دليل تقويم مناهج العلوم

مادة الكيمياء– المستوى الثاني عشر

الفصل الدراسيّ الثاني

الوحدة الثامنة: تقنيّات التحليل الحديثة

Modern Analytical Techniques

مرحلة العمل: بروفا 3

فهرس المحتويات

أوّلًا: الاختبارات 3

الاختبار التشخيصي 4

تطبيق الدرس الأوّل: مطياف الكتلة 7

تطبيق الدرس الثاني: مطياف الأشعّة تحت الحمراء 12

تطبيق الدرس الثالث: الفصل اللوني (الكروماتوجرافي) 17

اختبار مهارات الاستقصاء العلمي 1 21

اختبار مهارات الاستقصاء العلمي 2 23

اختبار الوحدة الثامنة: تقنيّات التحليل الحديثة.....25

ثانيًا: الإجابات 31

إجابات الاختبار التشخيصي 32

إجابات تطبيق الدرس الأول: مطياف الكتلة 34

إجابات تطبيق الدرس الثاني: مطياف الأشعّة تحت الحمراء 37

إجابات تطبيق الدرس الثالث: الفصل اللوني (الكروماتوجرافي) 40

إجابات اختبار مهارات الاستقصاء العلمي 1 43

إجابات اختبار مهارات الاستقصاء العلمي 2 45

إجابات اختبار الوحدة الثامنة: تقنيّات التحليل الحديثة.....47

أوّلًا: الاختبارات

الاختبار التشخيصي

الاسم: الصف: التاريخ:

الدرجة:	\ 10

اختر الإجابة الصحيحة للأسئلة من 1–9:

1. أيّ القوى الجزيئيّة البينيّة الآتية أقوى؟

a. قوى لندن التشتتية.

b. قوى فان درفال.

c. الروابط الهيدروجينيّة.

d. قوى ثنائيّة القطب–ثنائيّة القطب.

2. ما قيمة الكتلة الجُزَيئيّة لمركب الفينول C_6H_5OH، علمًا أنّ الكتلة الذرّيّة:

للكربون C تُساوي 12.0000 amu،

وللهيدروجين H تُساوي 1.0078 amu،

وللأكسجين O تُساوي 15.9949 amu؟

a. 49.0417 amu

b. 94.0417 amu

c. 59.0417 amu

d. 95.0417 amu

3. ما اسم المركّب الذي ينتمي إلى الكحولات الثالثيّة وله سلسلة مؤلّفة من 4 ذرّات كربون مع مجموعة ميثيل موجودة على الكربون رقم 2؟

a. 2-إيثيل-2-بيوتانول

b. 2-ميثيل-1-بيوتانول

c. 2-ميثيل-2-بيوتانول

d. 2-ميثيل-2-بروبانول

4. كم تُساوي الكتلة الجُزَيئيّة لأيون الميثانيوم CH_5^+ إذا كانت الكتلة الجُزيئيّة للميثان CH_4 تُساوي 16.0312 amu؟

a. 14.0312 amu

b. 15.0312 amu

c. 16.0312 amu

d. 17.0390 amu

5. لماذا يُعتبر جُزَيء الماء ثنائي القطب؟

a. لأنّ الشحنة تتوزّع فيه بشكل متماثل.

b. لأنّ الشحنة تتوزّع فيه بشكل غير متماثل.

c. لأنّ الروابط بين الأكسجين والهيدروجين أيونيّة.

d. لأنّ الروابط بين الأكسجين والهيدروجين تساهميّة غير قطبيّة.

6. أيّ الآتي من الكيتونات؟

a. CH_3OCH_3

b. CH_3COCH_3

c. CH_3CH_2OH

d. CH_3CH_2CHO

7. لماذا لا يذوب الملح في الزيت؟

a. لأنّ الزيت مركّب أيوني والملح مركّب تساهمي.

b. لأنّ جُزَيئات الزيت قطبيّة والملح مركّب تساهمي.

c. لأنّ جُزَيئات الزيت غير قطبيّة والملح مركّب تساهمي.

d. لأنّ جُزَيئات الزيت غير قطبيّة والملح مركّب أيوني.

8. ماذا يحدث لتركيز محلول ما عند إضافة مذيب؟

a. يقل.

b. يزداد.

c. لا يتغيّر.

d. يقل ثمّ يزداد.

9. ما مولارية محلول يحتوي على 0.01 mol من الأمونيا NH_3 مذابة في الماء لتحضير 2 L من هذا المحلول؟

a. 0.005 M

b. 0.002 M

c. 0.02 g/mol

d. 0.005 g/mol

10. أرسم الصيغة البنائيّة المكثّفة لمركّب حمض البيوتانويك Butanoic acid.

تطبيق الدرس الأوّل: مطياف الكتلة

الاسم: الصف: التاريخ:

الدرجة: \ 15

اختر الإجابة الصحيحة للأسئلة من 1–6:

1. ماذا يبيّن الطيف الكتلي؟

a. الوفرة النسبيّة لكلّ ذرّة.

b. الوفرة النسبيّة لكلّ أيون مقابل وزنه.

c. الوفرة النسبيّة لكلّ أيون مقابل نسبة الكتلة إلى الشحنة (m/z) لهذا الأيون.

d. الوفرة النسبيّة لكلّ أيون مقابل نسبة الشحنة إلى الكتلة (z/m) لهذا الأيون.

2. ما قيمة m/z للأيون CH_4O^{2+} إذا كانت قيمة m/z لأيون CH_4O^{+} تساوي 32.0261 amu؟

a. نفس قيمة m/z لأيون CH_4O^{+}

b. نصف قيمة m/z لأيون CH_4O^{+}

c. ضعف قيمة m/z لأيون CH_4O^{+}

d. أكبر من قيمة m/z لأيون CH_4O^{+}

3. أيّ أيون من الأيونات الجُزَيئيّة الآتية يُمثّل القمّة ذات الكتلة الأكبر في الطيف الكتلي؟

a. M^{+}

b. M^{-}

c. M^{2+}

d. M^{2-}

4. ماذا تمثّل كلّ قمّة في الطيف الكتلي للمادة المحلّلة؟

a. وزن المادّة.

b. جزءًا مختلفًا من المادّة.

c. الجزء الأساسي من المادّة.

d. جزءًا مختلفًا من المادّة لم يتحوّل إلى أيون.

5. كيف يتناسب انحراف الجُسَيم المشحون في المجال المغناطيسي؟

a. طرديًّا مع شحنة الجُسَيم وعكسيًّا مع كتلته.

b. طرديًّا مع كتلة الجُسَيم وعكسيًّا مع شحنته.

c. كلّما زادت الشحنة السّلبيّة للجُسَيم زاد انحرافه.

d. كلّما زادت الشحنة الموجبة للجُسَيم قلّ انحرافه.

6. لماذا لا نرى على الطيف الكتلي أيونات ذات شحنة سالبة؟

a. لأنّه لا تتشكّل أيونات سالبة داخل مطياف الكتلة.

b. لأنّ مسرّع الأيونات مشحون بشحنة موجبة تمنعها من المرور.

c. لأنّ مسرّع الأيونات مشحون بشحنة موجبة تسمح لها بالمرور.

d. لأنه يجب عكس قطبية مجال التسارع والمجال المغناطيسي لكي يتم قياسها.

7. ما مبدأ عمل مطياف الكتلة؟

.....

.....

.....

.....

أجب عن الأسئلة 8–9 بالاستناد إلى المعطيات الواردة أدناه:

العنصر	الكتلة amu
نيتروجين–14	14.0031
كربون–12	12.0000
هيدروجين–1	1.0078
أكسجين–16	15.9949

8. حدّد الصيغة الجُزَيئيّة لمركّب يحتوي على النيتروجين والهيدروجين فقط، علمًا أنّ قمّة أيونه الجُزَيئي الناتجة عن جهاز طيف كتلي تقع عند القيمة m/z = 32.0374.

.....

.....

.....

.....

9. احسب أعلى قيمة m/z للمادة المحلّلة $C_3H_6NO_2$ والتي تُمثل كتلة هذه المادة.

