

## מדינת ישראל

### משרד החינוך

סוג הבחינה: בגרות לבתי"ס על-יסודיים  
מועד הבחינה: קיץ תש"ע  
מספר השאלון: 037203  
נספח: נוסחאות ונתונים בכימיה

## כימיה

השלמה מ-3 ל-5 יחידות לימוד  
לתלמידים הנבחרים בעל-פה  
במעבדת חקר

### הוראות לנבחן

- משך הבחינה: שעה וחצי.
- מבנה השאלון ומפתח הערכה:  
בשאלון זה שני פרקים.  
פרק ראשון (50x1) – 50 נק'  
פרק שני (50x1) – 50 נק'  
סה"כ – 100 נק'  
ג. חומר עזר מותר בשימוש: מחשבון  
(כולל מחשבון גרפי).

### הוראה מיוחדת:

רשום על הצד החיצוני של מחברת  
הבחינה את הנושא שענית עליו  
בפרק השני.

## דولة إسرائيل

### وزارة المعارف

نوع الامتحان: بيجروت للمدارس الثانوية  
موعد الامتحان: صيف 2010  
رقم النموذج: 037203  
ملحق: قوانين ومعطيات في الكيمياء

## الكيمياء

تكملة من 3 إلى 5 وحدات تعليمية  
للطلاب الذين يمتحنون شفهيًا  
في مختبر البحث

### تعليمات للممتحن

- مدّة الامتحان: ساعة ونصف.
- مبنى النموذج وتوزيع الدرجات:  
في هذا النموذج فصلان.  
الفصل الأول (50x1) – 50 درجة  
الفصل الثاني (50x1) – 50 درجة  
المجموع – 100 درجة  
ج. موادّ مساعدة يُسمح استعمالها: حاسبة  
(بما في ذلك الحاسبة البيانية).

### تعليمية خاصة:

اكتب على الجهة الخارجية لدفترا الامتحان  
الموضوع الذي أجبت عنه في الفصل  
الثاني.

اكتب في دفتر الامتحان فقط، في صفحات خاصة، كل ما تريد كتابته مسوّدة (رؤوس أقلام، عمليات حسابية، وما شابه).  
اكتب كلمة "مسوّدة" في بداية كل صفحة تستعملها مسوّدة. كتابة أية مسوّدة على أوراق خارج دفتر الامتحان قد تسبّب إلغاء الامتحان!  
التعليمات في هذا النموذج مكتوبة بصيغة المذكر وموجهة للممتحنات وللممتحنين على حدّ سواء.

نتمنى لك النجاح!

בהצלחה!

### الأسئلة

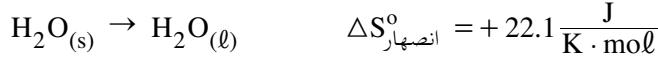
انتبه: احرص على كتابة معادلات موازنة وعلى كتابة صحيحة للوحدات .

### الفصل الأول ( ٥٠ درجة )

### موضوع إلزامي - التيرموديناميكا

أجب عن أحد السؤالين ١-٢.

١. معطاة عمليتان وقيمتا  $\Delta S^{\circ}$  بالنسبة لهما .



أ. اشرح لماذا الارتفاع في الإنتروپيا في عملية انصهار الجليد أقل من الارتفاع في الإنتروپيا في عملية تبخير الماء .

ب. درجة حرارة الغليان،  $T_b$ ، للأمونيا،  $\text{NH}_3(l)$ ، هي 240 K ،

وإنتالپيا التبخير للأمونيا هي  $+ 23.4 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$  .  $\Delta H_{\text{تبخير}}^{\circ}$  .

i احسب تغيّر الإنتروپيا في عملية تبخير الأمونيا . فصل حساباتك .

ii اشرح ممّ ينبع الاختلاف بين قيمة  $\Delta S_{\text{تبخير}}^{\circ}$  للأمونيا وبين قيمة  $\Delta S_{\text{تبخير}}^{\circ}$  للماء .

