G0-1

Arabic Syr (Syria)

تعليمات عامة

- استعمل فقط قلم حبر و آلة حاسبة
- يضم كتيب الامتحان **63 صفحة** ليس محسوباً فيها التعليمات العامة
- يضم هذا الامتحان **9 مسائل**
- معك **5 ساعات** لتحل المسائل
- **ابدأ فقط** عندما تعطى إشارة البداية (**START**)
- يجب كتابة كل النتائج ضمن المربع المخصص للإجابة (**sheets Answer**)، واستخدم خلف ورقة الاسئلة إذا احتجت لورقة مسودة. تذكر أن الإجابات المكتوبة خارج مربعات الإجابة لاتصحح
- اكتب الحسابات المناسبة في المربع المخصص عندما يتطلب ذلك. **تعطى العلامة الكاملة لجواب الصحيح فقط في حالة تمت كتابة طريقة الحسابات**
- سيخبركم المراقب قبل انتهاء الوقت بـ 30 دقيقة.
- يجب عليك التوقف عند سماع إشارة التوقف (**STOP**). عدم التوقف يؤدي إلى إلغاء امتحانك
- تتوفر النسخة الانكليزية من الامتحان عند الطلب فقط من أجل الاستيضاح
- لايسمح لك بمغادرة مكان عملك بدون اذن. اذا احتجت أي مساعدة كعطل الآلة الحاسبة أو الذهاب إلى الحمام...الخ. ارفع يدك وانتظر حتى يصل المراقب إليك.

حظاً موفقاً

G0-2

Arabic Syr (Syria)

رقم المسألة	العنوان	العلامة الكلية	النسبة المئوية للعلامة الكلية
1	Two Beauties of Turkey: the Van Cat and the Ankara Cat	**24**	**8**
2	A Tale of a Reactive Intermediate	**77**	**10**
3	(±)-Coerulescine	**51**	**8**
4	Symmetry Does Matter!	**66**	**10**
5	Konya, Carrot, Beta-Carotene, Vitamin-A, Immune System, Vision	**100**	**14**
6	Thermodynamics through an Interstellar Journey	**80**	**12**
7	Phthalocyanines	**85**	**12**
8	Boron Compounds and Hydrogen Storage	**58**	**14**
9	Quantification of Heavy Metal Ions	**100**	**12**
	TOTAL	**641**	**100**

G0-3

Arabic Syr (Syria)

Authors

ALANYALIOĞLU, Murat, *Atatürk University*
AYDOĞAN, Abdullah, *İstanbul Technical University*
BURAT, Ayfer Kalkan, *İstanbul Technical University*
DAĞ, Ömer, *Bilkent University*
DAŞTAN, Arif, *Atatürk University*
KILIÇ, Hamdullah, *Atatürk University*
METİN, Önder, *Koç University*
SARAÇOĞLU, Nurullah, *Atatürk University*
TÜRKMEN, Yunus Emre, *Bilkent University*
ÜNLÜ, Caner, *İstanbul Technical University*
YILMAZ, İsmail, *İstanbul Technical University*
YURTSEVER, Mine, *İstanbul Technical University*

Editor

SARAÇOĞLU, Nurullah, Atatürk University

G0-4

Arabic Syr (Syria)

الثوابت الفيزيائية والقوانين

ثابت أفوكادرو	$N_A = 6.0221 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}$
ثابت بولتزمان	$k_B = 1.3807 \times 10^{23} \text{JK}^{-1}$
ثابت الغازات العام	$R = 8.3145\ \text{JK}^{-1}\text{mol}^{-1} = 0.08205\ \text{atm LK}^{-1}\text{mol}^{-1}$
سرعة الضوء	$c = 2.9979 \times 10^{8} \text{ms}^{-1}$
ثابت بلانك	$h = 6.6261 \times 10^{-34} \text{Js}$
ثابت فرادي	$F = 9.6485 \times 10^{4} \text{C mol}^{-1}$
كتلة الالكترون	$m_e = 9.1093 \times 10^{-31}$ kg
الضغط النظامي	$P = 1bar = 10^5$ Pa
الضغط الجوي	$Patm = 1.01325 \times 10^5\ Pa = 760$ mmHg$= 760$ torr
الصفر المطلق	273.15 K
بيكومتر (pm)	10^{-12} m; 1Å $= 10^{-10}$ m
نانومتر (nm)	$10^{-9} m$
	$1\,cal = 4.184$ J
	$1\,amu = 1.6605 \times 10^{-27}$ kg
شحنة الالكترون	1.6021×10^{-19} C
معادلة الغاز المثالي	$PV = nRT$

G0-5

Arabic Syr (Syria)

القوانين والثوابت الفيزيائية

الانتالبية	$H = U + PV$
طاقة جيبس الحرة	$G = H - TS$
	$\Delta_r G = \Delta G^0 + RTlnQ$
	$\Delta_r G^0 = -RT \ln K = -nFE^0_{cell}$
تغير الانتروبية، حيث qrev هي حرارة التفاعلات العكوسة	$\Delta S = \frac{q_{rev}}{T}$,
تغير الانتروبية للتفاعلات التمدد المتساوي الحرارة لغاز مثالي	$\Delta S = nR \ln \frac{v_2}{v_1}$
معادلة نيرنست	$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{C_{oxidation}}{C_{reduction}}$
طاقة الفوتون	$E = \frac{hc}{\lambda}$
قوانين سرعة التفاعل	
المرتبة صفر	$[A] = [A]_0 - kt$
المرتبة الاولى	$\ln [A] = \ln [A]_0 - kt$
المرتبة الثانية	$\frac{1}{[A]} = \frac{1}{[A]_0} + kt$
معادلة ارينوس	$k = Ae^{-E_a/RT}$
معادلة curve calibration linear of Equation مستقيم المعايرة	$y = mx + n$
معادلة بيرلامبير	$A = \varepsilon lc$

G0-6

Arabic Syr (Syria)

الجدول الدوري

1																	18
1 H 1.008	2		atomic number Symbol atomic weight									13	14	15	16	17	2 He 4.003
3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.31	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.63	33 As 74.92	34 Se 78.97	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.95	43 Tc -	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3
55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57-71	72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.8	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po -	85 At -	86 Rn -
87 Fr -	88 Ra -	89-103	104 Rf -	105 Db -	106 Sg -	107 Bh -	108 Hs -	109 Mt -	110 Ds -	111 Rg -	112 Cn -	113 Nh -	114 Fl -	115 Mc -	116 Lv -	117 Ts -	118 Og -

57 La 138.9	58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm -	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0
89 Ac -	90 Th 232.0	91 Pa 231.0	92 U 238.0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -

2019 IYPT International Year of the Periodic Table of Chemical Elements

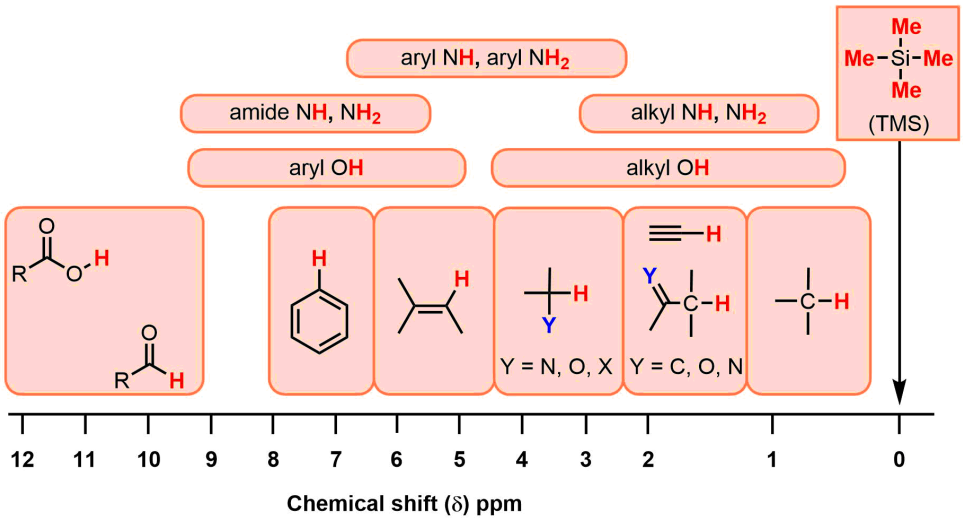
IUPAC 100

Copyright © 2018 International Union of Pure and Applied Chemistry

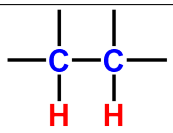
Reproduced by permission of the International Union of Pure and Applied Chemistry

G0-7

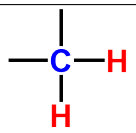
Arabic Syr (Syria)



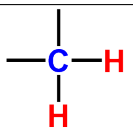
Constants Coupling Typical



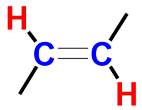
vicinal
^3J = 6–8 Hz



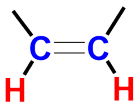
geminal
^2J = 2–15 Hz
(diastereotopic hydrogens)



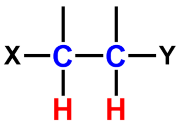
geminal
^2J = 0 Hz
(homotopic hydrogens)



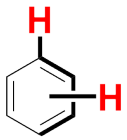
trans
^3J = 12–18 Hz



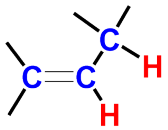
cis
^3J = 7–12 Hz



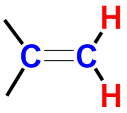
vicinal
^3J = 2–12 Hz
(depends on dihedral angle)



^2J = 6–9 Hz (ortho)
^3J = 1–3 Hz (meta)
^4J = 0–1 Hz (para)



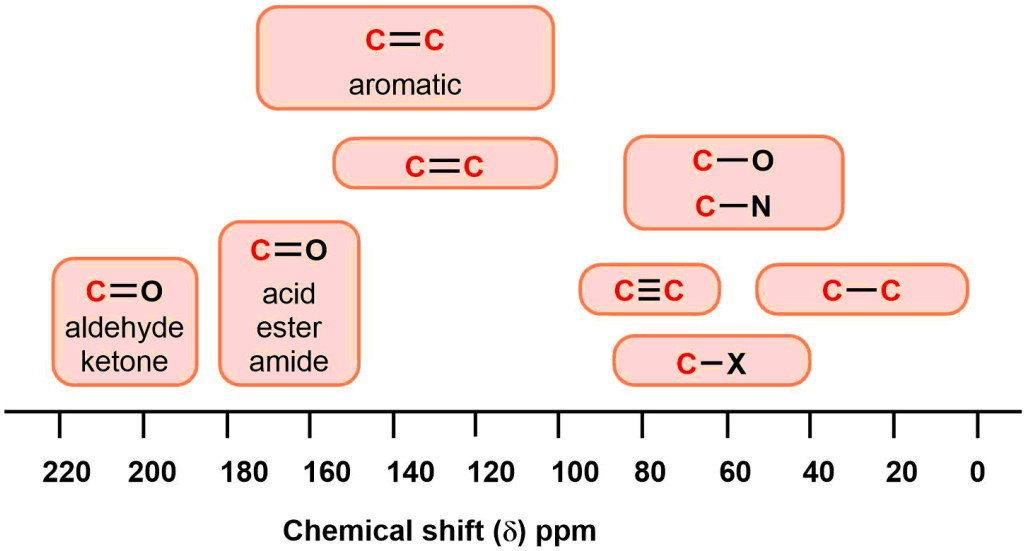
allylic
^3J = 3–11 Hz
(depends on dihedral angle)



geminal
^2J = 0.5–3 Hz

G0-8

Arabic Syr (Syria)



G0-9

Arabic Syr (Syria)

Table Frequency Absorption IR

Intensity	Absorption Frequency Region (cm^{-1})	Type of Vibration	Functional Group
Alcohol			
strong, broad	3600–3200	(stretch, H-bonded)	O–H
strong, sharp	3700–3500	(stretch, free)	
strong	1150–1050	(stretch)	C–O
Alkane			
strong	3000–2850	stretch	C–H
variable	1480–1350	bending	
Alkene			
medium	3100–3010	stretch	=C–H
strong	1000–675	bending	
variable	1680–1620	stretch	C=C
Halide Alkyl			
strong	1400–1000	stretch	C–F
strong	800–600	stretch	C–Cl
strong	600–500	stretch	C–Br
strong	500	stretch	C–I
Alkyne			
strong, sharp	3300	stretch	C–H
variable, not present in symmetrical alkynes	2260–2100	stretch	C≡C

G0-10

Arabic Syr (Syria)

Table Frequency Absorption IR

Amine			
medium (primary amines have two bands; secondary amines have one band, often very weak)	3500–3300	stretch	N–H
medium-weak	1360–1080	stretch	C–N
medium	1600	bending	N–H
Aromatic			
medium	3100–3000	stretch	C–H
medium-weak, multiple bands	1600–1400	stretch	C=C
Carbonyl			
strong	1820–1670	stretch	C=O
Acid			
strong	1725–1700	stretch	C=O
strong, very broad	3300–2500	stretch	O–H
strong	1320–1210	stretch	C–O
Aldehyde			
strong	1740–1720	stretch	C=O
medium, two peaks	2850–2820 & 2750–2720	stretch	C–H
Amide			
strong	1690–1640	stretch	C=O
unsubstituted have two bands	3500–3100	stretch	N–H
	1640–1550	bending	

G0-11

Arabic Syr (Syria)

Table Frequency Absorption IR

Anhydride			
two bands	1830–1800 & 1775–1740	stretch	C=O
Ester			
strong	1750–1735	stretch	C=O
two bands or more	1300–1000	stretch	C–O
Ketone			
strong	1725–1705	stretch	acyclic
strong	3-membered - 1850	stretch	cyclic
strong	4-membered - 1780	stretch	
strong	5-membered - 1745	stretch	
strong	6-membered - 1715	stretch	
strong	7-membered - 1705	stretch	
strong	1685–1665	stretch	α,β-unsaturated
wavenumbers lower to absorptions moves conjugation			
strong	1700–1680	stretch	aryl ketone
Ether			
strong	1300–1000 (1150–1070)	stretch	C–O
Nitrile			
medium	2260–2210	stretch	C≡N
Nitro			
strong, two bands	1560–1515 & 1385-1345	stretch	N–O

Q1-1

Arabic Syr (Syria)

القطتان الأجمل في تركيا : القطة فان وقطة أنقرة

الأجمل بين القطط , القطة فان والتي تعود الى سلالة صافية تعيش فقط في حوض بحيرة لاك . وقطة أنقرة التي تعود الى سلالة نقية ايضاً يطلق عليهما لقب قطط أنغورا. إن أهم ما يميز هذه القطط اختلاف لون عينيها

Van cat

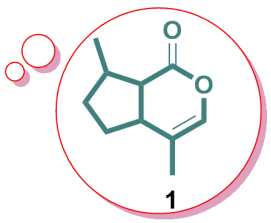
Ankara cat

Nepeta cataria (catnip)

القطط مثل البشر تتوتر وتغضب . وكما يفرح البشر بتأثير مادة الميلاتونين, ينخفض التوتر عند القطط وتشعر القطط بالسعادة عند تناولها لبعض المركبات الطبيعية . النيبتالاكتون مركب عضوي تم عزله من نبات الكاتينيب ,والذي يقوم بدور جاذب للقطط.النيبتالاكتون هو تيربن أحادي ثنائي حلقة يتألف من عشر ذرات كربون (مركب مشتق من ايزوبرين مع حلقتين متداخلتين: حلقي البنتان ومجموعة اللاكتون.