.....

.....

.....

.....

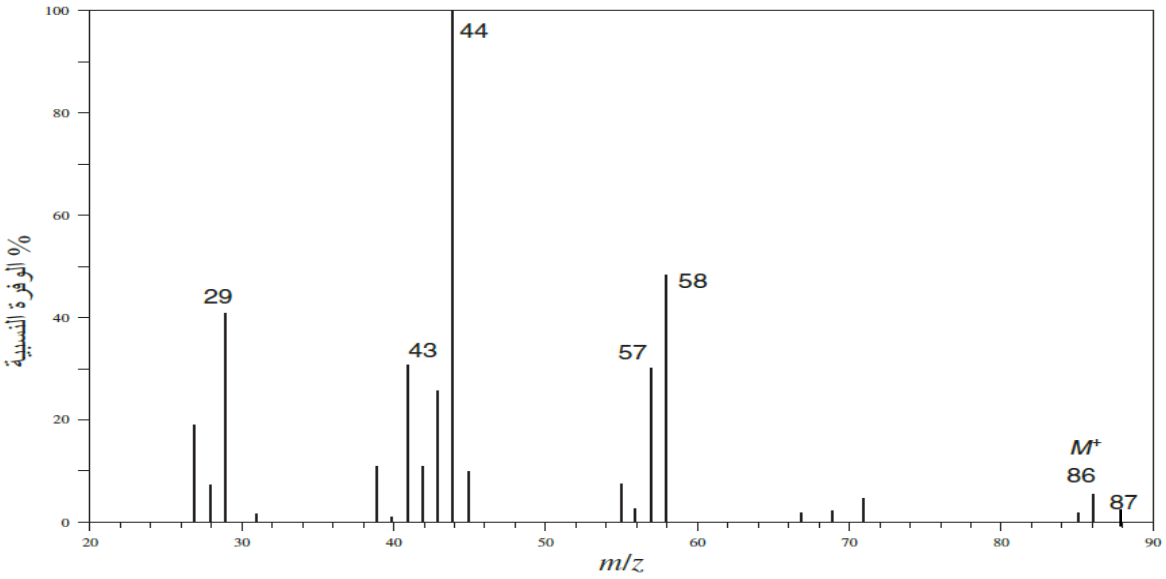
10.ما العمليّة المسؤولة عن ظهور أيونات تمتلك تركيبات بنائيّة غير موجودة في الجُزَيء الأساسي؟

.....

.....

.....

11. يبيّن الشكل أدناه طيفًا كتليًّا لمركّب يحتوي على العناصر الآتية: الأكسجين، الكربون والهيدروجين. والقمّة الموجودة عند $m/z = 86$ تمثّل الأيون الجزيئي M^+ .



a. ماذا تمثّل القمّة الموجودة عند القيمة $m/z = 87$؟ فسّر إجابتك.

.....

.....

.....

b. ماذا تمثّل القمّة الموجودة عند القيمة $m/z = 43$؟

.....

.....

c. إذا افترضنا أنّ القمّة التي تقع عند القيمة $m/z = 57$ تمثّل الجزء المحطم $C_4H_9^+$، حدّد الصيغة الكيميائيّة للمادة.

.....

.....

.....

12.الأيون الجزيئي لمادة ما الناتج عن جهاز طيف كتلي ذي دقّة عالية موجود عند القيمة:

m/z = 45.0577 amu. تحتوي هذه المادّة على النظائر الآتية: ^{1}H و ^{12}C و ^{14}N.

a. ما الصيغة الكيميائيّة الجُزَيئيّة لهذه المادّة؟

.....

.....

.....

b. في حال وجود نظير الكربون ^{13}C في كتلة المادّة المحلّلة، كم ستكون قيمة القمة الأعلى لهذا الأيون الجزيئي؟

.....

.....

.....

.....

تطبيق الدرس الثاني: مطياف الأشعّة تحت الحمراء

الاسم: الصف: التاريخ:

الدرجة: \ 15

اختر الإجابة الصحيحة للأسئلة من 1–6:

1. ما وحدة قياس العدد الموجي؟

a. cm

b. cm^{-1}

c. cm/s

d. m/s

2. ماذا يحدث عندما تُغيّر الإلكترونات في الذرّة مستويات الطاقة التي توجد فيها؟

a. تُطلق أشعّة لها طاقة قيمتها مساوية للفرق بين مستويات الطاقة.

b. تطلق أشعة لها طاقة قيمتها أقل من الفرق بين مستويات الطاقة.

c. تُطلق أشعّة لها طاقة قيمتها أكبر من الفرق بين مستويات الطاقة.

d. تمتص أشعة لها طاقة قيمتها أكبر من الفرق بين مستويات الطاقة.

3. ما المجموعة الوظيفية التي تمّ تحديدها بأنّها قمة مزدوجة إلى اليسار من قيمة العدد الموجي التي تساوي $3000\ cm^{-1}$؟

a. مجموعة هيدروكسيل الوظيفية O–H في الكحول.

b. مجموعة هيدروكسيل الوظيفية O–H في الحمض الكربوكسيلي.

c. الرابطة الثنائية بين ذرتي الكربون والأكسجين في الكربونيل C=O.

d. الرابطة الأحادية بين النيتروجين والهيدروجين في الأمينات الأولية RNH_2.

4. أيّ الجمل الآتية صحيحة؟

a. تتفاعل الأشعّة تحت الحمراء مع كلّ أنواع الروابط الكيميائيّة.

b. تتفاعل الأشعّة تحت الحمراء مع الذرات وليس مع الروابط الكيميائيّة.

c. تتفاعل الأشعّة تحت الحمراء مع الروابط التي تمتلك عزمًا ثنائي القطب.

d. تتفاعل الأشعّة تحت الحمراء مع الروابط التي لا تمتلك عزمًا ثنائي القطب.

5. ما ترتيب منطقة البصمة ومنطقة المجموعة الوظيفيّة في طيف امتصاص الأشعّة تحت الحمراء؟

a. منطقة البصمة أوّلًا حيث منطقة المدى من العدد الموجي أعلى، ثمّ منطقة المجموعة الوظيفيّة.

b. منطقة المجموعة الوظيفيّة أوّلًا حيث منطقة المدى من العدد الموجي أعلى، ومن بعدها منطقة البصمة.

c. منطقة البصمة أوّلًا حيث منطقة المدى من العدد الموجي أدنى، ومن بعدها منطقة المجموعة الوظيفيّة.

d. منطقة المجموعة الوظيفيّة أوّلًا حيث منطقة المدى من العدد الموجي أدنى، ومن بعدها منطقة البصمة.

6. كيف تظهر حلقة البنزين C_6H_6 في طيف الأشعّة تحت الحمراء؟

a. قمّة عريضة في منطقة البصمة.

b. مجموعتين من القِمم إحداهما عريضة جدًّا.

c. قمّة عريضة جدًّا في منطقة المجموعة الوظيفيّة.

d. مجموعتين مميّزتين من القِمم، إحداهما قمم في هيئة أسنان.

7. ما الاستخدام الأساسي لتقنيّة مطياف الأشعّة تحت الحمراء؟

.....

.....

.....

8. هل يمكن استعمال تقنيّة مطياف الأشعّة تحت الحمراء على المحاليل المائيّة؟ فسّر إجابتك.

.....

.....

