مخلوط الحمض والكحول في الحمام المائي واتركه حتى يبدأ بالغليان.
6. أخرج أنبوبة الاختبار بعناية من خلال إمساكها بمنشفة ورقية مطوية أو ضعها على حامل أنابيب الاختبار.
7. قم بتبريد أنبوبة الاختبار عبر وضعها في ماء بارد، ثم أضيف هذا المخلوط إلى محلول كربونات الصوديوم، وراقب الرائحة وسطح السائل.
8. كرر الخطوات من 2 إلى 7 باستخدام 1 - بروبانول ثم 1 - بيوتانول.
9. اكتب وصفاً مفصلاً لهذا النشاط العملي. رتب ملاحظتك وتعليقاتك حول كيمياء ومعادلات هذه التفاعلات.

مهارات عملية ٤-٣ (عرض توضيحي): أكسدة كحول أولي إلى ألدهيد أو إلى حمض كربوكسيلي

احتياطات الأمان والسلامة

- ارتد نظارات واقية للعينين في جميع مراحل الاستقصاء. يجب أن يجري المعلم هذه التجربة كعرض إيضاحي.
- يُعدّ حمض الكبريتيك المركز مادة أكالة ويمكن أن يسبب حروقاً شديدة؛ لذا ارتد القفازات في جميع الأوقات عند استخدامه.
- يُعدّ ثنائي كرومات (VI) البوتاسيوم عاملاً مؤكسداً ومادة سامة.
- يُعدّ كل من الإيثانول والإيثانال سريعَي الاشتعال ومن المواد الضارة.
- تأكد من عدم وجود أي تلامس محتمل بين بخار الإيثانال وأي مصدر لهب.

تحضير حمض الإيثانويك

١. اخلط 12.5 mL من حمض الكبريتيك المخفف و 5 mL من حمض الكبريتيك المركز في دورق ذي شكل كمثري، مع تبريد الدورق في مسحوق الثلج أثناء القيام بذلك، ثم أضف مقدار خمس ملاعق كيماويات من مسحوق ثنائي كرومات (VI) البوتاسيوم وقم بإذابتها، ثم قليلاً من رقائق منع الاهتزاز و 2.5 mL من 1 - بروبانول.
٢. ضع مكثف التقطير المرتد، ولا تتسّر أن تضع حاجز أمان بين الجهاز والطلبة.
٣. قم بالتقطير المرتد لمدة 30 دقيقة. سيحتاج هذا الأمر إلى تحكّم دقيق في عملية التسخين لتجنب أي غليان مفاجئ.
٤. أوقف التسخين وانزع مكثف التقطير المرتد، ثم أضف رأساً ثابتاً وعمود التجزئة ومكثف التقطير، ثم قم بالتقطير التجزيئي ببطء واجمع حمض الإيثانويك، والذي يجب أن يتقطر عند 118°C .

أسئلة

١. اكتب وصفاً للنشاط العملي بما في ذلك المعادلات الرمزية الموزونة لأي تفاعلات قد تحدث.
٢. اشرح سبب عدم استخدام التقطير المرتد لتحضير الألدريد.
٣. لماذا لا يستخدم التقطير لتحضير الحمض الكربوكسيلي؟