Cat eating catnip in the garden

Cat's dream



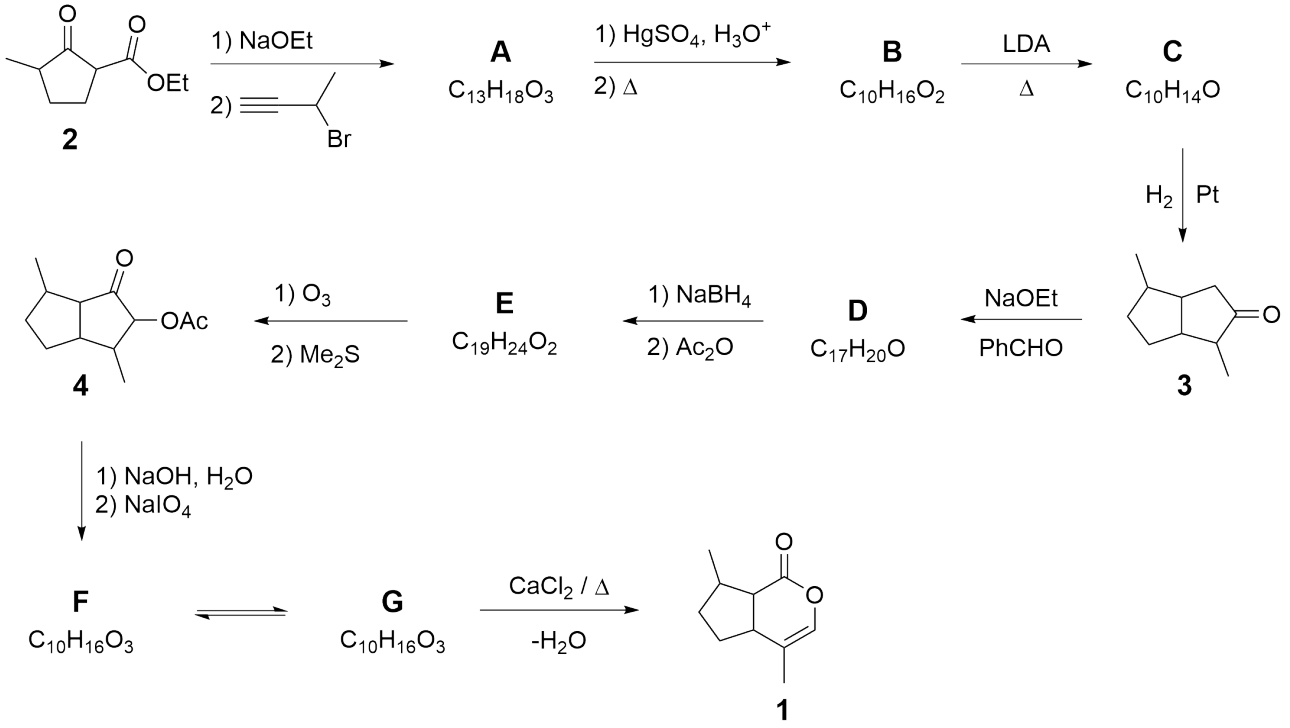
1

Nepetalactone

Q1-2

Arabic Syr (Syria)

الاصطناع الكلي لمركب النيبتالاكتون



1.1	يصف الشكل في الاعلى الاصطناع الكلي لمركب النيبتالاكتون.ارسم البنية للمركبات من **A-G** , لا داعي لتوضيح البنية الفراغية (stereochemical) لهذه المركبات.	14.0pt

توجيه:

المركب **A** يمتاز بامتصاص قوي وحاد عند ($3300\ cm^{-1}$) في طيف ما تحت الأحمر.

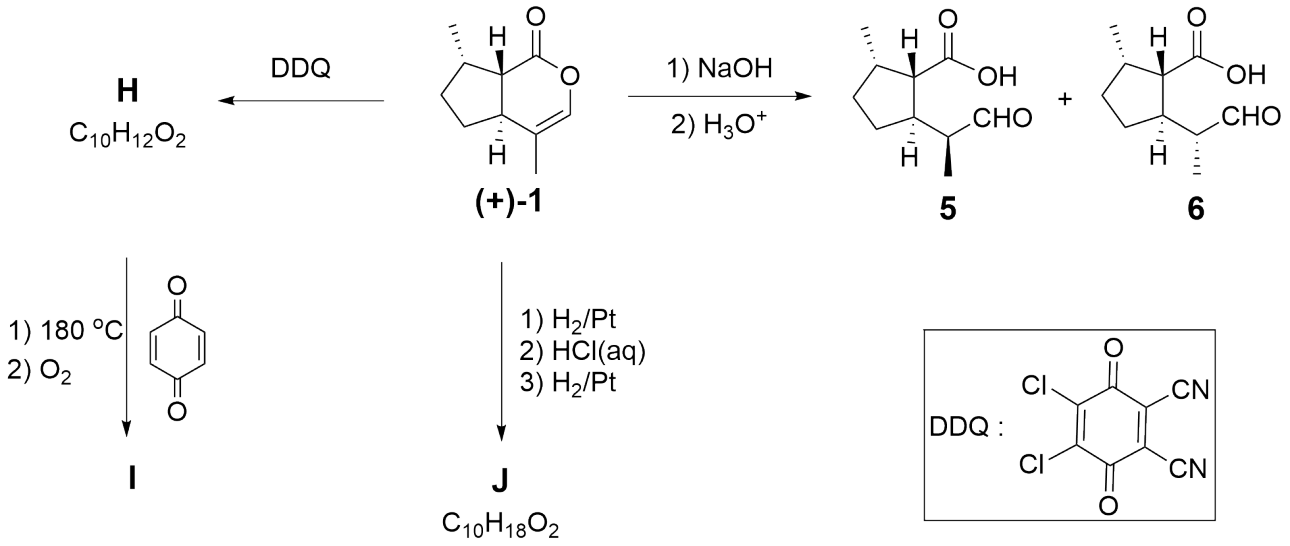
* **A, B** و **F** حلقات أحادية بينما **C**, **D**, **E** و **G** حلقات ثنائية.

*المركب **F** تظهر له ثنائية عند ($9.8\ ppm$) في مطيافية البروتون

Q1-3

Arabic Syr (Syria)

تفاعلات النيبتالاكتون



يتضمن الشكل العلوي بضع تفاعلات لاحد الاشكال الفعالة ضوئياً لمركب النيبتالاكتون المماكب **1** (enantiopure nepetalactone isomers). ثلاثة من منتجات التفاعل **5** و **6** و **J** استخدمت كمبيدات حشرية في الصناعة.

1.2 بالنسبة للعلاقة بين **5** و **6** ، أي من التالي صحيح؟ ضع علامة في المربع بجانب الإجابة (الإجابات) الصحيحة في أوراق الإجابة الخاصة بك. 4.0pt

تفاعل المركب **1** مع DDQ يعطي مركباً عالي الترافق (highly conjugated) **H**. ايضاً التفاعل الحراري للديين **H** بوجود مركب (p-quinone) يعطي المركب **I** ذا الوزن الجزيئي 226.28 غرام/مول

1.3 ارسم الهيكل الكربوني للمركب **H**, **I** و **J** موضحاً الكيمياء الفراغية للمركب (stereochemistry). 6.0pt

توجيه:

*خلال تفاعل تشكل المركب **I** تحدث تفاعلات حلقية متسلسلة (pericyclic reactions) وتفاعلات اكسدة (بسبب وجود غاز الأوكسجين) وينطلق لدينا خلالها غاز معروف

* **j** يمتلك امتصاص قوي وعريض بين ($2500 - 3300\ cm^{-1}$) في مطيافية ما تحت الأحمر.

A1-1

Arabic Syr (Syria)

القطتان الأجمل في تركيا : القطة فان وقطة أنقرة

(14.0 pt) **1.1**

A	**B**
C	**D**
E	**F**
G	

A1-2

Arabic Syr (Syria)

(4.0 pt) **1.2**

- ☐ المماكبات (Enantiomers)
- ☐ المماكبات الغير متماثلة (Diastereomers)
- ☐ مطابق
- ☐ المماكبات الفراغية (Stereoisomers)

(6.0 pt) **1.3**

H	**I**
J	

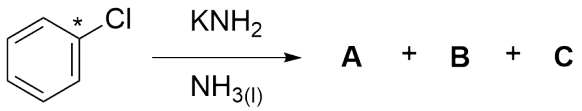
Q2-1

Arabic Syr (Syria)

قصة وسطي فعال

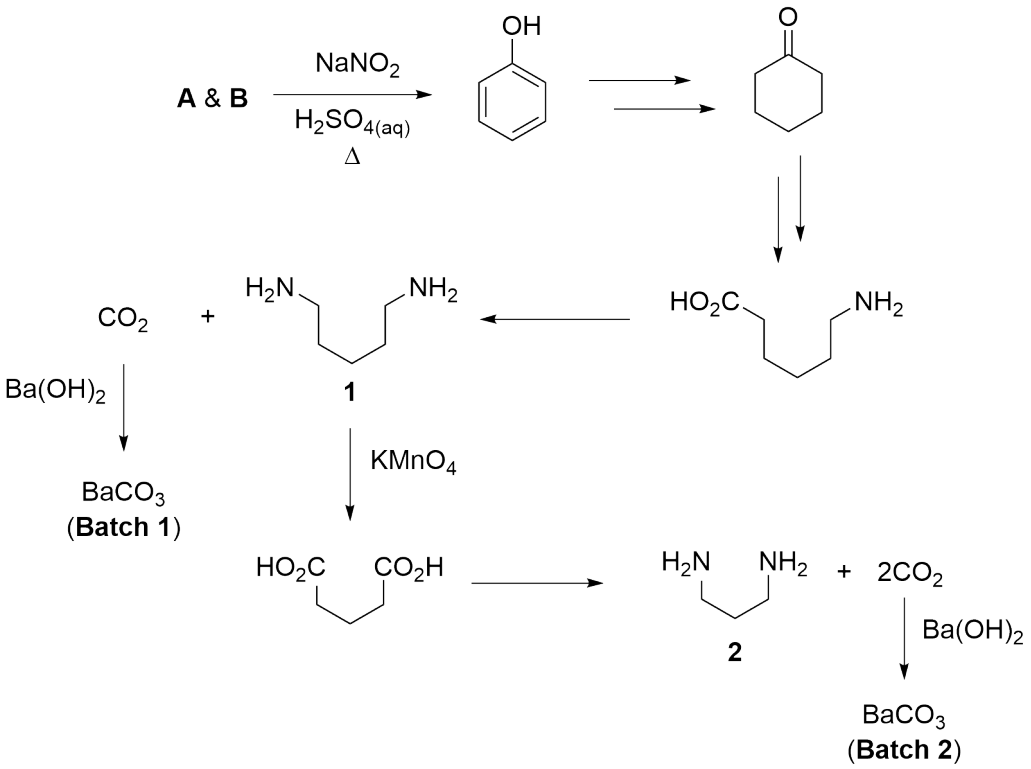
مركبات الأرين تشكل فئة خاصة من الجزيئات الوسيطة (intermediates) الفعالة. تم عرض أول إثبات تجريبي لبنية الأرين (بنزين) (benzyne) في عام 1953 عبر تجارب الوسم المبتكرة التي قام بها جون د. روبرتس وزملاؤه.

في إحدى هذه التجارب ، تم استخدام مركب كلورو بنزين ، الذي تم وسمه بالكربون 14 المشع في الموضع **1** ,ومفاعلته مع (KNH_2) في الأمونيا السائلة (NH_3) لإعطاء كميات متساوية تقريبًا من المتماكبات النظائرية **A** و **B** جنبًا إلى جنب مع الملح غير العضوي **C**. يحصل هذا التفاعل عن طريق تكوين أرين وسيطي **D**.



2.1	ارسم البنية الهيكلية للمركبات **A** , **B** , **D** و اعطِ صيغة **C** . حدد مواضع الكربون المشع 14 (الكربون) بوضع علامة النجمة (*) كلما أمكن ذلك.	7.0pt

تم تحليل المركبات الموسومة بالكربون 14 عن طريق تجارب التحلل للمركبات (ذرات الكربون الموسومة لم تظهر ضمن هياكل المركبات المدروسة). تم فحص النشاطات الإشعاعية للمركبات الوسيطة والمنتجات النهائية.

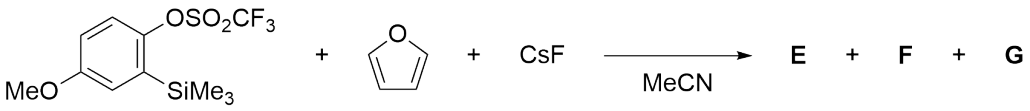


Q2-2

Arabic Syr (Syria)

2.2	**ضع علامة** في المربعات المناسبة في ورقة الإجابة عن المنتجات الوسيطة والمنتجات التي تتوقع أن تبدي نشاطًا إشعاعيًا	9.0pt

بهدف تسهيل الحصول على الأرين ، طور كوباياشي وزملاؤه بروتوكول خاص بتحضير الأرين الناتج عن الفلورايد. باستخدام هذه الطريقة ، يتفاعل مشتق البنزن **3** مع الفوران (**4**) في وجود CsF ، مما يؤدي إلى تكوين **E** و **F** و **G**.