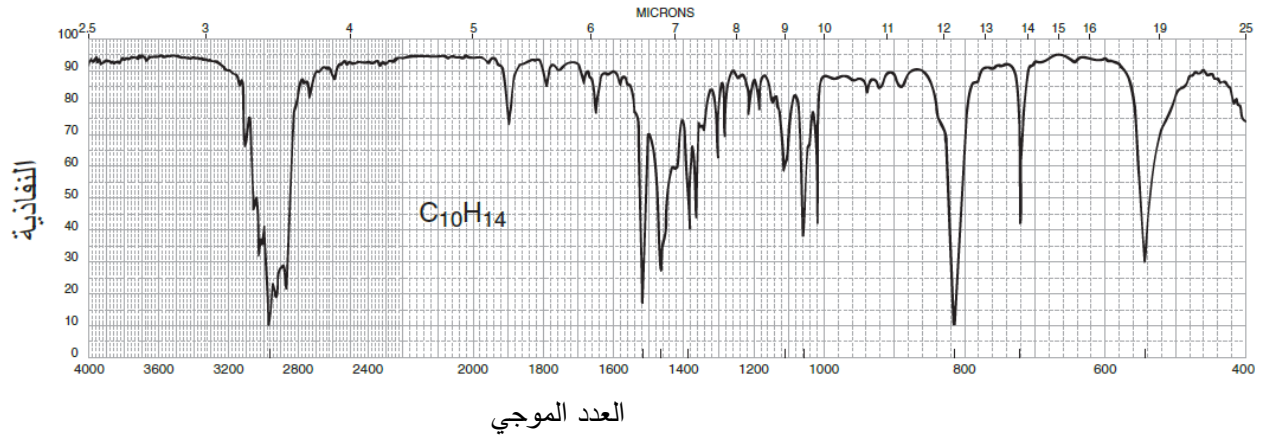
9. هل يمكن إعادة استخدام المادّة المحلّلة بعد إجراء عمليّة التحليل بواسطة الأشعّة تحت الحمراء؟

.....

.....

.....

10. في الشكل أدناه يوجد قمّة لها عدد موجي يساوي $800\ cm^{-1}$.



a. احسب الطول الموجي لهذه القمّة.

.....

.....

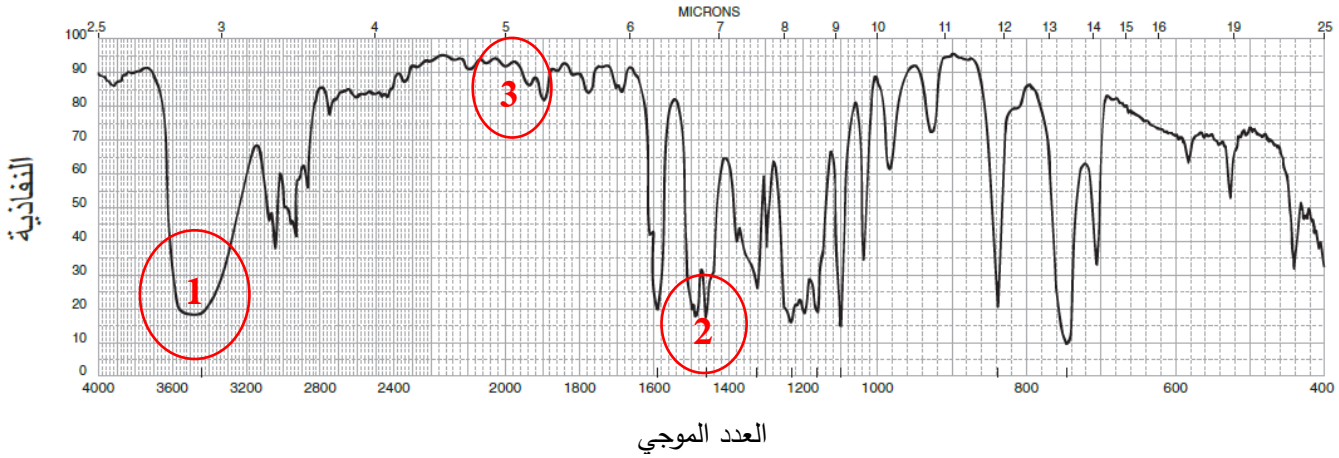
.....

b. حدّد هذه القمّة على الشكل من خلال الإشارة إليها باللون الأزرق.

.....

أجب عن الأسئلة 11–14 استنادًا إلى البيانات الآتية:

الرابطة	الأعداد الموجيّة cm^{-1}	الرابطة	الأعداد الموجيّة cm^{-1}
O–H حمض	2500–3500	C≡C	2200–2325
O–H كحول	3400–3600	C=C	1600–1710
N–H أمين	3050–3685	C–O	900–1300
C_{sp}–H	3250–3400	C=O	1600–1750
C_{sp2}–H	3050–3200	C–O–C	1200–1400
C_{sp3}–H	2790–3000	C=C–H	720–890



11. ما التفسير الأكثر احتمالًا للقمّة التي توجد عند الرقم (1) على طيف الأشعة تحت الحمراء؟

.....

.....

12. ما الذي تُشير إليه القمّة عند الرقم (2)؟

.....

.....

13. أين تقع، على الشكل أعلاه، مناطق العدد الموجي التي تشير إلى روابط كربون–هيدروجين من نوع C_{sp3}–H؟ أشر إليها على الرسم.

.....

.....

.....

14. ما المجموعة الوظيفيّة الغائبة عند الرقم (3)؟

.....

.....

تطبيق الدرس الثالث: الفصل اللوني (الكروماتوجرافي)

الاسم: الصف: التاريخ:

الدرجة: \ 15

اختر الإجابة الصحيحة للأسئلة من 1–6:

1. ما الاستخدام الأساسي لتقنيّة الفصل اللوني (الكروماتوجرافي)؟

a. فصل مكونات الخليط.

b. معرفة المجموعات الوظيفيّة.

c. تحديد الكتلة الجزيئيّة للمركبات.

d. الحصول على محاليل مركّزة صافية.

2. كيف يجب أن تكون العيّنة قبل تحليلها بتقنيّة الفصل اللوني (الكروماتوجرافي) الغازي؟

a. مركّزة.

b. مخفّفة.

c. في الحالة السائلة فقط.

d. في الحالة الصلبة فقط.

3. ماذا يُمثل عامل التباطؤ R_f Retardation factor؟

a. الزمن اللازم ليقطع المذيب مسافة معيّنة.

b. الزمن اللازم لتقطع المادّة المحلّلة مسافة معيّنة.

c. نسبة المسافة التي قطعتها المادّة المحلّلة إلى المسافة التي قطعها المذيب.

d. نسبة المسافة التي قطعها المذيب إلى المسافة التي قطعتها المادّة المحلّلة.

4. ماذا يُمثّل جلّ السيليكا في تقنيّة الفصل اللوني (الكروماتوجرافي) بالعمود؟

a. الطور الثابت.

b. الطور المتحرّك.

c. خليط المادّة المحلّلة.

d. المادّة المسؤولة عن زيادة الضغط في العمود.

5. ما خاصيّة الغاز الناقل المُستخدَم في تقنيّة الفصل اللوني (الكروماتوجرافي) الغازي؟

a. غاز خامل .

b. غاز قابل للاشتعال.

c. غاز يُمكنه التفاعل مع المادّة المحلّلة.

d. لا يوجد مواصفات معيّنة، يُمكن استعمال أيّ غاز.

6. ما دور الطور الثابت (stationary phase) المُستخدم في تقنيّة الفصل اللوني (الكروماتوجرافي)؟

a. يذيب المادّة المحلّلة.

b. يمتزّ المادّة المحلّلة.

c. لا يؤثّر في المادّة المحلّلة.

d. يتفاعل كيميائيًّا مع المادّة المحلّلة.

7. كيف يتمّ إظهار مادة غير ملوّنة على شريحة الفصل اللوني ذي الطبقة الرقيقة TLC؟ اذكر طريقة واحدة.

.....

.....

8. ما العوامل التي تؤثّر في أزمان البقاء في تقنيّة الفصل اللوني الغازي GC؟

.....

.....

9. ما الشرط المشترك للطور الثابت والطور المتحرّك مع المادّة المحلّلة؟

.....

.....

10. هل استعمال طور متحرّك غير قطبي مع مادة محلّلة غير قطبيّة يقلّل من الفترة الزمنيّة اللازمة لعمليّة الفصل؟ فسّر إجابتك.

.....

.....

.....

11. على ورقة فصل لونيّ، تمّ وضع نقطتين من مادتين مختلفتين من أجل تحليلهما. بعد وقت معيّن تمّ قياس المسافة التي قطعتها المادّة الأولى فكانت تساوي 5 cm والمادّة الثانية 1 cm. أمّا المسافة التي قطعها المذيب غير القطبي فكانت 7 cm.

a. ما قيمة عامل التباطؤ R_f لكلّ من المادتين؟

.....