( انتبه : تكملة السؤال في الصفحة التالية . )

/ يتبع في صفحة 3 /

معطى التفاعلات (1) و (2):



أحد التفاعلين (1)-(2) فقط، يُفضّل من الناحية التيرمودينامية (تفاعل تلقائي) في الشروط المعيارية في 298 K.

ج. i حدّد أيّ تفاعل – (1) أم (2)، يُفضّل من الناحية التيرمودينامية في هذه الشروط. علّل.

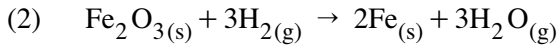
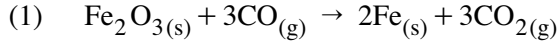
ii بالنسبة للتفاعل الذي اخترته في البند الفرعي "ج i"، التغيّر في إنتروبيا الكون في هذه الشروط هو  $\Delta S^\circ_{\text{كون}} = +110.4 \frac{\text{J}}{\text{K}}$ .

احسب التغيّر في إنتروبيا المجموعة، مجموعة  $\Delta S^\circ$ ، في هذا التفاعل. فضّل حساباتك.

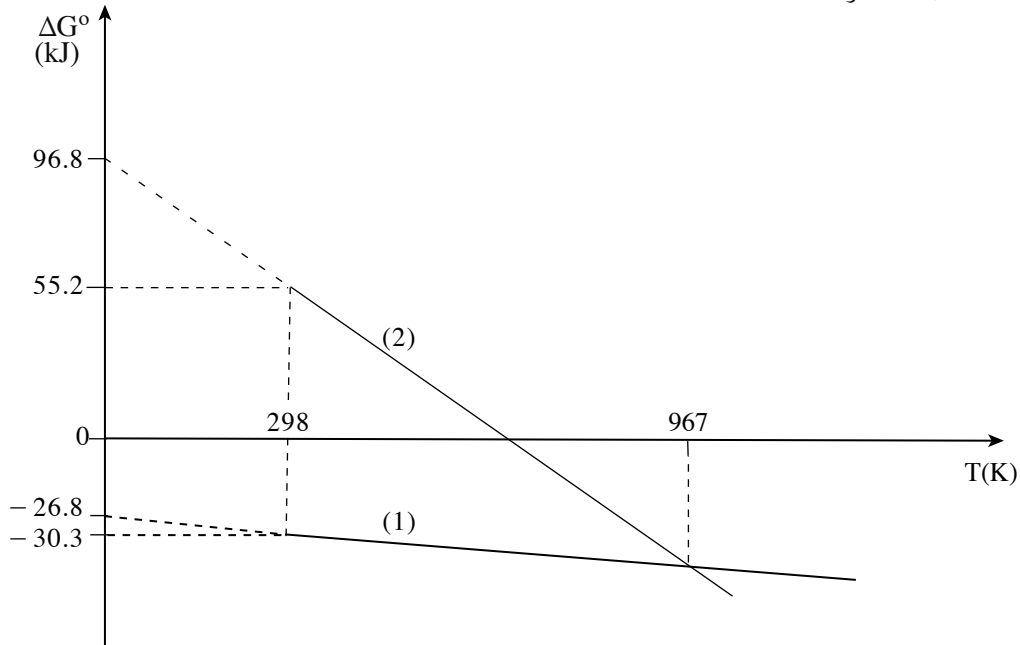
iii التفاعل الذي اخترته في البند الفرعي "ج i" لا يحدث في الشروط المعيارية في 298 K.

أيّ ضابط يوجد في هذا التفاعل – ضابط تيرمودينامي أم ضابط حركي؟ علّل.  
د. بالنسبة للتفاعل الذي لا يُفضّل من الناحية التيرمودينامية في الشروط المعيارية في 298 K، حدّد إذا كان هناك مجال درجات حرارة يُفضّل فيه هذا التفاعل من الناحية التيرمودينامية. علّل.