3 **4**

• التحليل العنصري للمركب **E** اعطى القيم التالية: 75.8٪ كربون و 5.8٪ هيدروجين و 18.4٪ أكسجين.

•لا يحتوي **E** على بروتون قابل للاستبدال مع (D_2O) في مطيافية الرنين المغناطيسية للبروتون.

• **F** مركب أيوني.

2.3	حدد بنية المركبات **E** و **F** و **G** (بدون ذكر تفاصيل الكيمياء الفراغية للمركبات).	8.0pt

في حالة غياب النيكليوفيلات أو عوامل كبح (للحالة الانتقالية)، يمكن أن تخضع الأرينات لتفاعلات تحلق ثنائي الجزء من النوع [2 + 2] أو تحلق ثلاثي الجزء [2 + 2 + 2] في حال وجود الظروف المناسبة. يمكن للمشتق الأريني الذي تم الحصول عليه عند معالجة **3** بمكافئ واحد لـ CsF في MeCN ، أن يعطي من حيث المبدأ أربعة مركبات مختلفة (ثنائية وثلاثية الجزيئة) (**K – H**).

• **H** لديه مستويان اثنان للتناظر

• المركب **I** من المتوقع أن يظهر 21 إشارة في طيف الرنين المغناطيسي للكربون13 .

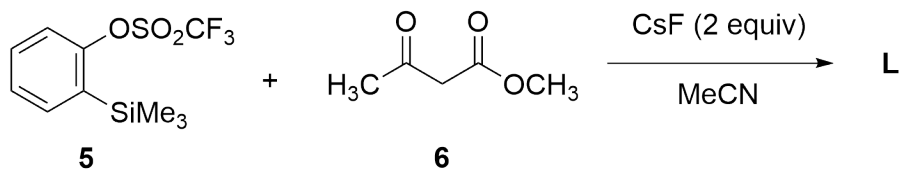
• يظهر كل من **I** و **J** قيمة ($m/z = 318.1$) في طيف الكتلة.

2.4	حدد البنية الهيكلية للمركبات **H-K**	16pt

عندما يتفاعل المركب **5** مع β -كيتوايستر **6** في وجود 2 مكافئ منCsF عند 80 درجة مئوية ، يتم الحصول عليه **L** كمنتج رئيسي. بيانات 1H-NMR و 13C-NMR للمركب **L** ، المسجلة في المحل ($CDCl_3$)، هي كالآتي:

• 1H-NMR: δ 7.79 (dd, *J* = 7.6, 1.5 Hz, 1H), 7.47–7.33 (m, 2H), 7.25–7.20 (m, 1H), 3.91 (s, 2H), 3.66 (s, 3H), 2.56 (s, 3H) ppm.

• 13C-NMR: δ 201.3, 172.0, 137.1, 134.4, 132.8, 132.1, 130.1, 127.5, 51.9, 40.2, 28.8 ppm.



5 **6**

Q2-3

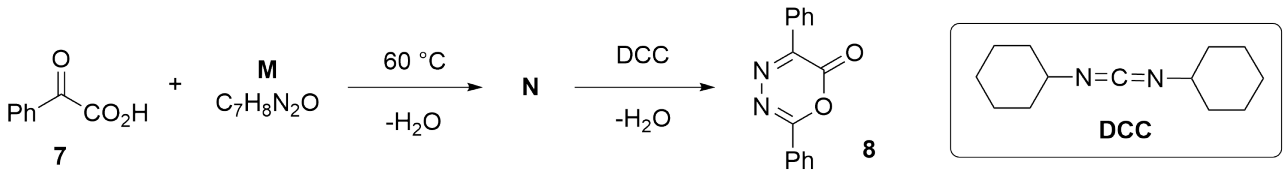
Arabic Syr (Syria)

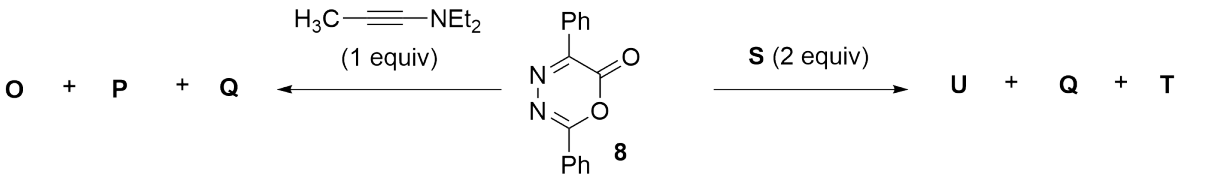
2.5	حدد البنية الهيكلية للمركب **L**	5.0pt

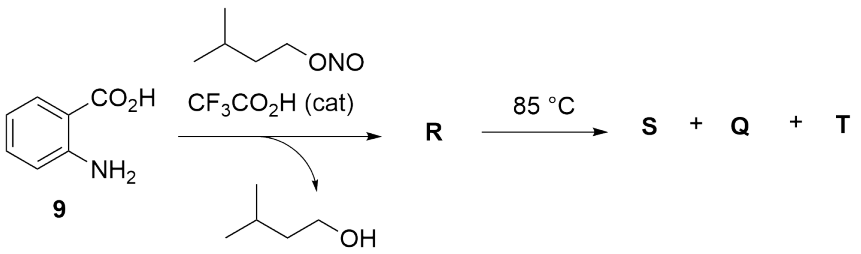
2.6	في التفاعل المذكور في **2.5** ، أي من العبارات الموجودة في ورقة الإجابة تصف وظيفة CsF؟ • الـ PK_a لمركب HF و β -كيتواستر **6** في ثنائي ميثيل سلفوكسيد (DMSO) حوالي 15 و 14 على التوالي	4.0pt

أظهر مشتق الديازابيرون (Diazapyrone) 8 أنه مادة تفاعلية مفيدة لبناء مجموعة متنوعة من الهياكل الحلقية. تم وصف تحضيره من حمض فينيل غليوكسيليك **(7)** واستخدامه في تفاعلين مختلفين أدناه.

- **Q** و **T** هي غازات في الشروط العادية.
- **O** و **P** مماكبات هيكلية.
- **Q** ليس لديها أي إشارات في طيف الأشعة تحت الحمراء.
- تسخين 1 مول من **R** عند 85 درجة مئوية يولد مول واحد من المركب الوسطي **S**.
- تفاعل **8** مع مكافئين لـ **S** يعطي **U** و **Q** و **T**.







ملاحظات:

equiv= equivalent

cat= catalyst

Q2-4

Arabic Syr (Syria)

2.7	حدد البنى الهيكلية للمركبات **M-U**	28.0pt

A2-1

Arabic Syr (Syria)

قصة وسطي فعال

(7.0 pt) **2.1**

B	A
D	**C**

(9.0 pt) **2.2**

Considering only **B**:		Considering only **A**:	
Compound **1**	☐	Compound **1**	☐
$BaCO_3$ (Batch **1**)	☐	$BaCO_3$ (Batch **1**)	☐
Compound **2**	☐	Compound **2**	☐
$BaCO_3$ (Batch **2**)	☐	$BaCO_3$ (Batch **2**)	☐

A2-2

Arabic Syr (Syria)

(8.0 pt) **2.3**

F	**E**
	G

(16.0 pt) **2.4**

I	**H**
K	**J**

A2-3

Arabic Syr (Syria)

(5.0 pt) **2.5**

L

(4.0 pt) **2.6**

F^- hydrolyzes the trifluoromethanesulfonate (O_3SCF_3) group of **5**.	☐
F^- attacks the –$SiMe_3$ group of **5**.	☐
F^- acts as a base to deprotonate of **6**.	☐
F^- acts as a nucleophile and attacks the ester group of **6**.	☐

A2-4

Arabic Syr (Syria)

(28.0 pt) **2.7**

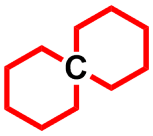
N	**M**
Q	**O and P**
S	**R**
U	**T**

Q3-1

Arabic Syr (Syria)

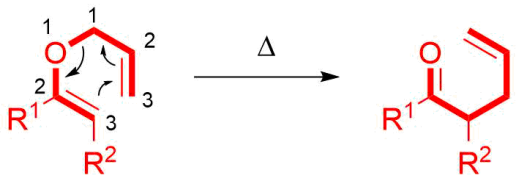
(±)-Coerulescine

مركب السبيرو هو عبارة عن مركب عضوي يحتوي على حلقات مرتبطة ببعضها بواسطة ذرة كربون (ذرة كربون ظاهرة بشكل غامق في الشكل أدناه). نظام السبيرو [بيروليدين-3،3'- أوكسيندول] ([spiro[pyrrolidin-3,3'-oxindole) هو بنية هيكلية مدمجة في عدة قلويدات خلوية ومركبات غير طبيعية. Coerulescine **(1)** و horsfilineهما أبسط أعضاء النموذج الأولي من هذه الفئة الفرعية التي تظهر نشاطًا بيولوجيًا متنوعًا ويمكن اصطناعها من خلال المسار الموضح أدناه.



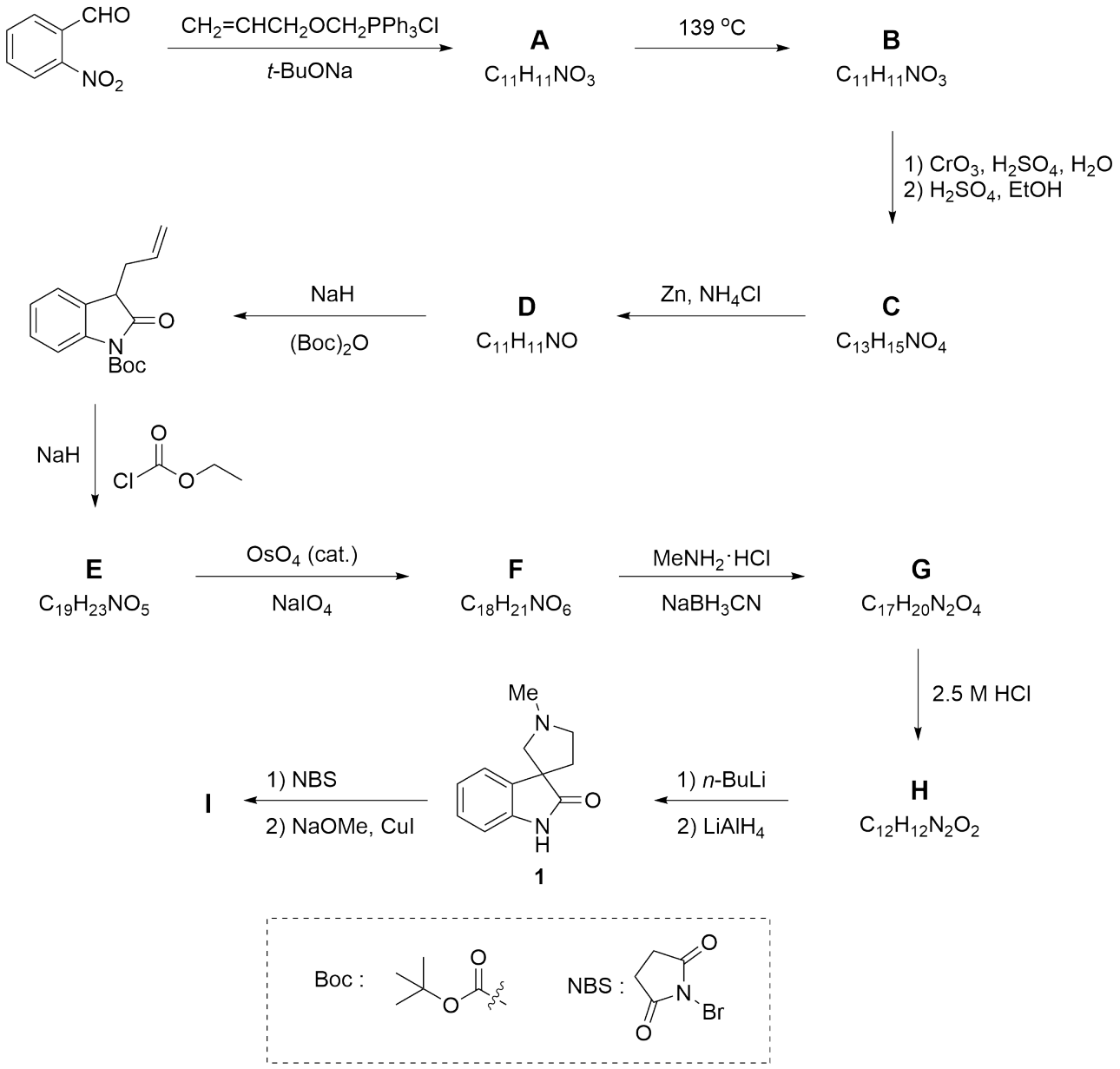
إعادة ترتيب Claisen ، وهو عبارة عن إعادة ترتيب سيغما تروبيك [3،3] ، هو تفاعل ممتاز لتشكيل رابطة كربون-كربون يتم فيه تحويل أثير فينيل الأليل ether vinyl allyl حرارياً إلى مركب كربونيل غير مشبع كما هو موضح في المخطط أدناه. عند تسخين المركب **A** ، يخضع لإعادة ترتيب Claisen ليعطي مركب الكربونيل **B**.

بالنسبة لهذه المجموعة من الأسئلة ، يمكن إعطاء إجاباتك بدون أي تفاصيل عن الكيمياء الفراغية.



Q3-2

Arabic Syr (Syria)



Q3-3

Arabic Syr (Syria)

3.1	**ارسم** البنية الهيكلية للمركبات من **A** حتى **B**. • **A** هو مزيج غير قابل للفصل يضم المماكبات الهندسية سيس وترانس . • للمركب **B** امتصاص اللأشعة تحت الحمراء عند ($1726\ cm^{-1}$)	8.0pt

3.2	**ارسم** البنية الهيكلية للمركبات **C**, **D** ,**E** و **F.** • للمركبات من D إلى F بنية ثنائية الحلقة .	16.0pt

3.3	**اختر** الترتيب الصحيح لخطوات تحويل **F** إلى **G.**	4.0pt

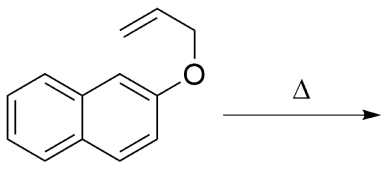
3.4	أرسم البنية الهيكلية للمركبات **G** و **H** (كلاهما مركبان من النوع سبيرو)	8.0pt

3.5	ارسم البنية الهيكلية للمركب الوسطي الناتج عن مفاعلة مركب n-BuLi في الخطوة **H → coerulescine (1)**	5.0pt

المركب **Coerulescine (1)**، عند مفاعلته مع (N-bromosuccinimide (NBS)، يعطي مشتق برومي، والذي عند التسخين باستخدام ميثوكسيد الصوديوم في وجود يود النحاسي يعطي المركب **horsfiline (I)** بمردود 60 %.