.....

.....

.....

b. أيّ مادّة من المادّتين لها قطبيّة أعلى؟ فسّر إجابتك.

.....

.....

.....

.....

12. تمّ إجراء تحليل لخليط مادة محلّلة مكوّنة من مركّبات عضـــويّة (هيدروكربونات) عبر تقنيّة الفصـــل اللوني الغازي GC، أظهرت النتائج وجود قمتين على مخطط الفصل اللوني: واحدة عند الزمن 1.01 min والثانية عند 7.52 min. وتمّ، أيضًـــا، إجراء تحليل لمجموعات قياســيّة من الهيدروكربونات عند الظروف نفســها ونتائج أزمان البقاء موجودة في الجدول أدناه.

المركّب	T_R (min)
إيثان	1.00
إيزوبيوتان	5.6
بيوتان	7.5
بيوتين	8

a. أيّ من هذه المركبات تمثّل المركبان الموجودان في خليط المادة المحلّلة؟

.....

.....

.....

b. هل يتغيّر زمن البقاء في حال تغيير الطور المتحرّك في تقنيّة الفصل اللوني الغازي GC؟ فسّر إجابتك.

.....

.....

.....

c. هل يُمكن استعمال أحد المواد المحلّلة كطور متحرّك؟ فسّر إجابتك.

.....

.....

.....

.....

اختبار مهارات الاستقصاء العلمي 1

الاسم: الصف: التاريخ:

الدرجة:	\ 5

الدرس الأول	مطياف الكتلة
النشاط	تفسير الطيف الكتلي
سؤال الاستقصاء	كيف يمكن أن نعرف عدد الذرات باستخدام الطيف الكتلي؟

سيتمّ إعداد طيف كتلي لمركّب البروموبنزين C_6H_5Br Bromobenzene باستخدام المعلومات المتوفرة أدناه:

الاسم	الكتلة	الوفرة النسبية (%)
بروم−79	78.9183	50.69
بروم−80	80.9163	49.31
كربون−12	12.0000	98.9
كربون−13	13.0034	1.1
هيدروجين−1	1.0078	99.985
هيدروجين−2	2.0141	0.015

يمكن استخدام الطيف الكتلي لحساب عدد ذرّات الكربون بإضافة (1) عند حساب كتلة الأيون الجزيئي عند وجود نظير الكربون ^{13}C لأنه يزيد بمقدار (1) عن الكربون ^{12}C بناءً على المعادلة الآتية:

$$N_C = \frac{\%(M^+ + 1)}{\%M^+} \times 100$$

N = عدد الذرات

$\%M^+$ = وفرة الأيون الجُزَيئي عند وجود نظير الكربون ^{12}C

$\%(M^+ + 1)$ = وفرة الأيون الجُزَيئي الذي يحتوي على ^{13}C

الأسئلة:

1. قيمة m/z لقمّة أيون محطّم تساوي 77، هل يحتوي هذا الأيون المحطّم على البروم؟ فسّر إجابتك.

.....

.....

2. إذا افترضنا أنّ البروموبنزين C_6H_5Br Bromobenzene يحتوي على نظائر الكربون-12 والبروم-79:

a. ما قيمة m/z للأيون الجُزَيئي M^+؟

.....

.....

b. استنتج قيمة m/z للأيون الجُزَيئي ($M^+ +1$) الذي يحتوي على نظير الكربون-13.

.....

.....

3. أرسم الطيف الكتلي للبروموبنزين C_6H_5Br Bromobenzene إذا كانت وفرة M^+ تساوي 20% ووفرة ($M^+ +1$) تساوي 1.2%.

4. احسب عدد ذرات الكربون في البروموبنزين باستخدام المعادلة الموجودة في الصفحة الأولى.

.....

.....

اختبار مهارات الاستقصاء العلمي 2

الاسم: الصف: التاريخ:

الدرجة:	\ 5

الدرس الثاني	مطياف الأشعّة تحت الحمراء
النشاط	تفسير طيف الأشعّة تحت الحمراء
سؤال الاستقصاء	كيف يمكن أن نميّز بين المجموعات الوظيفيّة؟

لدينا مركّبان، أحدهما يحتوي على الأكسجين وذرتين من الكربون، والآخر يحتوي على النيتروجين بدون معلومات إضافيّة حول عدد ذرات الكربون فيه. نتائج تحليل المركّبين بواسطة طيف الأشعّة تحت الحمراء في الجدول أدناه:

مركّب 1		مركّب 2	
شكل القمّة	**العدد الموجي**	**شكل القمّة**	**العدد الموجي**
قمّة مزدوجة	**أكبر من $3000\ cm^{-1}$**	**قمّة عريضة جدًّا**	**$3000\ cm^{-1}$**
قمّة حادّة	**$1700\ cm^{-1}$**	**عدّة قمم**	**أصغر من $3000\ cm^{-1}$**

أجب عن الأسئلة التالية بالاستناد إلى البيانات الآتية:

الأعداد الموجيّة cm^{-1}	الرابطة	الأعداد الموجيّة cm^{-1}	الرابطة
2200–2325	C≡C	2500–3500	O–H (حمض)
1600–1710	C=C	3400–3600	O–H (كحول)
900–1300	C–O	3050–3685	N–H (أمين)
1600–1750	C=O	3250–3400	C_{sp}–H
1200–1400	C–O–C	3050–3200	C_{sp^2}–H
720–890	C=C–H	2790–3000	C_{sp^3}–H

1. مـا المجموعـة الوظيفيّـة فـي المركّـب 1 التـي ظهـرت فـي القمّـة المزدوجـة عنـد طـول مـوجيّ أكبـر من $3000\ cm^{-1}$؟

.....

2. أيّ مركّب من المركّبين يحتوي مجموعة ألكينات C=C؟ فسّر إجابتك.

.....

.....

.....

3. ما المجموعة الوظيفيّة في المركّب 2؟

.....

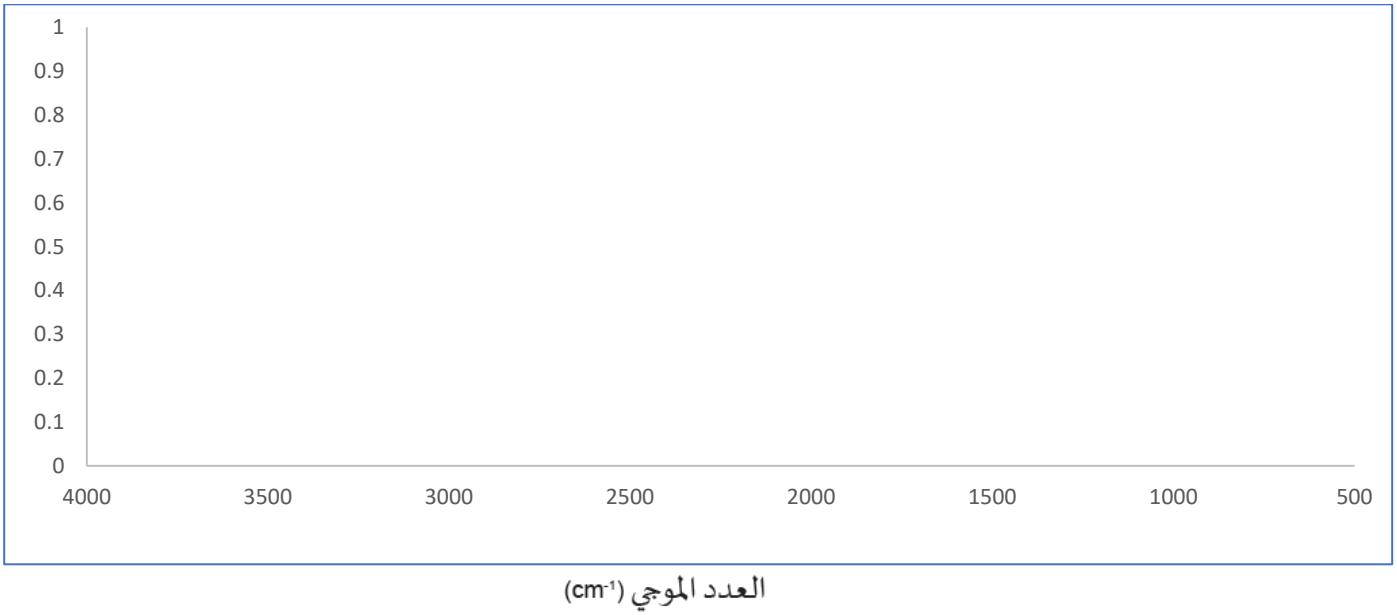
4. لماذا تظهر القِمم التي تحتوي على ذرات الأكسجين والنيتروجين على أعداد موجية عالية؟

.....