٢. في إحدى طرق إنتاج الحديد،  $\text{Fe}_{(s)}$ ، يحدث التفاعلات (1) و (2) اللذان يمرّ فيهما ثالث أكسيد الحديد،  $\text{Fe}_2\text{O}_{3(s)}$ ، باختزال:



يعرض الرسم البياني الذي أمامك منحنين يصفان تعلق  $\Delta G^0$  بدرجة الحرارة بالنسبة للتفاعلين (1) و (2).

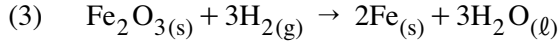


- أ. i ما الذي يمثّله ميل كلّ واحد من المنحنيين؟  
 ii ما هي قيمة  $\Delta H^0$  بالنسبة لكلّ واحد من التفاعلين (1) و (2)؟  
 iii احسب تغيّر إنتروبيا المجموعة، مجموعة  $\Delta S^0$ ، في كلّ واحد من التفاعلين (1) و (2).  
فصل حساباتك.

(انتبه: تكملة السؤال في الصفحة التالية.)

/ يتبع في صفحة 5 /

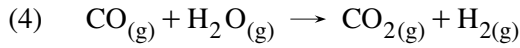
إذا انخفضت درجة الحرارة في جهاز إنتاج الحديد إلى درجة حرارة أقل من درجة حرارة غليان الماء، يحدث التفاعل (3) بدلاً من التفاعل (2) :



ب. تغيير الإنتالپيا في التفاعل (3) هو  $\Delta H^0 = -35.5 \text{ kJ}$ . اشرح الفرق بين هذه القيمة وبين قيمة  $\Delta H^0$  للتفاعل (2)، التي ذكرتها في البند الفرعي "ii".

ج. تغيير إنتروبيا المجموعة في التفاعل (3) هو  $-218 \frac{\text{J}}{\text{K}}$ . اشرح الفرق بين هذه القيمة وبين قيمة مجموعة  $\Delta S^0$  للتفاعل (2)، التي حسبتها في البند الفرعي "iii".

أحد التفاعلات الإضافية التي تحدث أثناء إنتاج الحديد هو التفاعل (4) :



د. i احسب تغيير الإنتالپيا،  $\Delta H^0$ ، في التفاعل (4). فصل حساباتك.  
ii ما هو مجال درجات الحرارة الذي يُفضّل فيه التفاعل (4) من الناحية التيرمودينامية؟  
علّل.

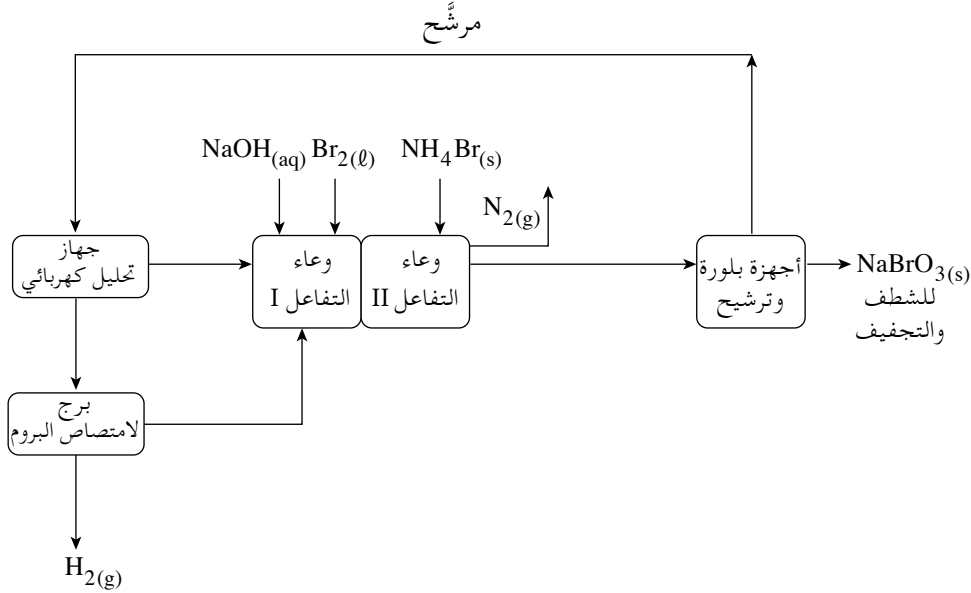
### الفصل الثاني ( ٥٠ درجة )