3.6	**اختر** البنية الصحيحة للمركب **I** بما يتفق مع المعطيات الطيفية للرنين المغناطيسي للبرتون δ :7.05 (d, *J* = 1.4 Hz, 1H), 6.78 (d, *J* = 8.0 Hz, 1H), 6.72 (dd, *J* = 8.0, 1.4 Hz, 1H) ppm.	5.0pt

3.7	عندما يتم تسخين الأليل ايتر للمركب 2 -نافتول تتم عملية إعادة ترتيب sigmatropic. **اكتب** البنية للمنتج الرئيسي المعزول عن هذا التفاعل.	5.0pt



A3-1

Arabic Syr (Syria)

(±)-Coerulescine

(8.0 pt) **3.1**

B

A

(16.0 pt) **3.2**

D

C

F

E

A3-2

Arabic Syr (Syria)

(4.0 pt) **3.3**

Imine formation, then reduction, then amidation	☐
Amidation, then imine formation, then reduction	☐
Reduction, then amidation, then imine formation	☐

(8.0 pt) **3.4**

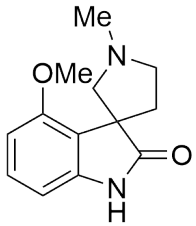
H	**G**

(5.0 pt) **3.5**

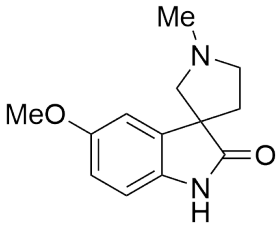
A3-3

Arabic Syr (Syria)

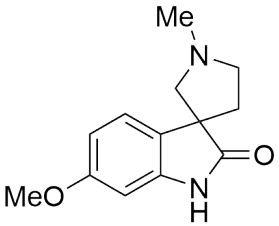
(5.0 pt) **3.6**



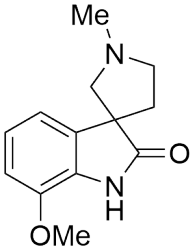
☐



☐



☐



☐

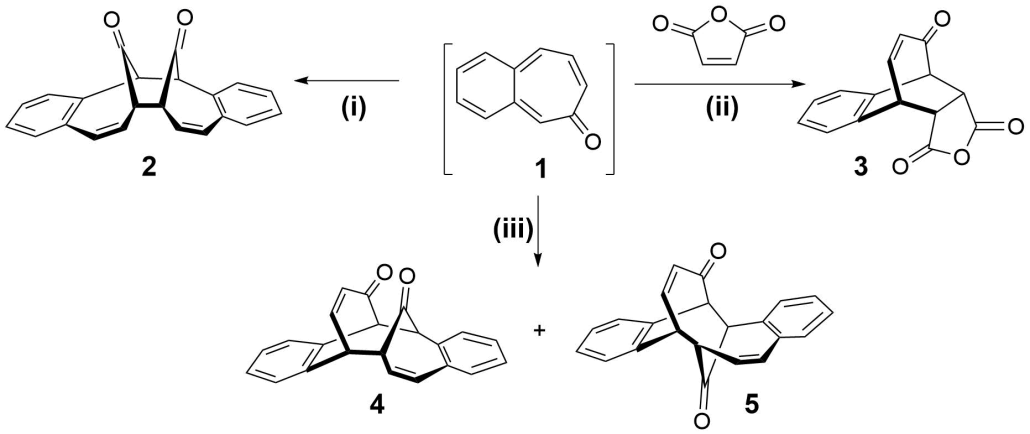
(5.0 pt) **3.7**

Q4-1

Arabic Syr (Syria)

التناظر مهم

هناك العديد من التفاعلات في الكيمياء العضوية التي تمر عبر حالات انتقالية حلقية ويتم تصنيفها على أنها تفاعلات حلقية. تُستخدم قواعد Woodward-Hoffmann ، التي طورها روبرت B.Wwardward و Hoffmann Roald ، لترشيد الجوانب الكيميائية الفراغية وطاقة التنشيط للتفاعلات الحلقية.



قواعد وودورد-هوفمان				
	التحليق الالكتروني Electrocyclic reactions		**التحليق بالاضافة Cycloadditions**	
عدد الالكترونات	Thermal (Δ)	Photochemical ($h\nu$)	Thermal (Δ)	Photochemical ($h\nu$)
4*n* (n = 1, 2, ..)	Conrotatory (con)	Disrotatory	Disfavored	Favored
4*n*+2 (n = 1, 2, ..)	Disrotatory (dis)	Conrotatory	Favored	Disfavored

4.1 املأ الجدول للتفاعلات من i إلى iii أو النواتج من 2 إلى 5 — 12.0pt

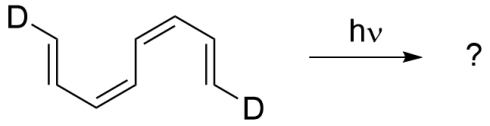
هناك ثلاثة إيزومرات بنزووتروبون محتملة. على الرغم من عزل اثنين من أيزومرات البنزوتروبون ، لم يتم عزل 3،4 بنزوتروبون (benzotropone) (1). ترتبط عدم استقراريته إلى بنية (o-quinoidal) للمركب 1 بسبب عدم امتلاكه لسداسية الكترونية (sextet) في حلقة البنزن.

4.2 ارسم بنية ايزوميرات البنزوتروبن المستقرة A (الذي يمتلك 6 قمم في طيف الكربون 13) و B (الذي يمتلك 11 قمة في طيف الكربون 13) — 6.0pt

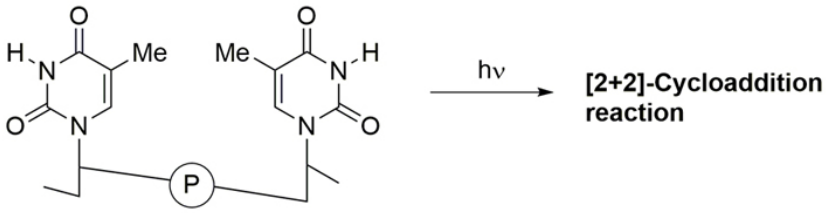
Q4-2

Arabic Syr (Syria)

4.3 6.0pt عندما يتفاعل التتراين التالي (tetraene) تحت شروط كيمياضوئية، يتشكل المركب أو المركبات المتناظرة المسموحة من ثلاث حلقات مختلفة الحجم وذلك طبقا لقواعد وودورد-هوفمان. أشر إلى الجواب الصحيح

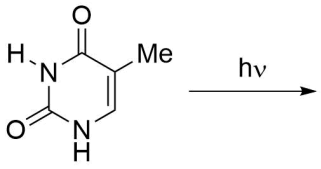


Prof. Dr. Aziz Sancar



تم منح جائزة نوبل في الكيمياء 2015 بشكل مشترك للعالم التركي عزيز سانكار والعالم السويدي توماس ليندال والعالم الأمريكي بول مودريتش عن "دراساتهم لآلية إصلاح الحمض النووي". قد تخضع قواعد البيريميدين الموجودة في الحمض النووي لتفاعل كيماضوئي [2 + 2] - تفاعل تحليق بالاضافة ([2+2]-cycloaddition reaction) (انظر الشكل أعلاه) مع ضوء الأشعة فوق البنفسجية الذي يصل إلى جلد الشخص ، مما يؤدي إلى تلف الحمض النووي ، والذي قد يؤدي في النهاية إلى سرطان الجلد. ركز البحث الذي أجراه الأستاذ عزيز سنكار على آلية إصلاح الحمض النووي لهذا النوع من الضرر.

الثايمين **(T)** هو أحد القواعد النووية التي يمكن أن تخضع لمثل هذا التفاعل الكيمياضوئي مع ضوء الأشعة فوق البنفسجية. دعونا نفترض أن لدينا محلولاً من الثايمين الحر الذي تعرض للإشعاع فوق البنفسجي.



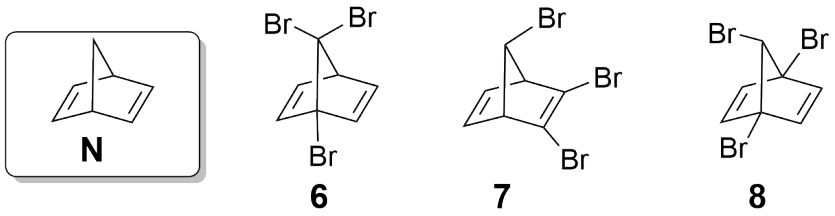
T

4.4 16.0pt بالنظر إلى الكيمياء الفراغية، **ارسم** بنى جميع المنتجات الممكنة لهذا التفاعل بين جزيئين من الثايمين الحر. ضع دائرة حول المركب (المركبات) الذي يمتاز بفعالية ضوئية (chiral). يكفي رسم enantiomer واحد فقط من زوج enantiomeric . يرجى ملاحظة أن الروابط C = C فقط هي التي تشارك في هذا التفاعل.

Q4-3

Arabic Syr (Syria)

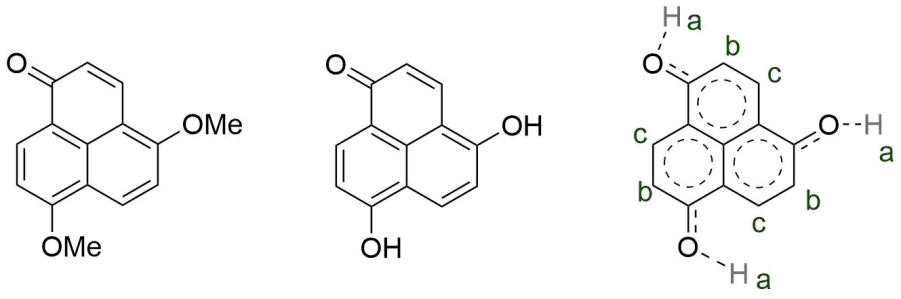
مجموعة واسعة من المشتقات المهلجنة للنوربورندين (norbornadiene) (N) معروفة في المنشورات العلمية. يحتوي Tribromo-norbornadiene ($C_7H_5Br_3$) على ستة ايزومرات غير فعالة ضوئياً (achiral) من النوع meso . فيما يلي ثلاثة من هذه الايزومرات (6 و 7 و 8).



4.5	كم عدد القمم التي تتوقعها من أطياف الكربون 13 (13C-NMR) للأيزومرات 6 و 7 و 8؟ املأ المربعات التالية.	9.0pt

4.6	ارسم البنى الأيزوميرات الغير فعالة ضوئياً (meso-achiral) المتبقية للنوربورنادين ($C_7H_5Br_3$) (C ، D و E) بالإضافة إلى 6-8 فوق الأرقام المعينة في المربعات.	9.0pt

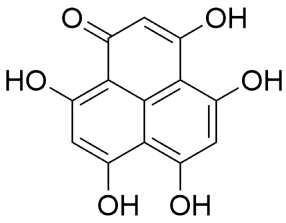
طيف الرنين المغناطيسي النووي للأيتر 9 معقد. مجموعتان -MeO مختلفتان كما هو الحال مع جميع ذرات الهيدروجين في الحلقات. ومع ذلك ، يشكل ثنائي الفينول 10 طيف رنين مغناطيسي بسيط للغاية وهناك ثلاثة أنواع فقط من البروتونات (التي تم تمييزها على أنها a و b و c). يظهر في الشكل 11 بنية مستديرة معقولة مسؤولة عن جميع بنى الرنين وتناظره .



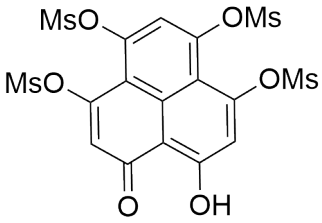
4.7	كم عدد القمم التي تتوقعها من أطياف الكربون 13 والبرتون لكل من 12 و 13؟	8.0pt

Q4-4

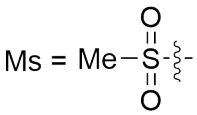
Arabic Syr (Syria)



12



13



A4-1

Arabic Syr (Syria)

التناظر مهم

(12.0 pt) **4.1**

Reaction	Product	[? + ?] cycloaddition	$h\nu$ or Δ
i	**2**		
ii	**3**		
iii	**4**		
	5		

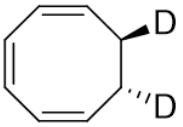
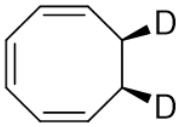
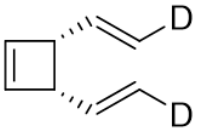
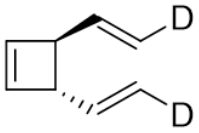
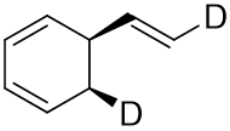
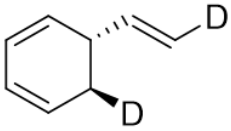
(6.0 pt) **4.2**

A	**B**

A4-2

Arabic Syr (Syria)

(6.0 pt) **4.3**

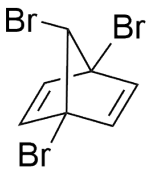
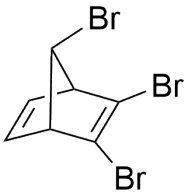
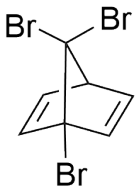
☐		☐	
☐		☐	
☐		☐	

(16.0 pt) **4.4**

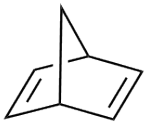
A4-3

Arabic Syr (Syria)