.....

.....

5. أرسم مواقع القِمم المميّزة للمركّب رقم 2.



اختبار الوحدة الثامنة: تقنيّات التحليل الحديثة

الاسم: الصف: التاريخ:

الدرجة:	\ 20

اختر الإجابة الصحيحة للأسئلة من 1–8:

1. ما الصفة الأساسيّة لتقنيّة الفصل اللوني (الكروماتوجرافي) ذي الطبقة الرقيقة؟

a. دقيقة للغاية.

b. عالية التكلفة.

c. سريعة نسبيًّا.

d. تقنيّة غير شائعة في المختبرات.

2. متى تمتصّ المادّة الأشعّة في مطياف الأشعّة تحت الحمراء؟

a. تمتص المادّة المحلّلة بقوّة كلّ الأشعّة تحت الحمراء مهما كان تردّدها.

b. عندما يتطابق تردّد الأشعّة مع التردد الاهتزازي للرابطة الكيميائيّة في المادّة.

c. عندما يكون تردد الأشعّة أكبر من التردد الاهتزازي للرابطة الكيميائيّة في المادّة.

d. عندما يكون تردد الأشعّة أصغر من التردد الاهتزازي للرابطة الكيميائيّة في المادّة.

3. ماذا تمثّل النفاذيّة في طيف امتصاص الأشعّة تحت الحمراء؟

a. جزءًا من الأشعّة تحت الحمراء التي لم تمر عبر المادّة المحلّلة.

b. جزءًا من الأشعة تحت الحمراء التي تمر عبر المادّة المرافقة للمادة المحلّلة.

c. جزءًا من الأشعّة تحت الحمراء التي تمر عبر المادّة المحلّلة وتمّ امتصاصها.

d. جزءًا من الأشعّة تحت الحمراء التي تمر عبر المادّة المحلّلة من دون أن يتمّ امتصاصها.

4. ما الأيون الذي لا يتمّ الكشف عنه في المطياف الكتلي؟

a. M^+

b. M^-

c. M^{2+}

d. M^{3+}

5. ما عدد القِمم للأيونات الجُزَيئيّة في مطياف الكتلة لغاز الكلور Cl_2 علمًا أنّ العيّنة المحلّلة تحتوي على نظيري الكلور؟

a. 1

b. 2

c. 3

d. 4

6. ما قيمة الطول الموجي لعدد موجي قيمته $3500\ cm^{-1}$؟

a. 2.9×10^{-4} m

b. 2.9×10^{-4} cm

c. $2.9\times10^{-4}\ m^{-1}$

d. $2.9\times10^{-4}\ cm^{-1}$

7. ماذا يحدث لسرعة تحرّك المادّة المحلّلة القطبيّة داخل عمود الفصل اللوني (الكروماتوجرافي) في حال كان الطور المتحرك غير قطبي؟

a. تزداد السرعة.

b. تقل السرعة قليلًا.

c. تبقى المادّة المحلّلة عالقة في الطور الثابت.

d. لا تؤثّر قطبيّة الطور المتحرّك في سرعة تحرّك المادّة المحلّلة.

8. أيّ الجمل الآتية صحيحة عن تقنيّة الفصل اللوني (الكروماتوجرافي) الغازي؟

a. يجب تركيز المادّة المحلّلة قبل تحليلها.

b. يجب تخفيف المادّة المحلّلة قبل تحليلها.

c. تُدفع العيّنة الغازيّة عبر أنبوب قصير وسميك.

d. تُدفع العيّنة الغازيّة عبر أنبوب شعريّ قصير ملفوف بشكل لولبيّ.

9. ما هي الشروط الثلاثة التي يجب أن تتحقّق في تقنيّة الفصل اللوني لفصل المادّة المحلّلة؟

.....

.....

.....

.....

.....

10. كيف تتناسب طاقة الأشعة تحت الحمراء مع كلّ من العدد الموجي والطول الموجي؟

.....

.....

.....

11. هل يُمكن استخدام تقنيّة الفصل اللوني (الكروماتوجرافي) الغازيّ في فصل مواد غير مستقرّة عند درجات غليانها؟ فسّر إجابتك.

.....

.....

.....

.....

12. هل يُمكن استعادة المادّة المحلّلة باستخدام مطياف الكتلة؟

.....

.....

.....

13. طلب المعلّم في المختبر من الطلاب تحليل مجموعة من المواد باســـتخدام مطياف الأشـــعّة تحت الحمراء، والمواد هي: غاز الكلور Cl_2، الماء H_2O، حمض الأكساليك $H_2C_2O_4$، أمينو إيثان $C_2H_5NH_2$

a. أيّ من المواد أعلاه لن يتفاعل مع الأشعّة تحت الحمراء؟ فسّر إجابتك.

.....

.....

.....

b. حدّد المركّب الذي يُظهر طيفه قمّة عريضة جدًّا على امتداد قيمة العدد الموجي $3000\ cm^{-1}$

.....

.....

.....

c. هل يُمكن إجراء تحليل لمحلول أمينو إيثان باستخدام مطياف الأشعة تحت الحمراء؟ فسّر إجابتك.

.....

.....

.....

14. باستخدام جهاز طيف الكتلة ذي دقّة عالية، قمنا بتحليل مادة حمض الهيدروبروميك HBr. بالاستناد إلى الجدول أدناه، أجب عن الأسئلة الآتية:

الاسم	الكتلة amu
بروم−79	78.9183
بروم−80	80.9163
هيدروجين−1	1.0078
هيدروجين−2	2.0141

a. ما قيمة m/z للأيون الجزيئي M^+ لمركّب HBr مكوّن من الهيدروجين−1 والبروم−80؟

.....

b. استنتج قيمة m/z للأيون الجزيئي M^{2+}.

.....

.....

.....

c. كم يبلغ العدد المتوقّع لقِمم الأيونات الجزيئيّة M^+ (غير المحطّمة) لهذه المادّة المحلّلة في حال احتوت كلّ النظائر؟ فسّر إجابتك.

.....

.....

.....

.....

15. ما أبرز استخدامات تقنيّة الفصل اللوني (الكروماتوجرافي) الغازي؟

.....

.....

.....

16. قارن بين عمود الفصل اللوني الغازي والعادي من حيث الطور الثابت.

.....

.....

.....