في هذا الفصل سبعة مواضيع (الأسئلة ٣-١٦). عليك الإجابة عن سؤال واحد.

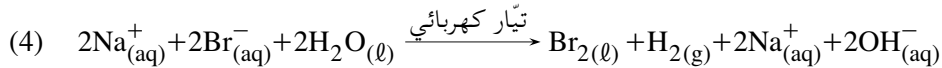
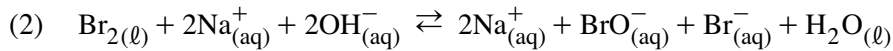
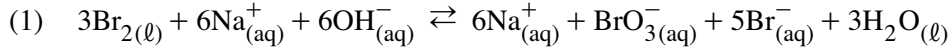
اكتب على الجهة الخارجية لدفترا الامتحان الموضوع الذي أجبته عنه في هذا الفصل.

#### الموضوع الأول: البروم ومركباته

٣. في مصنع "مركبات البروم" الذي في رمات حوفاف يُنتجون برومات الصوديوم،  $\text{NaBrO}_3(\text{s})$  ، في تفاعل بين البروم،  $\text{Br}_2(\ell)$  ، وبين محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم،  $\text{NaOH}(\text{aq})$  .  
 أمامك تخطيط جزئي لعملية إنتاج  $\text{NaBrO}_3(\text{s})$  .



معطاة أربعة تفاعلات (1)-(4) تحدث في مراحل مختلفة في عملية إنتاج  $\text{NaBrO}_3(\text{s})$  :



/يتبع في صفحة 7/

(انتبه: تكلمة السؤال في الصفحة التالية.)

- א. i تنتج في وعاء التفاعل I ، بالإضافة إلى الناتج الأساسي ، نواتج غير مرغوب فيها أيضًا .  
اذكر ناتجين غير مرغوب فيهما في هذه العملية .
- ii اشرح لماذا يُعتبر الناتجان اللذان ذكرتَهُما في البند الفرعي "i" غير مرغوب فيهما .
- ب. i يحافظون في وعاء التفاعل I على pH قاعدي معتدل (في المجال 8-9) .  
اشرح كيف تساهم هذه الخطوة في رَفَع نسبة الفائدة الآلية .
- ii يُضيفون إلى وعاء التفاعل II كمّيات قليلة من بروميد الأمونيوم ،  $\text{NH}_4\text{Br}_{(s)}$  .  
حدّد إذا كانت إضافة  $\text{NH}_4\text{Br}_{(s)}$  تساهم في رفع نسبة التحويل أم في رفع نسبة الفائدة الآلية . علّل .
- ج. يُجرون في جهاز التحليل الكهربائي تحليلاً كهربائياً للمرشّح الذي ينتج بعد فصل بلورات  $\text{NaBrO}_3_{(s)}$  .
- i أيّة أيونات وجزيئات من الأيونات والجزيئات التي أمامك يمكن أن تتواجد في المرشّح :
- $\text{NH}_4^+_{(aq)}$  ،  $\text{BrO}_3^-_{(aq)}$  ،  $\text{BrO}^-_{(aq)}$  ،  $\text{Br}^-_{(aq)}$  ،  $\text{Na}^+_{(aq)}$  ،  $\text{Br}_2_{(aq)}$  ؟
- ii اشرح لماذا يُجرون مرحلة التحليل الكهربائي .
- د. احسب كتلة  $\text{Br}_2_{(l)}$  اللازمة لإنتاج 151 كيلوغرام من  $\text{NaBrO}_3_{(s)}$  ، بافتراض أنّ نسبة التحويل هي 95% ونسبة الفائدة الآلية 90% . فصّل حساباتك .