(9.0 pt) **4.5**

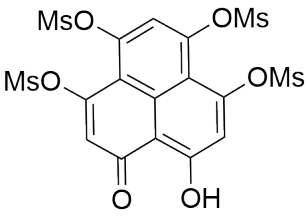
8	7	6
		

(9.0 pt) **4.6**

E	D	C
		

(8.0 pt) **4.7**

13

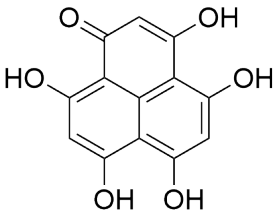


Ms = $MeSO_2$

..... signals in ^{13}C-NMR

..... signals in ^{1}H-NMR

12



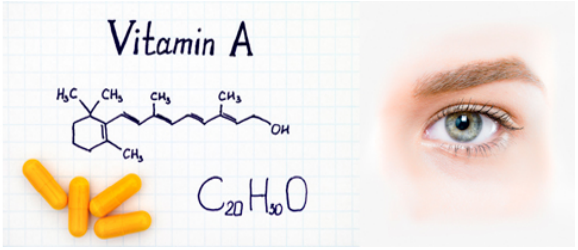
..... signals in ^{13}C-NMR

..... signals in ^{1}H-NMR

Q5-1

Arabic Syr (Syria)

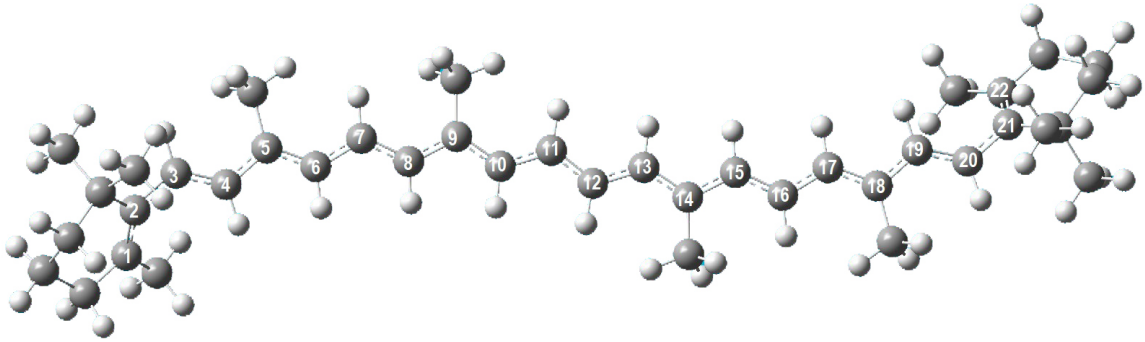
قونية، الجزر، بيتا-كاروتين، فيتامين A ، النظام المناعي، الرؤية



كان (الرومي) شاعراً صوفياً كبيراً عاش أيامه في مدينة قونية في القرن الثالث عشر. يعود الارتباط غير المباشر لقونية مع الكيمياء إلى أن هذه المدينة تؤمن 65% من إنتاج البلاد من الجزر الذي نحصل منه على فيتامينات أساسية (فيتامين A).

يُعد الجزر مصدراً أساسياً لـ ،كاروتين-β الذي يعطي النبات لونه البرتقالي.الجزيء هو صباغ أحمر-برتقالي نجده بصورة طبيعية في النباتات والفواكه وهو طليعة الفيتامين A الكاروتينوئيدي. يجري تحويله إلى الفيتامين A الذي يعد مهماً للنمو والتطور الطبيعي والجهاز المناعي وعملية الرؤية.

لـ -βكاروتين سلسلة ممتدة من البولين (polyene) تضم 22 ذرة كربون. وهي جملة π مترافقة تتناوب فيها الروابط البسيطة والمضاعفة. يقع طول الموجة الأعظم للامتصاص أي (λ_{max})عند 455nm. سوف نفترض أن كل الروابط بين C_1 وC_{22} مترافقة. يوجد 22 إلكترون π في الجزيء الموضح في الشكل 1.



الشكل 1: تمثيل بالكرات والقضبان لبنية الـ .كاروتين-β

تمثل الكرات الرمادية ذرات الكربون، بينما البيضاء ذرات الهيدروجين. تعود ذرات الكربون المرقمة إلى القسم من الجزيء الحاوي على إلكترونات π المترافقة.

بتقريب أولي، سنفترض أن إلكترونات المدارات C-2Pz ، التي تكون متعامدة على مستوي الجزيء، تتحرك على كامل الجزيء من دون أي تآثر فيما بينها. أي إن الإلكترونات هي بمثابة جسيمات مستقلة عن بعضها ومحصورة ضمن الجزيء على امتداد المحور x في بُعد واحد. هذه الخصائص للإلكترونات π تؤهلها لكي تُعامل وفق نموذج مبسط معروف باسم نموذج **الجسيم في صندوق أحادي البعد**.

Q5-2

Arabic Syr (Syria)

إن التابع الموجي وطاقات المستويات المكماة لإلكترون يتحرك في صندوق أحادي البُعد ذي كمونات لامنتهية للجدران معطاة كمايلي:

$$\Psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin \frac{n\pi x}{L} \quad \text{(Eq.1)}$$

حيث n هو العدد الكمومي ∞ ....n=1,2,3,4، و L هو طول الصندوق.

$$E_n = \frac{n^2 h^2}{8 m_e L^2} \quad \text{(Eq.2)}$$

في حالة بُعدين، وضمن تقريب الجسيمات المستقلة، يجري التعبير عن التابع الموجي على أنه جداء توابع موجية أحادية البعد، أما الطاقة في الصندوق ثنائي البعد فيعبر عنها على أنها مجموع طاقات أحادية البعد. تُعطى طاقة المستويات لصندوق مستطيل ثنائي البعد كما يلي:

$$E_{n_x,n_y} = [\frac{n_x^2}{L_x^2} + \frac{n_y^2}{L_y^2}]\{\frac{h^2}{8m_e}\} \quad \text{(Eq.3)}$$

حيث n_x, n_y هما أعدد كمومية وهي أعداد صحيحة موجبة. L_x, L_yهما بعدا الصندوق في النموذج 2D ثنائي البعد. وهما أعداد موجبة.

5.1	أي اثنتين من الجمل المعطاة أدناه صحيحة؟ اختر فقط جواباً واحداً على ورقة الإجابة.	13.0pt

إن جزيء الـ كاروتين-β برتقالي اللون لأنه:

(i) يمتص في المجال المرئي من الطيف الكهرطيسي

(ii) يحصل الانتقال LUMO ← HOMO عن طريق امتصاص فوتون تحت أحمر IR

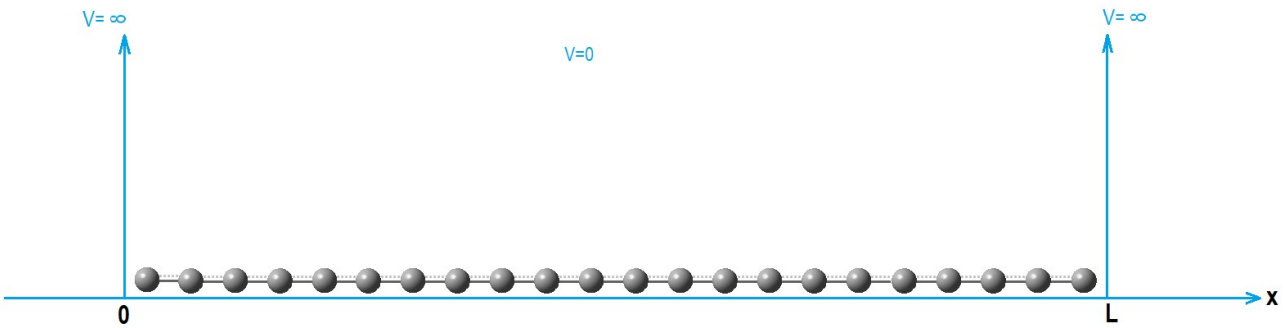
(iii) إن التباعد بين المستويين الطاقيين 22 و 23 يساوي طاقة فوتون تحت الأحمر IR عند طول موجة البرتقالي

(iv)إنه يمتص الضوء الأخضر/ الأزرق ويعكس اللون أحمر/أصفر

(v)إنه يمتص في المجال المرئي وفوق البنفسجي لأنه ليس للجزيء عزم ثنائي قطب

لنفترض أن القسم المترافق من الجزيء خطي، على الرغم من أنّ هذا كثير البعد عن الحقيقة، ولنعالجه وفق نموذج الجسيم ضمن صندوق كما هو موضح في الشكل 2. في هذه الحالة، يمكن تقريب طول الصندوق إلى $L=1.40\times n_C$ مقدراً بالـ Å، حيث n_C عدد ذرات الكربون في القسم المترافق.

استعمل هذه المعلومة لتحل الأسئلة 5.2–5.6.



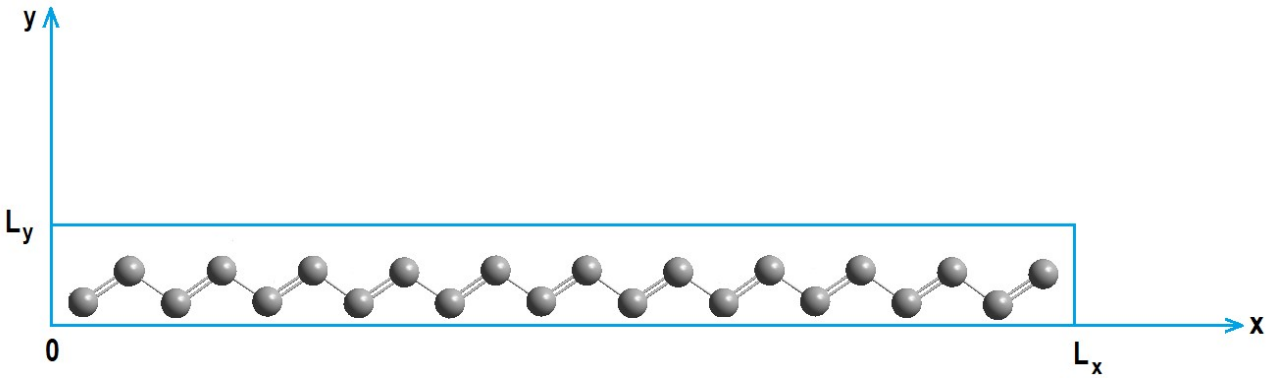
الشكل 2. تمثيل للقسم المترافق الخطي من ذرات الكربون في الـβ كاروتين في صندوق أحادي البعد بطول L

Q5-3

Arabic Syr (Syria)

5.2	**احسب** الطاقة مقدرة بالجول لأخفض مستويين طاقيين.	13.0pt
5.3	**ارسم** التابعين الموجيين لأخفض مستويين طاقيين باختيارك لتسميات مناسبة للمحور x	15.0pt
5.4	**ارسم تقريبياً** مخطط المستويات الطاقية حتى n=4 مع إظهار التباعدات النسبية بين المستويات	8.0pt
5.5	احسب الطاقة الكلية لكافة المستويات π مقدرة بالجول؟	12.0pt
5.6	احسب الطول الموجي مقدراً بالـ nm الذي يحصل عنده الانتقال بين أعلى مستوى طاقي ممتلئ وأخفض مستوى طاقي فارغ.	10.0pt

استعمل نموذج الجسيم ضمن صندوق ثنائي البعد لتجيب عن الأسئلة 5.7–5.8.



الشكل 3. تمثيل لذرات الكربون المترافقة في جزيء الـ β كاروتين ضمن صندوق ثنائي البعد.

لنفترض أن القسم المترافق مكون من ذرات كربون جميعها trans بالنسبة لبعضها. سندرس حركة الإلكترونات π ضمن صندوق مستطيل ثنائي البعد L_x = 26.0 Å و L_y = 3.0 Å كما في الشكل 3.

5.7	**احسب** بالجول طاقتي أعلى مستوى طاقي ممتلئ وأخفض مستوى طاقي فارغ. والطول الموجي مقدراً بالنانومتر nm للانتقال الحاصل بينهما.	17.0pt
5.8	ماذا ينبغي أن تكون قيمة L_x مقدرة بالـ Å حتى يمتص الجزيء عند λ_{max}=455 nm إذا حافظنا على L_y ثابتاً عند 3.0Å افترض أن الأعداد الكمومية للـ HOMO و LUMO بقيت ذاتها التي استعملتها في السؤال السابع 5.7	12.0pt

A5-1

Arabic Syr (Syria)

كونيا، جزر، بيتا-كاروتين، فيتامين A ، النظام المناعي، الرؤية

(13.0 pt) **5.1**

a) i and ii ☐	**b)** i and iii ☐	**c)** i and iv ☐	**d)** i and v ☐
e) ii and iii ☐	**f)** ii and iv ☐	**g)** ii and v ☐	**h)** iii and iv ☐
j) iii and v ☐	k) iv and v ☐		

(13.0 pt) **5.2**

الحسابات:

(15.0 pt) **5.3**

A5-2

Arabic Syr (Syria)

(8.0 pt) **5.4**

(12.0 pt) **5.5**

A5-3

Arabic Syr (Syria)

(10.0 pt) **5.6**

الحسابات:

(17.0 pt) **5.7**

الحسابات:

A5-4

Arabic Syr (Syria)

(12.0 pt) **5.8**

Q6-1

Arabic Syr (Syria)

الترموديناميك من خلال رحلة بين النجوم

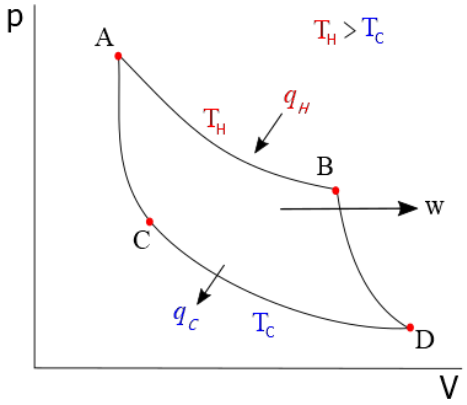
الجزء الاول

في هذا الفضاء الافتراضي، تساهم كمية مجهولة من جزيئات ثنائي البوران (B_2H_6) في التفاعل التالي:

$$B_2H_6(g) + 6\ H_2O(l) \rightarrow 2\ H_3BO_3(s) + 6\ H_2(g)$$

نفترض ان كمية (H_3BO_3) الناتجة من هذا التفاعل في هذا الفضاء الافتراضي قد تصعدت بشكل كامل (تحولت من صلب إلى بخار) عند الدرجة 300 كيلفن. وعلى فرض أنه تم الحصول على كمية الطاقة اللازمة للتصعد من خلال العمل المحرر من **دورة واحدة** لمحرك حراري مثالي يجري بداخله مول واحد من غاز مثالي وحيد الذرة كما هو موضح في مخطط الدورة التالي وكذلك في الشكل المرفق.