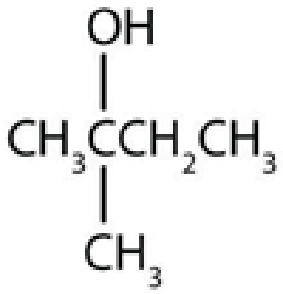
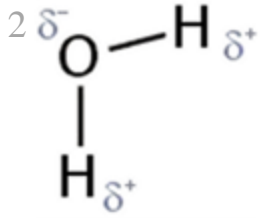
ثانيًا: الإجابات

إجابات الاختبار التشخيصي

- جدول الملاءمة لبنود الاختبار

السؤال	المخرجات	الدرجة	DOK
1	C1102.1	1	1
2	C1001.2	1	1
3	C1106.1	1	2
4	C1001.2	1	1
5	C1101.6	1	1
6	C1106.8	1	1
7	C1101.7	1	1
8	C1001.7	1	1
9	C1001.7	1	2
10	C1106.1	1	2
المجموع		10	

- **الإجابات**

1	c. الروابط الهيدروجينية.
2	b. 94.0417 (6x12.000) + (6x1.0078)+(1x15.9949)= 94.0417
3	c. 2–ميثيل–2–بيوتانول 
4	d. 17.0390 amu
5	b. لأنّ الشحنة تتوزّع فيه بشكل غير متماثل 
6	b. CH_3COCH_3 يحتوي المجموعة الوظيفيّة الكربونيل (C=O) مرتبطة بذرتي كربون.
7	d. لأنّ جُزَيئات الزيت غير قطبيّة والملح مركّب أيوني.
8	a. يقل.
9	a. 0.005 M
10	$CH_3–CH_2–CH_2–COOH$

إجابات تطبيق الدرس الأول: مطياف الكتلة

- **جدول الملاءمة لبنود الاختبار**

السؤال	المخرجات	الدرجة	DOK
1	C1211.1	1	1
2	C1211.1	1	2
3	C1211.1	1	1
4	C1211.1	1	1
5	C1211.1	1	1
6	C1211.1	1	1
7	C1211.1	1	1
8	C1211.1	1	2
9	C1211.1	1	1
10	C1211.1	1	1
11a	C1211.1	1	2
11b	C1211.1	1	2
11c	C1211.1	1	3
12a	C1211.1	1	2
12b	C1211.1	1	3
المجموع		15	

- **الإجابات:**

1	c. الوفرة النسبيّة لكلّ أيون مقابل نسبة الكتلة إلى الشحنة (m/z) لهذا الأيون.
2	b. نصف قيمة m/z لأيون CH_4O^+
3	a. M^+
4	b. جزءًا مختلفًا من المادّة.
5	a. طرديًّا مع شحنة الجُسَيم وعكسيًّا مع كتلته.
6	d. لأنّه يجب عكس قطبية مجال التسارع والمجال المغناطيسي لكي يتم قياسها.
7	يستند مبدأ عمل مطياف الكتلة إلى أنّ الجُسَيمات المشحونة المتحرّكة تنحرف عن مسارها بتأثير من المجال المغناطيسي.
8	بما أنّ قيمة m/z تساوي 32.0374 فهذا المركّب يحتوي على أكثر من ذرّة نيتروجين. وإذا قسمنا هذا العدد على الكتلة الذريّة للنيتروجين، نجد $\frac{32.0374}{14.0031} = 2.2878$ إذا كانت الصيغة الجُزَيئيّة تحوي ذرّتي نيتروجين: $2\times14.0031 = 28.0062$ ويبقى أن نضيف 4 ذرات من الهيدروجين لنحصل على الكتلة الجُزَيئيّة 32.0374 amu.الصيغة الجُزَيئيّة للمركّب المحلّل هي: N_2H_4.
9	القمة التي لها أعلى قيمة m/z تُمثل في الغالب كتلة المادة المحلّلة، لذلك تتأيّن المادّة المحلّلة $C_3H_6NO_2$ لتصبح في هيئة أيون $C_3H_6NO_2^+$ له قيمة m/z= 88.04 . $m/z = (3\times12.0000)+(6\times1.0078)+(14.0031)+(2\times15.9949)=88.0397$ amu
10	عمليّة إعادة ترتيب الذرات أثناء عملية التحطيم هي المسؤولة عن ظهور تركيبات بنائيّة غير موجودة في الجُزَيء الأساسي (العيّنة).

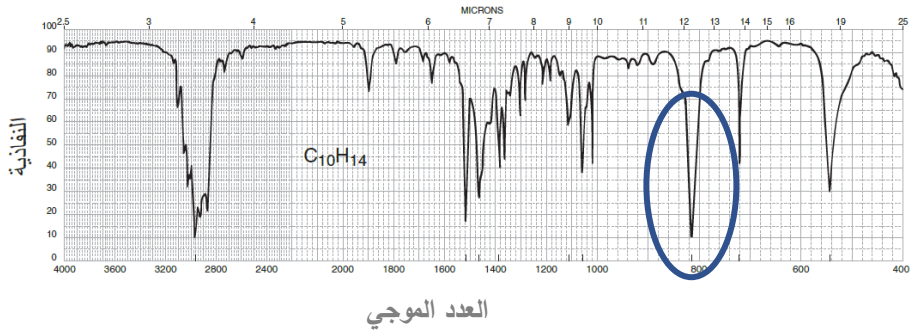
11a	القمّة الموجودة عند m/z = 87 تمثّل الأيون الجُزَيئي $(M^+ +1)$ يحتوي هذا المركّب على الكربون الذي يمتلك نظيرًا هو الكربون 13 ووجوده يؤدّي إلى ظهور القمة عند m/z = 87 .
11b	بما أنّ القمّة التي تمثّل الأيون الجُزَيئي M^+ موجودة عند m/z = 86 فإنّ القمّة الموجودة عند m/z= 43 تمثّل الأيون الجُزَيئي M^{2+}.
11c	القيمة m/z = 57 تمثّل الجزء المحطم $C_4H_9^+$، والقمّة الموجودة عند m/z = 86 تمثّل الأيون الجزئي M^+. الجزء المتبقّي له كتلة: 29 =57−86. بما أنّ المركب المجهول يحتوي أيضًا على الكربون−12 والأكسجين−16 والهيدروجين−1، بالتالي فإنّ كتلة 29 تُمثّل: CHO تصبح الصيغة الكيميائيّة للمادة المحلّلة هي: $C_4H_9 + CHO = C_4H_9CHO$
12a	إن احتوت هذه المادّة ذرّة كربون واحدة وذرّة نيتروجين واحدة وخمس ذرّات من الهيدروجين، تكون قيمة m/z للجزء (CNH_5) تساوي: $(12.0000\times1)+(14.0031\times1)+(1.0078\times5)=31.0421$ الجزء المتبقّي له كتلة: 45.0577−31.0421=14.0156 إذا أضفنا ذرّة كربون مع ذرّتي هيدروجين (CH_2) نصل إلى قيمة m/z المطلوبة، وعليه فإنّ الصيغة الكيميائيّة لهذا المركّب هي: $(CNH_5 + CH_2) = C_2H_7N$
12b	في حال وجود نظير الكربون−13 في المادّة سنلاحظ وجود قمّة على $(M^+ +1)$، قيمة m/z تساوي 46.0577 amu.

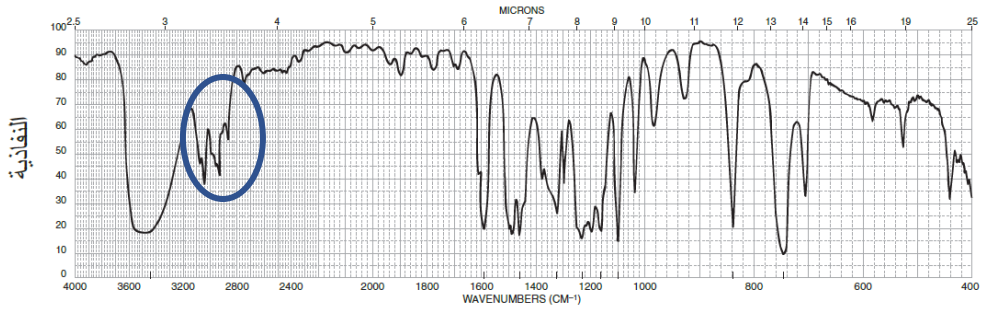
إجابات تطبيق الدرس الثاني: مطياف الأشعّة تحت الحمراء

- **جدول الملاءمة لبنود الاختبار:**

السؤال	المخرجات	الدرجة	DOK
1	C1211.2	1	1
2	C1211.2	1	1
3	C1211.2	1	1
4	C1211.2	1	1
5	C1211.2	1	1
6	C1211.2	1	1
7	C1211.2	1	1
8	C1211.2	1	2
9	C1211.2	1	2
10a	C1211.2	1	1
10b	C1211.2	1	2
11	C1211.2	1	2
12	C1211.2	1	1
13	C1211.2	1	1
14	C1211.2	1	3
المجموع		15	