٤. يعرض الجدول الذي أمامك معطيات عن خمسة بيوسيدات – مبيدات للكائنات الحية المجهرية، أُشير إليها بالأحرف **e-a** .

مبيدات إضافية	حالة البيوسيد في درجة حرارة الغرفة	البيوسيد
يذوب في الماء ببطء ويعقّمه بنجاعة عالية	صلبة	<b>a</b>
يُستعمل مادة خام لإنتاج <b>d</b>	غازية	<b>b</b>
مادة أيونية	صلبة	<b>c</b>
أقوى بيوسيد يؤدي إلى التآكل من بين البيوسيدات المعطاة	سائلة	<b>d</b>
يُنْتِج من المادتين <b>b</b> و <b>d</b>	سائلة	<b>e</b>

البيوسيدات التي في الجدول هي :

الكلور،  $Cl_2$

البروم،  $Br_2$

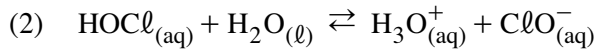
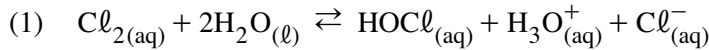
كلوريد البروم،  $BrCl$

بروميد الصوديوم،  $NaBr$

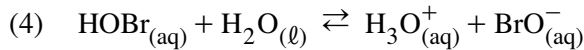
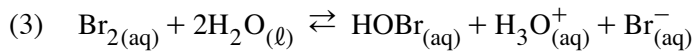
هالوبروم،  $C_5H_6O_2N_2BrCl$

أ. لائم لكل واحد من الأحرف **e-a** صيغة البيوسيد التي يمثلها .

تُستعمل جميع البيوسيدات التي في الجدول لتعقيم المياه في برك السباحة . يحدث في المحلول المائي للكلور التفاعلات (1) و (2) .



يحدث في المحلول المائي للبروم التفاعلات (3) و (4) .



قدرة تعقيم  $HOCl_{(aq)}$  أعلى بمدى ملحوظ من قدرة تعقيم أيونات  $ClO^-_{(aq)}$  .

قدرة تعقيم  $HOBr_{(aq)}$  أعلى بمدى ملحوظ من قدرة تعقيم أيونات  $BrO^-_{(aq)}$  .

/ يتبع في صفحة 9 /

(انتبه: تكملة السؤال في الصفحة التالية.)



- ב. قدرة تعقيم المحلولين المائيين للكلور وللبروم في مجال pH 6-8 هي الأفضل.
- i اشرح لماذا قدرة تعقيم المحلولين المائيين للكلور وللبروم منخفضة عندما يكون الـ pH أعلى من 8 .
- ii اشرح لماذا قدرة تعقيم المحلولين المائيين للكلور وللبروم منخفضة عندما يكون الـ pH أقل من 6 .
- ج. في بركتي السباحة، I و II حجم الماء متساوٍ. أضافوا إلى البركة I بروم، وأضافوا إلى البركة II كلور. كان عدد مولات البروم والكلور التي أضافوها متساويًا.
- في pH = 7.5 ، كان تركيز HOBr(aq) في مياه البركة I أكبر بكثير من تركيز HOCl(aq) في مياه البركة II .
- لأَيٍّ من البيوسيدّين – كلور أم بروم – قدرة تعقيم أعلى في pH = 7.5؟ علّل .
- د. اشرح لماذا المادة a التي في الجدول تعقم الماء بنجاعة عالية.
- هـ. قدرة تعقيم المحلول المائي الذي يحوي كلور تتحسن إذا أضفنا بروميد الصوديوم، NaBr(s) إلى المحلول .
- يُنْتَج NaBr(s) في مصنع "مركبات البروم" في مرحلتين. في المرحلة الأولى ينتج محلول NaBr(aq) حسب التفاعل (5):
- $$(5) \quad \text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{OH}^-_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{Br}^-_{(\text{aq})} \rightarrow \text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{Br}^-_{(\text{aq})} + 2\text{H}_2\text{O}(\ell)$$
- في المرحلة الثانية يُبَخَّرون الماء للحصول على NaBr(s) .
- i الفائدة الآلية في التفاعل الذي يحدث في المرحلة الأولى هي 100% تقريباً. اشرح لماذا.
- ii ارسم مخطط جريان لعملية إنتاج NaBr(s) ، يشمل المرحلتين. اذكر في المخطط صيغ المواد التي تدخل إلى كلّ جهاز والمواد التي تخرج منه. أشر بأسمهم إلى اتجاه جريان المواد.