- من A إلى B: تمدد متساوي الحرارة عكوس يستقبل (250 kJ) من خلال نقل الحرارة (q_H) عند درجة الحرارة (T_H) (1000 K) من مصدر حار.
- من B إلى D: تمدد أديباتيك (كظوم) عكوس
- من D إلى C: انضغاط متساوي الحرارة عكوس عند درجة الحرارة (T_C) (300 K) يحرر كمية من الحرارة (q_C) إلى مصب بارد.
- من C إلى A: انضغاط أديباتيك عكوس



بعد نقل الحرارة، يتم تحرير الطاقة المتبقية على شكل عمل (W). هنالك ايضا علاقة تربط بين من q_H و q_C مع T_H و T_C كما يلي

$$\frac{|q_H|}{|q_C|} = \frac{T_H}{T_C}$$

يمكن ايجاد كفاءة الدارة من خلال تقسيم العمل المحرر (W) من الدارة على كمية الحرارة الممتصة من الدارة (q_H).

تعطى تغيرات الانتالبية للتفاعلات التالية عند درجة الحرارة (300 K).

Q6-2

Arabic Syr (Syria)

$\Delta_r H$**(1)= -1326 kJ mol**$^{-1}$	(1) $B_2H_6(g) + 6\ Cl_2(g) \rightarrow 2\ BCl_3(g) + 6\ HCl(g)$
$\Delta_r H$**(2)= -112.5 kJ mol**$^{-1}$	(2) $BCl_3(g) + 3\ H_2O(l) \rightarrow H_3BO_3(g) + 3\ HCl(g)$
$\Delta_r H$**(3)= -493.4 kJ mol**$^{-1}$	(3) $B_2H_6(g) + 6\ H_2O(l) \rightarrow 2\ H_3BO_3(s) + 6\ H_2(g)$
$\Delta_r H$**(4)= -92.3 kJ mol**$^{-1}$	(4) $\frac{1}{2}\ H_2(g) + \frac{1}{2}\ Cl_2(g) \rightarrow HCl(g)$

6.1	احسب الانتالبية المولية للتصعد لـ(H_3BO_3) مقدرة بـ($kJ\,mol^{-1}$) عند درجة الحرارة (300 K)	5.0pt
6.2	احسب الطاقة الداخلية ($\triangle_r U$) مقدرة بـ($kJ\ mol^{-1}$) عند درجة الحرارة (300 K) للتفاعلات (2) و (4) المعطاة سابقاً (مع فرض سلوك الغاز المثالي لكل غاز في كل تفاعل)	12.0pt
6.3	احسب كمية العمل الكلي المنتج من المحرك الحراري ($\|W\|$) مقدراً بواحدة الجول وكذلك احسب كمية الحرارة الكلية المحررة إلى المصب البارد ($\|q_C\|$) مقدرة بواحدة الجول.	6.0pt
6.4	احسب كفاءة المحرك الحراري الموصف اعلاه	3.0pt
6.5	احسب تغير الانتروبية (ΔS) للعمليات من A إلى B وكذلك من D إلى C في المحرك الحراري مقدرة بـ ($J\ K^{-1}$)	6.0pt
6.6	احسب تغير طاقة جيبس (ΔG) مقدرة بالجول للعمليات من A إلى B وكذلك من D إلى C في المحرك الحراري مقدرة بالجول.	6.0pt
6.7	احسب نسبة الضغط عند النقطة A إلى الضغط عند النقطة B في الدارة. (الضغط القياسي 1 بار)	5.0pt
6.8	احسب كمية ($H_2(g)$) مقدرة بالمول والمنتجة بالتفاعل المعطى في بداية المسألة وأثناء دورة واحدة للمحرك.	3.0pt

الجزء الثاني:

يمكننا القيام برحلة بين النجوم باستخدام ثنائي البوران كوقود صاروخي. احتراق ثنائي البوران يعطى بالمعادلة التالية:

$$B_2H_6\ (g) + 3O_2\ (g) \rightarrow B_2O_3\ (s) + 3H_2O\ (g)$$

تم اختبار احتراق ثنائي البوران في حاوية مغلقة ذات حجم 100 لتر عند درجات حرارة مختلفة وتم تسجيل شروط التوازن.

Q6-3

Arabic Syr (Syria)

9005 K	8930 K	
0.49 mol	0.38 mol	$B_2H_6(g)$
0.20 mol	0.20 mol	**H_2O**

تم تثبيت الضغط الجزئي للأوكسجين ($O_{2\,(g)}$) عند 1 بار وتمت المحافظة عليه ثابتا عند كل الشروط.على فرض أنه في هذا الفضاء المزعوم: ($\triangle_r S^o$) و ($\triangle_r H^o$) مستقلان عن درجة الحرارة، والانتروبية المولية القياسية (S^o) لـ ($B_2O_3(s)$) لاتتغير مع الضغط، ونعتبر أن كل الغازات تسلك سلوك الغازات المثالية، ,ان كل المواد تبقى في نفس الحالة بدون أي تفكك مستقبلي قبل أو بعد التفاعل، عند كل درجات الحرارة، والمطلوب:

6.9 احسب (K_p) عند 8930 K و 9005 K — 8.0pt

6.10 احسب تغير طاقة جيبس ($\Delta_r G^o$) للتفاعل مقدرة بـ ($kJ\ mol^{-1}$) عند درجة الحرارة 8930 كيلفن و 9005 كيلفن — 6.0pt
(إذا لم تستطع حساب (K_p) استعمل القيم التالية: $K_p(8930\,K) = 2$، $K_p(9005\,K) = 0.5$**)**

6.11 احسب تغير طاقة جيبس ($\Delta_r G^o$) للتفاعل مقدرة بـ ($kJ\ mol^{-1}$)، ($\Delta_r H^o$) للتفاعل مقدرة بـ ($kJ\ mol^{-1}$)، ($\Delta_r S^o$) للتفاعل مقدرة بـ ($J\ mol^{-1}K^{-1}$) عند درجة الحرارة 298 كيلفن — 6.0pt
(إذا لم تستطع حساب (K_p) استعمل القيم التالية: $K_p(8930\,K) = 2$، $K_p(9005\,K) = 0.5$**)**

6.12 ضع إشارة أمام الجواب الصحيح في الجدول بتحديد فيما إذا كانت تفاعلات الاحتراق تلقائية أو لا عند درجة الحرارة المعطاة عند الضغط النظامي ا بار — 8.0pt

6.13 احسب انتالبية التشكل $\Delta_f H$ مقدرة بـ ($kJ\ mol^{-1}$)، والانتروبية القياسية S^o مقدرة بـ ($kJ\ mol^{-1}K^{-1}$) لـ $H_2O(g)$ مستعملا القيم المعطاة في الجدول التالي. — 6.0pt
احسب تغير طاقة جيبس ($\Delta_r G^o$) للتفاعل مقدرة بـ ($kJ\ mol^{-1}$)، ($\Delta_r H^o$) للتفاعل مقدرة بـ ($kJ\ mol^{-1}$)، ($\Delta_r S^o$) للتفاعل مقدرة بـ ($J\ mol^{-1}K^{-1}$) عند درجة الحرارة 298 كيلفن
(إذا لم تستطع حساب ($\Delta_r H^o$) و ($\Delta_r S^o$) للاحتراق استعمل القيم التالية:
$\Delta_r H^o = 1000\,kJ.mol^{-1}$، $\Delta_r S^o = 150\,J\,K^{-1}\,mol^{-1}$**)**

S° (298 K)	Δ_fH (298 K)	
0.23 kJ mol^{-1} K^{-1}	36.40 kJ mol^{-1}	B_2H_6 (g)
0.16 kJ mol^{-1} K^{-1}	0.00 kJ mol^{-1}	O_2 (g)
0.05 kJ mol^{-1} K^{-1}	–1273 kJ mol^{-1}	B_2O_3 (s)

A6-1

Arabic Syr (Syria)

الترموديناميك من خلال رحلة بين النجوم

6.1 (5.0 pt)

أظهر الحسابات

6.2 (12.0 pt)

أظهر الحسابات

6.3 (6.0 pt)

أظهر الحسابات

A6-2

Arabic Syr (Syria)

(3.0 pt) **6.4**

أظهر الحسابات

(6.0 pt) **6.5**

أظهر الحسابات

(6.0 pt) **6.6**

أظهر الحسابات

A6-3

Arabic Syr (Syria)

(5.0 pt) **6.7**

أظهر الحسابات

(3.0 pt) **6.8**

أظهر الحسابات

A6-4

Arabic Syr (Syria)

(8.0 pt) **6.9**

أظهر الحسابات

A6-5

Arabic Syr (Syria)

(6.0 pt) **6.10**

أظهر الحسابات

(6.0 pt) **6.11**

أظهر الحسابات

A6-6

Arabic Syr (Syria)

(8.0 pt) **6.12**

	ممكن (Favored)	غير ممكن (Unfavored)
298 K	☐	☐
8930 K	☐	☐
9005 K	☐	☐
9100 K	☐	☐

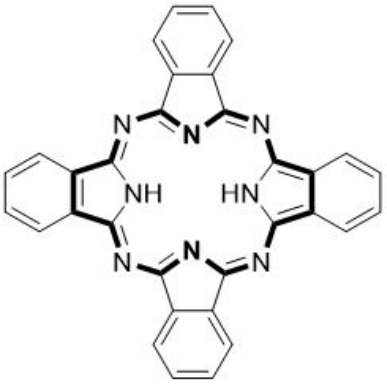
(6.0 pt) **6.13**

أظهر الحسابات

Q7-1

Arabic Syr (Syria)

فتالوسيانين



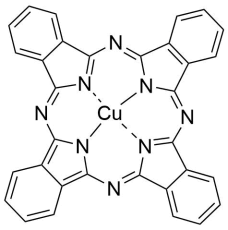
1

Emeritus Professor Özer Bekaroğlu

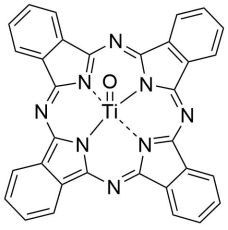
تم اشتقاق المصطلح فتالوسيانين (Pc) من الاصل اليوناني (نافتا) والتي تعني زيت الصخر، والسيانين تعني الازرق الغامق. ويعتبر العالم التركي Bekaroğlu Özer المؤسس لكيمياء الفتالوسيانين في تركيا.

يعتبر الفتالوسيانين اللامعدني ($1,\ H_2Pc$) جزيئة ضخمة مستوية احادية الحلقة ولها الصيغة ($(C_8H_4N_2)_4H_2$)

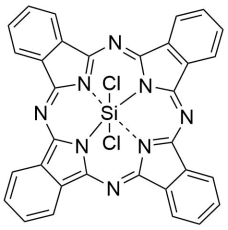
7.1	كم عدد الالكترونات π الموجودة في المنطقة الغامقة لـ H_2Pc في المركب 1 الموضح أعلاه؟	4.0pt



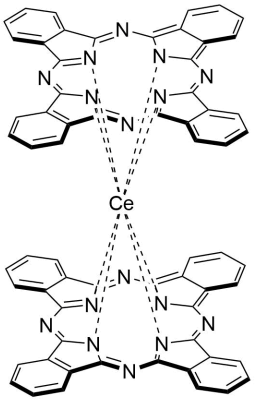
CuPc
2



TiOPc
3



$SiCl_2Pc$
4



$Ce(Pc)_2$
5

Q7-2

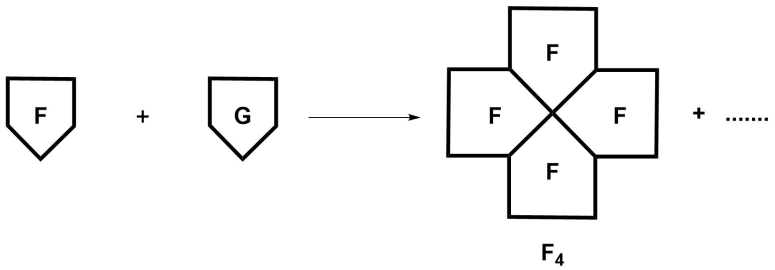
Arabic Syr (Syria)

يسمى Pcs الحاوي على شاردة أو شاردتين معدنيتين بالفتالوسيانين المعدني (MPcs) والذي له بنية فراغية مختلفة عن المعطاة أعلاه

7.2	أكمل الجدول في ورقة الاجابة بتحديد رقم التساند للذرة المركزية في المركبات من 2 إلى 5	8.0pt
7.3	أكمل الجدول في ورقة الاجابة بتحديد رقم الاكسدة لكل معدن (Cu, Ti, Ce) في المركبات 2 و3g و 5	6.0pt
7.4	أكمل الجدول في ورقة الاجابة بتحديد البنية الفراغية للمركبات من 2 إلى 5	8.0pt
7.5	أكمل الجدول في ورقة الاجابة بتحديد الخاصية المغناطيسية للمركبات من 2 إلى 5 • استخدم الحرف p للخاصية البارامغناطيسية و d للخاصية الديمغناطيسية	8.0pt
7.6	اكتب التوزيع الاكتروني للحالة المستقرة لشاردة السيليكون (Si) في المركب **4**، و**أوجد** كل الاعداد الكمومية للالكترونات 2p في حالتها المستقرة	14.0pt

يتشكل الفتالوسيانين اللامعدني (H_2Pc, 1) بشكل عام من تفاعل التحليق الرباعي للفتالونتريل. ومن ناحية أخرى، تمتلك مركبات Pcs متبادلات مختلفة وتدعى اللامتناظرة، والتي يمكن ان تحضر عن طريق التحليق الاحصائي لمركبي فتالونتريل مختلفين. ولا تمتلك هذه الطريقة اي انتقائية والمركب الناتج هو مزيج من كل الايزوميرات الممكنة.