- **الإجابات**

1	b. cm^{-1}
2	a. تُطلق أشعّة لها طاقة قيمتها مساوية للفرق بين مستويات الطاقة.
3	d. الرابطة الأحادية بين النيتروجين والهيدروجين في الأمينات الأولية RNH_2.
4	c. تتفاعل الأشعّة تحت الحمراء مع الروابط التي تمتلك عزمًا ثنائي القطب.
5	b. منطقة المجموعة الوظيفيّة أوّلا حيث منطقة المدى من العدد الموجي أعلى، ومن بعدها منطقة البصمة.
6	d. مجموعتين مميّزتين من القِمم إحداهما قمم في هيئة أسنان.
7	الاستخدام الأساسي لتقنيّة مطياف الأشعّة تحت الحمراء هو تحديد أنواع المجموعات الوظيفيّة والروابط الكيميائية وتحديد هوية المادة المحلّلة غير المعلومة.
8	لا يمكن استخدام مطياف الأشعّة تحت الحمراء على المحاليل المائيّة، لأنّ الماء يمتصّ الأشعّة تحت الحمراء بشكل قويّ، وبالتالي سيكون طيف المادّة المحلّلة مشوّشًا.
9	نعم، يمكن إعادة استخدام المادّة المحلّلة بعد إجراء عمليّة التحليل بواسطة الأشعّة تحت الحمراء لأنّها لا تُستهلك.
10a	$\lambda = \frac{1}{\gamma} = \frac{1}{800} = 1.25 \times 10^{-3} cm$
10b	

11	القمّة المشـــار إليها بالرقم 1 تدلّ على وجود مجموعة هيدروكســـيل OH في الحمض الكربوكسيلي.
12	تشير القمّة الموجودة على الرقم 2 إلى وجود حلقة بنزين.
13	مناطق العدد الموجي التي تشـــير إلى روابط كربون–هيدروجين من نوع $C_{sp^3} - H$ تقع بين 2790 و3000 cm^{-1}. 
14	المجموعة الوظيفيّة الغائبة عند الرقم 3 هي مجموعة الألكاينات C≡C.

إجابات تطبيق الدرس الثالث: الفصل اللوني (الكروماتوجرافي)

- **جدول الملاءمة لبنود الاختبار:**

السؤال	المخرجات	الدرجة	DOK
1	C1211.5	1	1
2	C1211.3	1	1
3	C1211.4	1	1
4	C1211.3	1	1
5	C1211.3	1	1
6	C1211.3	1	1
7	C1211.3	1	1
8	C1211.4	1	1
9	C1211.3	1	2
10	C1211.4	1	2
11a	C1211.4	1	1
11b	C1211.3	1	2
12a	C1211.3	1	1
12b	C1211.4	1	2
12c	C1211.3	1	2
المجموع		15	

- **الإجابات:**

1	a. فصل مكونات الخليط.
2	b. مخفّفة.
3	c. نسبة المسافة التي قطعتها المادّة المحلّلة إلى المسافة التي قطعها المذيب.
4	a. الطور الثابت.
5	a. غاز خامل.
6	b. يمتزّ المادّة المحلّلة.
7	يُمكن إظهار المادّة المحلّلة عديمة اللون على شريحة الفصل اللوني ذي الطبقة الرقيقة بإضاءة الشريحة باستخدام الأشعّة فوق البنفسجيّة، أو غمس الشريحة بلون معيّن (تلوينها).
8	تعتمد أزمان البقاء في تقنيّة الفصـــل اللوني الغازي GC على كلّ من الطور الثابت والطور المتحرّك وطول العمود ودرجة الحرارة.
9	يجب أن يتوافق الطور الثابت والطور المتحرك مع قطبيّة المادّة المحلّلة.
10	اســـتعمال طور متحرّك غير قطبي مع مادة محلّلة غير قطبيّة يقلّل من الفترة الزمنيّة اللازمة لعمليّة الفصـــل، فهذا الطور المتحرك ســيذيب المادّة المحلّلة ويحملها إلى خارج عمود الفصـــل (على سبيل المثال) بشكل أسرع.
11a	$R_{f\,(1)} = \frac{5}{7} = 0.714$ $R_{f\,(2)} = \frac{1}{7} = 0.142$
11b	من خلال المقارنة بين عاملي التباطؤ الأول والثاني ومع اســـتعمال مذيب غير قطبي، يُمكن القول إنّ المادّة الثانية لها قطبيّة أعلى، كونها لم تتحرّك مع الطور المتحرك بنفس ســرعة المادّة الأولى.

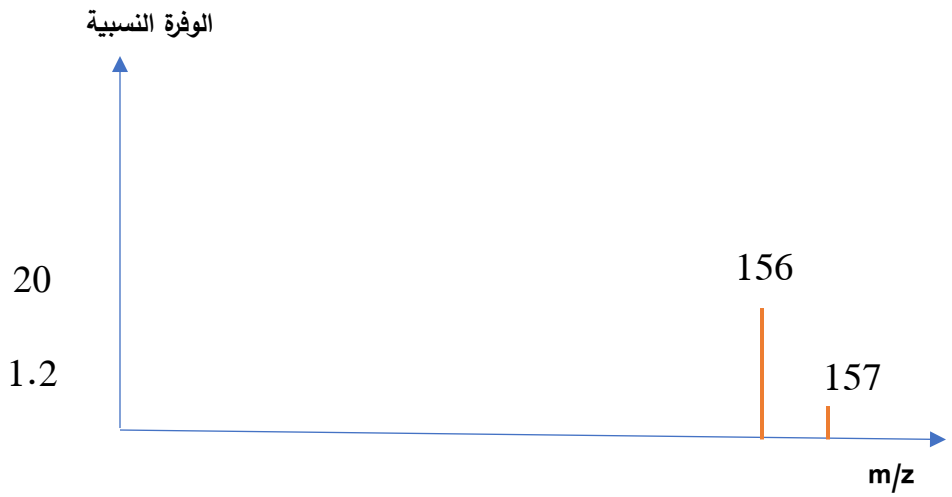
12a	زمن بقاء القمتين مطابق تقريبًا لزمن القمتين اللتين تشـــيران إلى المركبين: إيثان (1.00 min) والبيوتان (7.5 min). الاستنتاج: يحتوي خليط المادّة المحلّلة على المركبين: إيثان وبيوتان.
12b	بتغيير الطور المتحرك يتغيّر زمن البقاء، لأنّ هذه المادّة (الطور المتحرك) مســـؤولة عن إذابة المواد المحلّلة وبحسب طبيعتها الكيميائيّة قد تذيب مادة أكثر من الاخرى.
12c	لا يُمكن اسـتعمال طور متحرك مماثل لأحد مكونات المواد المحلّلة؛ لأن مخطط الفصـل اللوني الغازي سيكون غير واضح بسبب تشابك القِمم نتيجة ذلك.