### الموضوع الثاني : البوليميرات

٥ . يُنتِجون بولي إيثيلين بكثافة عالية، HDPE ، وبولي إيثيلين بكثافة منخفضة، LDPE .  
أمامك صيغة الإيثيلين:  $CH_2 = CH_2$  .

أ . i اكتب صيغة بنائية للوحدة المتكررة للبولي إيثيلين .

ii في أيّة شروط – (1) أم (2) – يُنتِجون HDPE ؟

(1) ضغط 1000 أتموسفيرا تقريباً ودرجة حرارة  $300^{\circ}C$  تقريباً وبوجود مبادر

رديكالي؛

(2) ضغط 3 أتموسفيرا تقريباً ودرجة حرارة  $70^{\circ}C$  تقريباً وبوجود محفّز

سغلفر- ناتا .

iii بماذا يختلف مبنى سلاسل HDPE عن مبنى سلاسل LDPE ؟

ب . HDPE هو أحد الموادّ التي تُصنَع منها البدائل التي تُستعمل للزرع مكان مرفق الركبة  
المصاب .

استعملوا في الماضي بدائل للزرع مصنوعة من التفلون:  $—[CF_2 - CF_2]_n—$  .

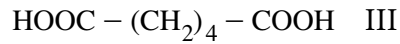
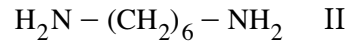
درجة الحرارة الزجاجية، Tg ، لأحد البوليميرين، HDPE أو التفلون، أعلى من درجة  
حرارة الغرفة، وللبوليمير الثاني هي أقلّ من درجة حرارة الغرفة .

حدّد لأيّ من البوليميرين توجد Tg أعلى من درجة حرارة الغرفة . علّل .

أحد استعمالات البوليميرات هو إنتاج ألياف اصطناعية.  
ج. من بين الصفات (1)-(5) التي أمامك، اختر ثلاث صفات يجب أن تتوفر في البوليمير ليكون ملائماً لإنتاج ألياف لتحضير أنسجة للملابس.

- (1) نسبة تبلور عالية.
- (2) أربطة بين جزئية ضعيفة.
- (3) Tg أعلى من درجة حرارة الغرفة.
- (4) مبنى فراغي منتظم للسلاسل.
- (5) تقييدات قليلة في التفتل العشوائي.

معطاة الصيغ III-I لمونوميرات:

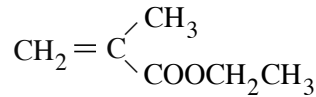


يُحضّرون من المونوميرات I ، II ، III بوليميرين ملائمين لإنتاج ألياف لتحضير أنسجة للملابس.

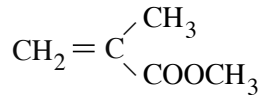
د. i اكتب صيغة بنائية للوحدة المتكررة لكل واحد من البوليميرين، واذكر بأية طريقة بلمرة ينتج - ضمّ أم تكثيف.

ii تطرّق إلى مبنى كل واحد من البوليميرين، واذكر سببين لملاءمته لإنتاج الألياف.