7.7	ارسم المركبات الممكنة والتي يمكن أن تنتج في طريقة التحليق الاحصائي باستعمال F و G. إذا كانت هنالك ستريوايزوميرات سمّها على أنها سيس أو ترانس • F و G تمثلان مركبات فتالونتريل مختلفة ومتناظرة • أحد هذه المركبات هو F_4 والمعطى أدناه • ارسم بقية النواتج بطريقة مشابهة لشكل F_4	19.0pt



F_4

تستخدم مركبات Pcs كمحفزات ضوئية في المعالجة الديناميكية الضوئية (PDT) للسرطان وذلك لامتصاصها القوي في المجال المرئي وكذلك معامل الامتصاص المولي العالي. تتكون PDT من ثلاثة اقسام رئيسية: المحفز الضوئي، الضوء، الاوكسجين. جميعها منفردة غير سامة ، لكن مع بعضها ينشأ تفاعل كيمياضوئية ينتج عنه توليد الاوكسجين الفردي السام ($^1O_2$ cytotoxic singlet oxygen) والذي يدمر الخلايا السرطانية

Q7-3

Arabic Syr (Syria)

المقصود بالتعددية الفردية للأكسجين

multiplicity $^1O_2$

- يتم تعريف تعددية مستوى الطاقة على أنه 2S + 1
- إذا كان هنالك عزمي دوران متوازيين (↑↑)، S=1، وإذا كان عزمي الدوران متعاكسين (↑↓) ، S=0

7.8	ارسم مخطط المدارات الجزيئية (MO) لجزيء الأكسجين في الحالة الفردية singlet بحيث تكون طاقة جزيء الاكسجين ($^1O_2$) أخفض ما يمكن. واحسب رتبة الرابطة • لا توجد إلكترونات مفردة في هذه الحالة!	12.0pt

7.9	إذا كان طول موجة الضوء اللازم لإثارة الاكسجين من الحالة الثلاثية (triplet oxygen) الى الاكسجين في الحالة الفردية (singlet oxygen) هي 1270 نانومتر، احسب الطاقة مقدرة بالكيلوجول لكل مول والتي نحتاجها لهذا الانتقال	6.0pt

A7-1

Arabic Syr (Syria)

Phthalocyanines

(4.0 pt) **7.1**

The number of π-electrons in an H_2Pc:

(8.0 pt) **7.2**

Cerium ion	Silicon ion	Titanium ion	Copper ion	Central ion
				Coordination number

(6.0 pt) **7.3**

5	3	2	Metal in compounds
			Oxidation number

(8.0 pt) **7.4**

Compound	Geometry
	Octahedral
	Square prism
	Square pyramidal
	Square planar

A7-2

Arabic Syr (Syria)

(8.0 pt) **7.5**

Magnetic property	Compound
	2
	3
	4
	5

(14.0 pt) **7.6**

Electron configuration:

m_s	m_1	l	n	
				Quantum numbers for 2p electrons:

A7-3

Arabic Syr (Syria)

(19.0 pt) **7.7**

Products:

A7-4

Arabic Syr (Syria)

(12.0 pt) **7.8**

MO diagram:

Bond order:

(6.0 pt) **7.9**

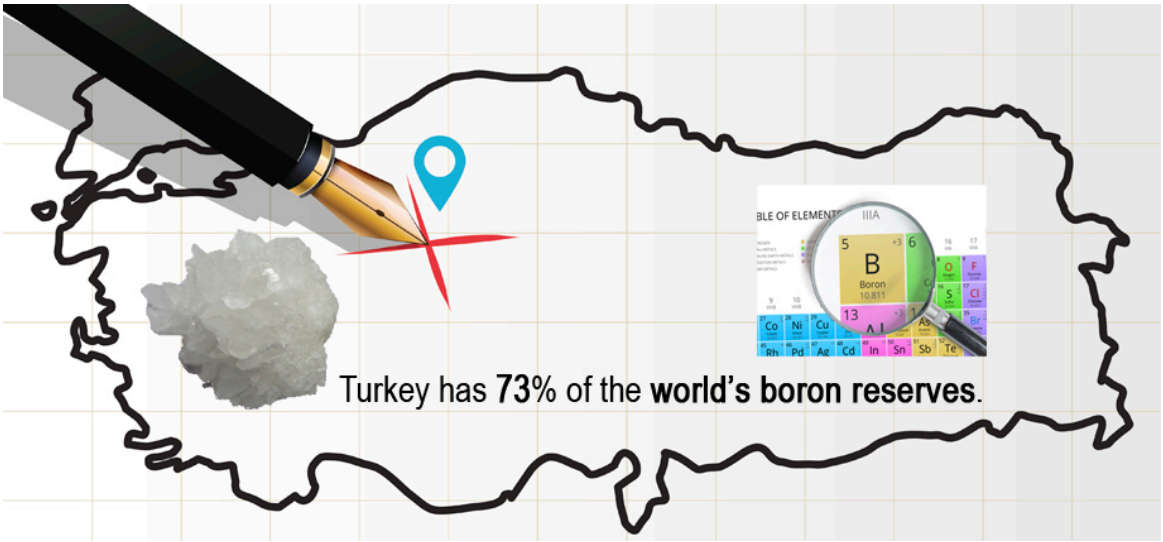
calculation: you Show

Energy = ... kJ/mol

Q8-1

Arabic Syr (Syria)

مركبات البور وتخزين الهيدروجين



يعد $NaBH_4$ وبوران الأمونيا (BNH_6) من أكثر المركبات الكيميائية دراسة لتخزين الهيدروجين. في هذا السؤال، سوف نستكشف كيمياء البور واستعمال مركبات البور في تخزين الهيدروجين.

البوراكس ($Na_2B_4O_7{\cdot}nH_2O$) هو فلز للبور وهو يُنتج من قبل شركة ETI التركية. يمكن تحضير $NaBH_4$ من إرجاع البوراكس منزوع الماء بمعدن الصوديوم تحت ضغط عال من غاز الهيدروجين وبوجود ثنائي أكسيد السيليسوم (السيليكا) عند 700 °C وهذا ما يُعرف باسم إجرائية Bayer باير. من جهة أخرى، جرى برهان أنه يمكن تحضير بوران الأمونيا (BNH_6) من تفاعل $NaBH_4$ مع كبريتات الأمونيوم في رباعي هيروفوران الجاف (THF) عند40 °C . (**مساعدة**: يجب أن يجري تحضير (BNH_6) تحت شفاط جيد التهوية لأنه يتشكل غاز قابل للاشتعال كأحد النواتج الثانوية للتفاعل).
بينما يُعدّ $NaBH_4$ مركباً أيونياً، فإنّ بوران الأمونيا هو مركب ضم من حمض وأساس لويس أي adduct.

8.1	**اكتب** معادلة كيميائية موزونة لتفاعل تحضير $NaBH_4$ ابتداء من البوراكس المنزوع الماء.	3.0pt
8.2	**اكتب** معادلة كيميائية موزونة لتفاعل تحضير بوران الأمونيا ابتداء من $NaBH_4$.	3.0pt
8.3	**ارسم** الهندسة الجزيئية لكل من الأيون BH_4^-والجزيء BNH_6.	4.0pt
8.4	**احسب** محتوى الهيدروجين في كل من $NaBH_4$ و BNH_6 كنسبة مئوية كتلية (wt%).	4.0pt

يمكن تحرير الهيدروجين المخزن في كلا المركبين من خلال تفاعلات تفكك بالمذيب solvolysis بوجود حفاز مناسب عند درجة حرارة الغرفة. عند التفكك يتحرر 4 و 3 مول من غاز H_2 نتيجة حلمهة مول واحد من $NaBH_4$ و BNH_6 على الترتيب، إضافة إلى تشكل أنيون الميتابورات metaborate الذي يضم روابط B-O.

Q8-2

Arabic Syr (Syria)

8.5	**اكتب** معادلة كيميائية موزونة لتفاعل حلمهة كل من من $NaBH_4$ و BNH_6 .	4.0pt

واحدة من أبسط ثنائيات البور المستقرة ثلاثي أكسيد ثنائي البور (B_2O_3) ويمكن أن تتشكل بورات أعلى مثل $B_3O_6^{3-}$ ذات بنية حلقية تضم روابط B-O . لأنّ B_2O_3 يُعدّ مركباً حمضياً، يمكن أن يتفاعل بسهولة مع الماء ليعطي حمض البور (H_3BO_3) . يعطي تفاعل $_3O_2B$ مع الأمونيا عند درجة حرارة عالية وضغط مرتفع مركب نتريد البور الثنائي البعد، إذ يتألف من صفائح مستوية تشبه الغرافيت تتناوب فيها ذرات البور B و الآزوت N .

8.6	**اكتب** معادلتين كيميائيتين موزونتين لتفاعلي تحضير حمض البور و نتريد البور.	4.0pt

8.7	**ارسم** البنى الجزيئية لأيون $B_3O_6^{3-}$ ، حمض البور، وصفيحة من نتريد البور ثنائية البعد. (**مساعدة**: أظهر على الأقل 10 ذرات من البور في بنية نتريد البور).	6.0pt

إضافة إلى ذلك، مركبات B-H التي تسمى البورانات هي صف مهم من مركبات البور. والبوران المستقر الأبسط هو ثنائي البوران B_2H_6والكثير من البورانات العليا يمكن تحضيرها من التفكك الحراري لثنائي البوران. يمكن تحضير ثنائي البوران من خلال تفاعل تغير الموضع metathesis لهاليد البور ومصدر لهيدريد.

8.8	**اكتب** معادلة كيميائية موزونة لتفاعل تحضير ثنائي البوران ابتداء من تفاعل BF_3 و $LiBH_4$. **مساعدة**: كلا الناتجين هما من مركبات البور.	3.0pt

8.9	**ارسم** الهندسة الجزيئية لجزيء ثنائي البوران. **مساعدة**: لا يوجد رابطة B-B في الجزيء.	2.0pt

إن البوران BH_3 جزيء غير مستقر وعالي التفاعلية. لذلك من غير الممكن عزله كما هو BH_3 تحت الشروط العادية. ولكن يمكن جعله مستقراً من خلال تفاعله مع أحادي أكسيد الكربون ليعطي كربونيل البوران (BH_3CO) ، وهو احد مركبات الضم adduct للبوران. يؤدي تحضير BH_3COدوراً مهماً في استكشاف كيمياء البورانات لأنه يشير إلى الوجود المحتمل لجزيء البوران.

8.10	**ارسم** مخططاً لبنية لويس النقطية الخاصة بجزيء BH_3CO تظهر فيها الشحنات الشكلية.	3.0pt

8.11	أي من العبارات الموجودة في ورقة الإجابة نشهدها في الرابطة C—O من جزيء CO عند تشكل الرابطة بين BH_3 و CO ؟ ضع اشارة في المربع الصحيح	2.0pt

يتألف البورازين من وحدات B—Nحلقية أحادية وثنائية الروابط فضلاً عن ذرات هيدروجين مرتبطة بهذه الذرات ولها الصيغة $B_3N_3H_6$ وهي مماثلة بالبنية للبنزن. يمكن تحضير البورازين باستعمال إجرائية ثنائية الخطوة تضم تحضير مشتقات للبورازين ثلاثية الاستبدال بالكلور بشكل متناظر $B_3N_3H_3Cl_3$ من تفاعل كلوريد الأمونيوم مع ثلاثي كلوريد البور، ثم يتبع ذلك إرجاع $B_3N_3H_3Cl_3$ بواسطة $LiBH_4$ في THF .

Q8-3

Arabic Syr (Syria)

8.12	**اكتب** معادلتين كيميائيتين موزونتين لمرحلتي تحضير البورازين ابتداء من كلوريد الأمونيوم في الـ THF (رباعي هيدرو الفوران). **مساعدة:** يسمح THF باستقرار أحد النواتج عبر تشكل مركب ضم adduct حمض-أساس لويس.	4.0pt

8.13	ارسم البنية الجزيئية لكل من البورازين ومشتقه الكلوري الثلاثي الاستبدال على نحو متناظر.	4.0pt

الحفازات هي مركبات تسرع من التفاعلات بجعلها تحصل وفق طريق ذي طاقة أخفض. يجري تحديد الفعالية التحفيزية لحفاز ما من خلال قياس تواتر الدوران frequency turnover (TOF) وهو يُحسب بتقسيم كمية مولات الناتج على عدد مولات الحفاز الفعال والزمن :

(TOF = mole product/(mole catalyst x time))

جرت حلمهة نموذجية لـ BNH_6 في 10.0 mL من الماء باستعمال BNH_6 بتركيز 100.0 mM و 5.0 mg من حفاز CuPt/C (جسيمات نانونية من خليطة CuPt محمولة على أسود الكربون وتحوي 8.2 wt% Pt وهي نسبة مئوية وزنية من ذرات البلاتين). جرى توليد 67.25 mL من غاز الهيدروجين خلال 5 دقائق.

8.14	بفرض أن تفاعل التحفيز قد جرى ضمن الشروط النظامية (ضغط 1atm و درجة حرارة 273.15K) ، **احسب** TOF للحفاز CuPt/C مقدراً بالـ min^{-1} وذلك **باستعمال فقط ذرات البلاتين** لحلمهة BNH_6 وذلك اعتماداً على حجم غاز الهيدروجين المتولد.	4.0pt

نتيجة لتحليل بلوري معمق لجسيمات نانوية من خليطة محضرة من Cu_xPt_y (يشير الدليل إلى النسب المئوية المولية للذرات في بنية الخليط)، تبين أن ذرات البلاتين تشكل بنية واحدية fcc ثم يُستعاض عن ذرات البلاتين الموجودة على وجوه المكعب fcc بذرات النحاس لتشكيل جسيمات نانوية من خليطة الإزاحة Cu_xPt_y. اعتماداً على هذه المعلومة، أجب عن الأسئلة التالية.