إجابات اختبار مهارات الاستقصاء العلمي 1

- **جدول الملاءمة لبنود الاختبار:**

السؤال	المخرجات	الدرجة	DOK
1	C1211.1	1	2
2a	C1211.1	1	2
2b	C1211.1	1	1
3	C1211.1	1	2
4	C1211.1	1	1
المجموع		5	

- **الإجابات:**

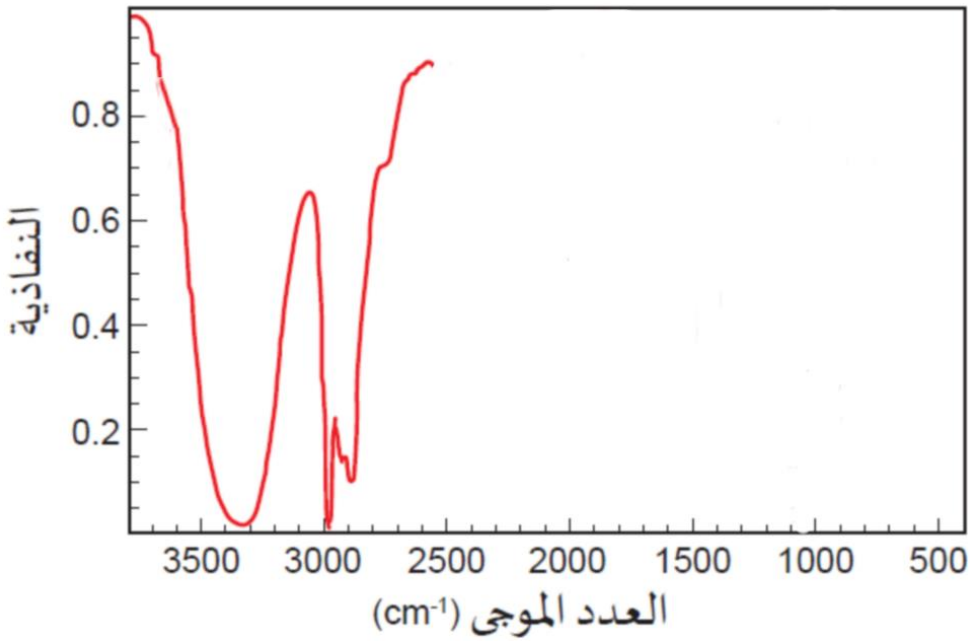
1	كلّا، لا يحتوي هذا الأيون المحطّم على البروم؛ لأنّ كتلته أصغر من أيٍّ من نظائر البروم.
2a	$\frac{m}{z} = (6 \times 12.0000) + (5 \times 1.0078) + (1 \times 78.983) = 155.9573$
2b	m/z للأيون الجزيئي $(M^+ + 1) = 155.9573 + 1 = 156.9573$
3	
4	يُمكن استخدام الطيف الكتلي لحساب عدد ذرّات الكربون بإضافة (1) عند حساب كتلة الأيون الجزيئي عند وجود نظير الكربون ^{13}C لأنه يزيد بمقدار (1) عن الكربون ^{12}C بناءً على المعادلة الآتية: $\boldsymbol{N = \frac{\%(M^+ + 1)}{\%M^+} \times 100 = \frac{1.2}{20} \times 100 = 6}$ عدد ذرات الكربون يساوي 6.

إجابات اختبار مهارات الاستقصاء العلمي 2

- **جدول الملاءمة لبنود الاختبار:**

السؤال	المخرجات	الدرجة	DOK
1	C1211.2	1	1
2	C1211.2	1	1
3	C1211.2	1	1
4	C1211.2	1	2
5	C1211.2	1	1
المجموع		5	

- **الإجابات:**

1	المجموعة الوظيفيّة التي ظهرت في المركب رقم 1 هي من الأمينات الأوليّة.
2	المركّب رقم 1 يحتوي مجموعة ألكينات C=C ؛ لأنّ طيف امتصاص الأشعّة تحت الحمراء يظهر قمّة حادة عند $1700\ cm^{-1}$.
3	المجموعة الوظيفيّة في المركب رقم 2 هي الهيدروكسيل في الكحول.
4	تعمل الأشعّة تحت الحمراء على مبدأ أنّ الرابطة الكيميائيّة التي تمتلك عزمًا ثنائي القطب يجعلها تتفاعل بقوة مع الأشعّة، وبالتالي؛ فإنّ روابط الهيدروجين مع الأكسجين والنيتروجين تمتلك عزم ثنائي قطب مرتفع بسبب الاختلاف الكبير في القطبيّة، ما يؤدي إلى امتصاص ذي طاقة أعلى وأكبر للأشعّة تحت الحمراء.
5	

إجابات اختبار الوحدة الثامنة: تقنيّات التحليل الحديثة

- **جدول الملاءمة لبنود الاختبار:**

السؤال	المخرجات	الدرجة	DOK
1	C1211.5	1	1
2	C1211.2	1	1
3	C1211.2	1	1
4	C1211.1	1	1
5	C1211.1	1	2
6	C1211.2	1	1
7	C1211.3	1	2
8	C1211.3	1	1
9	C1211.3	1	1
10	C1211.2	1	1
11	C1211.3	1	2
12	C1211.1	1	2
13a	C1211.2	1	2
13b	C1211.2	1	2
13c	C1211.2	1	3
14a	C1211.1	1	1
14b	C1211.1	1	2
14c	C1211.1	1	3
15	C1211.5	1	1

16	C1211.3	1	2
المجموع		20	

- الإجابات:

1	c. سريعة نسبيًّا.
2	b. عندما يتطابق تردّد الأشعّة مع التردد الاهتزازي للرابطة الكيميائيّة في المادّة.
3	d. جزء من الأشعّة تحت الحمراء التي تمرّ عبر المادّة المحلّلة من دون أن يتم امتصاصها.
4	b. M^-
5	c. 3 عدد القِمم 3، قمّة لكلّ جزيء بسبب اختلاف كتلته: $^{35}Cl–^{35}Cl$, $^{37}Cl–^{35}Cl$, $^{37}Cl–^{37}Cl$
6	b. $\lambda = \frac{1}{\gamma} = \frac{1}{3500} = 2.9 \times 10^{-4} cm$
7	c. تبقى المادّة المحلّلة عالقة في الطور الثابت.
8	b. يجب تخفيف المادّة المحلّلة قبل تحليلها.
9	الشروط الثلاثة التي يجب أن تتحقّق لفصل المادّة المحلّلة هي: – المادّة المحلّلة قابلة للذوبان في الطور المتحرّك. – تمتلك المادّة المحلّلة قابليّة امتزاز قليلة مع الطور الثابت. – للمادة المحلّلة بعض الاختلافات في قابليّة الامتزاز مع الطور الثابت واختلافات أخرى في الامتزاز مع الطور المتحرك.
10	تتناسب طاقة الأشعة تحت الحمراء بشكل طرديّ مع العدد الموجي وبشكل عكسيّ مع الطول الموجي.
11	لا يُمكن استخدام تقنيّة الفصل اللوني مع موادّ غير مستقرة عند درجة غليانها؛ لأنّ هذه التقنيّة تحوّل المواد المحلّلة إلى أبخرة قبل إدخالها في عمود الفصل، وبالتالي فإنّ عدم استقرارها قد يؤدّي إلى تفككها إلى مواد أخرى.
12	لا يُمكن استعادة المادّة المحلّلة باستخدام مطياف الكتلة؛ لأنّ هذه التقنيّة تقوم على تحطيم المواد المحلّلة أو تحويلها إلى أيونات.

13a	غاز الكلور Cl_2 لن يتفاعل في طيف الأشعّة تحت الحمراء؛ كون الرابطة بين ذرات الكلور هي تساهميّة غير قطبيّة.
13b	حمض الأكساليك يمتلك مجموعات هيدروكسيل وظيفيّة في الحمض، وهي التي تظهر قمّة عريضة على العدد الموجي $3000\ cm^{-1}$.
13c	لا يُمكن إجراء تحليل لمحلول أمينو إيثان باستخدام مطياف الأشعة تحت الحمراء بسبب وجود الماء مما سيؤدّي إلى تشابك كبير في طيف الأشعّة (قيمة العدد الموجي للرابطة O–H متقارب جدا مع تلك للرابطة N–H).
14a	$m/z = 80.9163+1.0078 = 81.9241$
14b	قيمة m/z للأيون الجزئي M^{2+} تساوي نصف قيمة m/z للأيون M^{+} وبالتالي فهي تساوي، تقريبًا، 41 amu.
14c	عدد القِمم المتوقّعة في حال احتوت المادّة كلّ النظائر هو: 4 بروم–79 مع هيدروجين–1 بروم–79 مع هيدروجين–2 بروم–80 مع هيدروجين–1 بروم–80 مع هيدروجين–2
15	أبرز استخدامات تقنيّة الفصل اللوني الغازي هي الاختبارات البيئيّة والطبيّة ومختبرات العلوم الجنائيّة والطب الشرعي.
16	عمود الفصل الغازي جداره مغلّف بالطور الثابت، وبالتالي فهو أجوف، بينما في تقنيّة الفصل اللوني بالعمود فالطور الثابت معبّأ داخله.