8.15	**حدد** تركيب الجسيمات النانوية للخليطة من خلال إيجاد x و y في تركيب الخليط Cu_xPt_y .	2.0pt

8.16	**ارسم** شكلاً يوضح الخلية الواحدية للجسيمات النانوية للخليطة Cu_xPt_y تظهر فيه مواضع الذرات في الخلية الواحدية.	2.0pt

8.17	خليطة أخرى لها التركيب Cu_2Pt_1 . افترض أن الخليطة لها أيضاً بنية fcc بطول حرف قدره 380pm ولكن ذرات البلاتين والنحاس موزعة عشوائياً في المواقع الذرية. **احسب** كثافة الخليطة مقدرة بالـ g/cm^3 .	4.0pt

A8-1

Arabic Syr (Syria)

مركبات البور وتخزين الهيدروجين

(3.0 pt) **8.1**

(3.0 pt) **8.2**

(4.0 pt) **8.3**

(4.0 pt) **8.4**

A8-2

Arabic Syr (Syria)

(4.0 pt) **8.5**

(4.0 pt) **8.6**

(6.0 pt) **8.7**

$B_3O_6^{3-}$	حمض البور	نتريد البور

A8-3

Arabic Syr (Syria)

(3.0 pt) **8.8**

(2.0 pt) **8.9**

(3.0 pt) **8.10**

A8-4

Arabic Syr (Syria)

(2.0 pt) **8.11**

- ☐ ستصبح أطول لأنه سيكون هنالك منح راجع π من BH_3 إلى CO
- ☐ ستصبح أطول لأن CO تمنح إلكترونات رابطة π إلى BH_3
- ☐ تغير طفيف أو غير محسوس لأن CO يمنح إلكتروناته غير الرابطة لـ BH_3
- ☐ ستصبح أقصر لأن CO يمنح إلكترونات π^* مضادة للربط لـ BH_3

(4.0 pt) **8.12**

(4.0 pt) **8.13**

(4.0 pt) **8.14**

A8-5

Arabic Syr (Syria)

(2.0 pt) **8.15**

(2.0 pt) **8.16**

(4.0 pt) **8.17**

Q9-1

Arabic Syr (Syria)

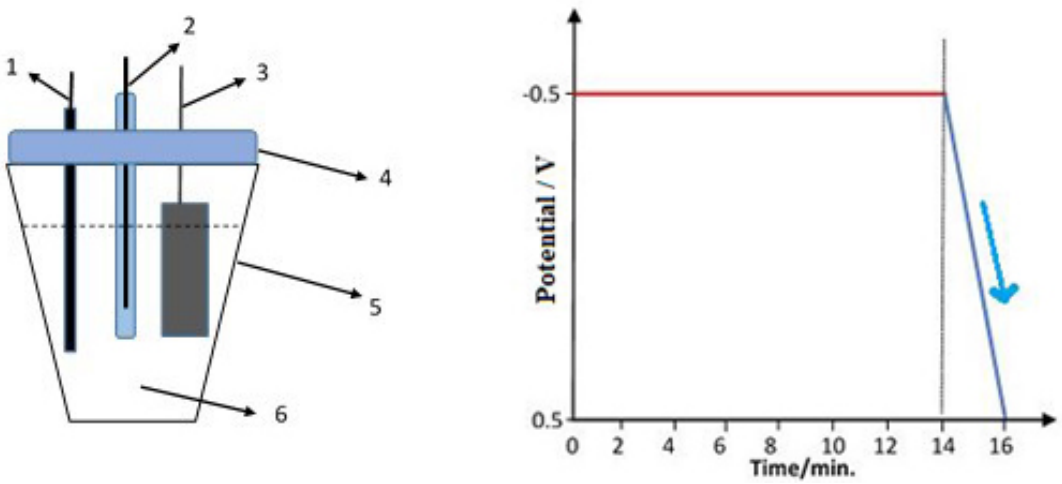
تكميم أيونات المعادن الثقيلة

من أجل التحليل الكمي لأيونات المعادن الثقيلة في مصنع يضم أحواضاً من المياه العادمة (الصرف الصحي)، جرى اتباع الخطوات التالية من قبل محلل عند 298K

المرحلة1) جرى الحصول على عينات كل منها بسعة 10mL من خمس مناطق مختلفة من حوض مياه الصرف، ثم جرى مزجها في بيكر سعة 100mL تحت التحريك لمدة خمس دقائق باستعمال محرك مغناطيسي.

المرحلة2) جرى أخذ 10mL من محلول العينات في البيكر ذي السعة 100mL وأضيف إليها 142mg من كبريتات الصوديوم Na2SO4 أثناء التحريك المستمر، وتبع ذلك نقلها إلى خلية بثلاث إلكترودات (مساري) كما هو موضح في الشكل 1a . في الخلية الكهركيميائية هنالك سلك بلاتين، Ag/AgCl في KCl-3M وورقة من البلاتين بحيث تقوم هذه الإلكترودات على الترتيب بدور مسرى عامل، مسرى مرجعي، مسرى مضاد.

المرحلة3) جرى ربط هذه الإلكترودات إلى مقياس كمون وجرى تطبيق كمون ثابت قدره 0.50- فولت مقابل Ag/AgCl لمدة 14 دقيقة كما هو موضح في الشكل 1b (الخط الأفقي). سنفترض أن 14 دقيقة كافية لإكمال التفاعلات الكهركيميائية المتوقعة.



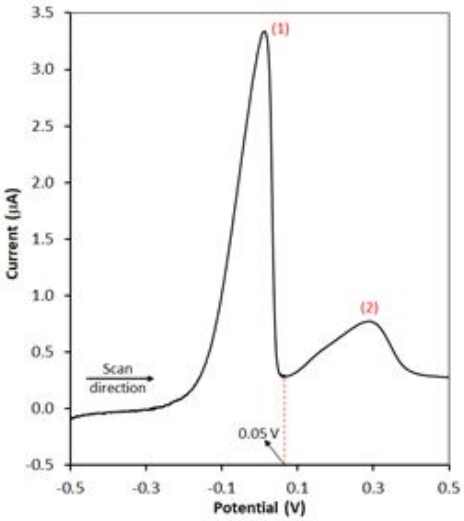
الشكل 1.a) الخلية الكهركيميائية؛ 1) المسرى العامل (سلك البلاتين)، 2) المسرى المرجعي Ag/AgCl في KCl-3M ، و 3) المسرى المضاد من ورقة البلاتين، 4) غطاء الخلية، 5) الخلية الكهركيميائية، 6) 10mL من محلول العينة. **(b)** تغير كمون المسرى العامل بدلالة الزمن. المحور y :يمثل الكمون بالـ V والمحور x يمثل الزمن بالدقيقة

المرحلة 4) جرى غسل الإلكترودات بالماء المقطر، ووضعت في خلية كهركيميائية تتضمن 10 مل من حمض الكبريت 0.1M وجرى مسح الكمون من 0.50- إلى 0.50+ فولت كما هو مبين في الشكل 1b (الخط النازل باتجاه الأسفل). تظهر تغيرات التيار بدلالة الكمون لهذه المرحلة في الشكل 2a وهي تشبه إلى حد كبير منظر جبل آرات، الجبل الأعلى في تركيا. انظر إلى الشكل 2b

Q9-2

Arabic Syr (Syria)

(a)



(b)

الشكل 2. (a مسح كمون الالكترود العامل بدلالة التيار في H_2SO_4 M 0.1 بعد المحافظة عليه ثابتاً عند الكمون V–0.50 في mL-10 من عينة ماء الصرف كما هو موضح في الشكل 1b (الخط الأفقي). المحور y : التيار / μA و محور :x الكمون /V ، اما الشكل b) فهو منظر لقمتي آرات الكبيرة والصغيرة.

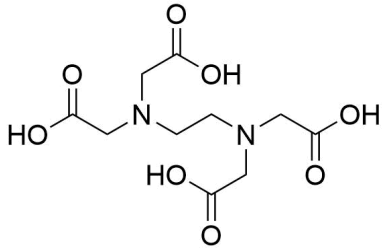
المرحلة 5) جرى أخذ عينة أخرى mL-10من محلول العينة المحضرة في المرحلة 1 وجرى تطبيق العمليات المشروحة في المرحلتين 2 و3 . جرى غسل الإلكترودات بالماء المقطر ووضعت في 10 مل من حمض الكبريت بتركيز 0.1M . ثم جرى تثبيت كمون إلكترود العمل عند 0.05+ فولت لمدة 14 دقيقة. سنفترض أن 14 دقيقة كافية لإكمال التفاعلات الكهركيميائية المتوقعة.

المرحلة 6) بعد الانتهاء من المرحلة 5 جرى وضع الخلية الكهركيميائية في فرن مناسب ليتبخر السائل عند 150 درجة مئوية للحصول على جسم صلب جاف.

المرحلة 7) جرى إضافة 5 مل من حمض إيتيلن ثنائي أمين رباعي حمض الخل (EDTA) أو Y_4H الذي تظهر صيغته في الشكل 3 ، إلى الجسم الصلب وجرى هزه حتى تمام الذوبان. من المعلوم أن 1مل من محلول EDTA يكافئ 3.85 mg/mL من $BaCO_3$. جرى بعد ذلك ضبط pH المحلول إلى 10.0 . جرت معايرة الفائض من EDTA بمحلول قياسي من $Ni(NO_3)_2$ ووجد أنه جرى استهلاك 95.60 مل من $Ni(NO_3)_2$ حتى نقطة نهاية المعايرة.

Q9-3

Arabic Syr (Syria)



الشكل 3. الصيغة الكيميائية لـ H_4Y (EDTA)

- في الماء المشبع بـ H_2S ، يكون تركيز التوازن لـ $[H_2S]$ هو 0.1 M
- $K_{sp}(NiS) = 4.0 \times 10^{-20}$; $K_{sp}(CuS) = 1.0 \times 10^{-36}$
- $K_{a1}(H_2S) = 9.6 \times 10^{-8}$; $K_{a2}(H_2S) = 1.3 \times 10^{-14}$

Reaction	E°/V (at 298 K)
$2H_2O(l)+2e^- \rightarrow H_2(g)+2OH^-(aq)$	-0.83
$Ni^{2+}(aq)+2e^- \rightarrow Ni(s)$	-0.24
$2H^+(aq)+2e^- \rightarrow H_2(g)$	0.00
$Cu^{2+}(aq)+2e^- \rightarrow Cu(s)$	+0.34
$Ag^+(aq)+e^- \rightarrow Ag(s)$	+0.80
$O_2(g)+4H^+(aq)+4e^- \rightarrow 2H_2O(l)$	+1.23

9.1 ما الذي مما يأتي يمكن اعتباره قد حصل عند القمة 1 والقمة 2 على الترتيب؟ **اختر** الصندوق الصحيح على ورقة الإجابة. 5.0pt

9.2 ما الذي من العبارات متوقعة فيما إذا جرى تطبيق كمون قدره -1.20 فولت بدلاً من -0.5 فولت في المرحلة الأولى (الخط الأفقي) من الشكل 1b ؟ **اختر** الصندوق الصحيح على ورقة الإجابة. 5.0pt

9.3 **احسب** سرعة المسح للمعطيات الواردة في الشكل 2a مقدرة بالـ mV/s عند درجة الحرارة 298K. 8.0pt

إن الكمون المقاس للخلية التالية هو 0.437 فولت.

$Pt,H_2\ (0.92\ bar)|HCl(1.50\times10^{-2}M),AgCl(sat)|Ag$

9.4 احسب قيمة كمون المسرى النظامي مقدراً بالفولت V لنصف الخلية $AgCl(s)+e^- \rightarrow Ag(s)+Cl^-(aq)$
عند 298 كلفن. عليك إظهار كل العمل الذي قمت به. 16.0pt

Q9-4

Arabic Syr (Syria)

9.5	ما هي العبارة التي تمثل الهدف الحقيقي من المرحلة 5 في هذا التحليل. **اختر** الصندوق الصحيح على ورقة الإجابة.	5.0pt
9.6	**اكتب** على ورقة الإجابة المعادلات الأيونية المختزلة لكل من التعقيد والمعايرة الراجعة من المرحلة 7	6.0pt
9.7	**احسب** تركيز أيونات النيكل (II) Ni^{2+} بالـ mg/L في مياه الصرف في المعمل. عليك إظهار كل العمل الذي قمت به.	25.0pt
9.8	**احسب** أخفض قيمة للـ pH يبدأ عندها ترسب أيونات النيكل الثنائي في المحلول الذي جرى الحصول عليه من المرحلة 5 عبر تمرير غاز مشبع من H_2Sفي المحلول حتى الإشباع. إذا لم تستطع حل السؤال 9.7استعمل 20mg/L كتركيز لأيونات النيكل Ni^{2+} في المحلول وذلك لحل هذا السؤال. ملاحظة: عليك إظهار كل العمل الذي قمت به.	30.0pt

A9-1

Arabic Syr (Syria)

تكميم أيونات المعادن الثقيلة

9.1 (5.0 pt)

- ☐ القمة 1: الإرجاع الكهركيميائي للنيكل Ni /القمة 2: الإرجاع الكهركيميائي للنحاس Cu
- ☐ القمة 1: الإرجاع الكهركيميائي للنحاس Cu /القمة 2: الإرجاع الكهركيميائي للنيكل Ni
- ☐ القمة 1: الإرجاع الكهركيميائي للنيكل Ni /القمة 2: الأكسدةالكهركيميائية للنحاس Cu
- ☐ القمة 1: الأكسدة الكهركيميائية للنيكل Ni /القمة 2: الأكسدةالكهركيميائية للنحاس Cu
- ☐ القمة 1: الأكسدة الكهركيميائية للنحاس Cu /القمة 2: الأكسدةالكهركيميائية للنيكل Ni

9.2 (5.0 pt)

- ☐ انطلاق NO
- ☐ انطلاق NO_2
- ☐ انطلاق النتروجين
- ☐ انطلاق الأكسجين
- ☐ انطلاق الهيدروجين

9.3 (8.0 pt)

أظهر حساباتك:

سرعة المسح = ... mV/s

A9-2

Arabic Syr (Syria)

9.4 (16.0 pt)

أظهر حساباتك:

كمون الإلكترود النظامي =..... V

9.5 (5.0 pt)

- ☐ تعديل على سلك البلاتين بفيلم الخليط Ni–Cu
- ☐ تعديل على سلك البلاتين بفيلم Ni
- ☐ تجريد كهركيميائي لكل من Cu و Ni من سلك البلاتين المعدل بـ Cu-Ni إلى المحلول
- ☐ تجريد كهركيميائي لـ Cu من سلك البلاتين المعدل بـ Cu-Ni إلى المحلول
- ☐ تجريد كهركيميائي لـ Ni من سلك البلاتين المعدل بـ Cu-Ni إلى المحلول

9.6 (6.0 pt)

التعقيد:

المعايرة الراجعة:

A9-3

Arabic Syr (Syria)

(25.0 pt) **9.7**

أظهر حساباتك:

تركيز أيون النيكل : Ni^{2+} ..... mg/L:

A9-4

Arabic Syr (Syria)

9.8 (30.0 pt)

أظهر حساباتك:

القيمةالدنيا للـ pH :