٦. بناء الأظفار شائع لغرض إطالة الظفر الطبيعي. في إحدى الطرق القديمة لبناء الأظفار – طريقة الأكريل – يخلطون مسحوقاً مع سائل، ويطلون به الظفر الطبيعي ويصمّمون وينتظرون حتى يصبح صلباً. يحوي السائل أحد المونوميرين اللذين أمامك:



إثيل متاكريلات



مثيل متاكريلات

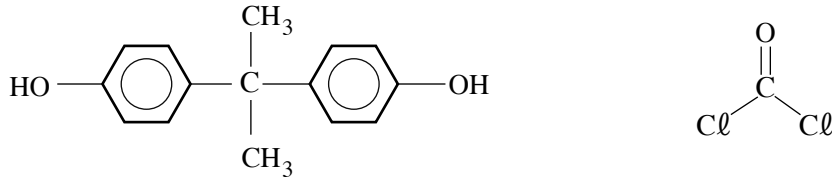
- أ. i . اكتب صيغة بنائية للوحدة المتكررة للبوليمير الذي ينتج من مثيل متاكريلات .  
ii . اكتب صيغة بنائية للوحدة المتكررة للبوليمير الذي ينتج من إثيل متاكريلات .  
iii . لبناء أظفار أقلّ قابلية للكسر، يُفضّل استعمال بولي إثيل متاكريلات (PEMA)، وعدم استعمال بولي مثيل متاكريلات (PMMA). اشرح لماذا PEMA أقلّ قابلية للكسر من PMMA .

- ب. i . في المسحوق الذي يخلطونه مع السائل، يوجد مبادر. اشرح لماذا هناك حاجة لمبادر في عملية البلمرة .  
ii . البوليمير PEMA شفاف، لأنّ نسبة تبلوره منخفضة. اشرح لماذا نسبة تبلور PEMA منخفضة .

ج. يمكن إزالة الأظفار المصنوعة من PEMA بواسطة الإذابة في الأستون،  $(\text{CH}_3\text{COCH}_3(l))$  يمكن إزالة الأظفار المصنوعة من PMMA بواسطة الكشط فقط. اشرح لماذا ذائبية PEMA في الأستون أعلى بكثير من ذائبية PMMA في الأستون .

(انتبه: تكملة السؤال في الصفحة التالية.)

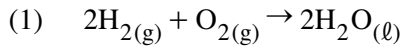
هناك طريقة أخرى لإطالة الأظفار، وهي إلصاق أظفار اصطناعية على الأظفار الطبيعية.  
طُرح اقتراح لإنتاج الأظفار الاصطناعية من البوليمير بولي كربونات.  
أمامك صيغتا المونوميرين اللذين ينتج منهما البولي كربونات:



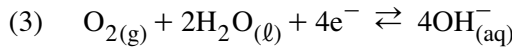
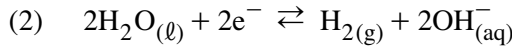
- د . i اكتب الصيغة البنائية للوحدة المتكررة للبولي كربونات .  
ii البولي كربونات هو بوليمير أمورفي (غير متبلور) . اشرح لماذا .

### الموضوع الثالث : الكهروكيمياء

٧ . للطائرة التي بدون طيار يوجد محرك كهربائي يعمل بواسطة خلايا وقود هيدروجين-أكسجين .  
التفاعل (1) الذي أمامك هو التفاعل الكلي الذي يحدث في خلية الوقود هيدروجين-أكسجين:



معطى تفاعلا الإلكترودة، (2) و (3) ، اللذان تعتمد عليهما الخلية:



أ . i أي من تفاعلي الإلكترودة - (2) أم (3)، هو تفاعل الكاثودة في خلية الوقود؟ علّل .

ii أمامك ثلاثة أزواج لجهود اختزال I ، II ، III .

$$\text{I. } E_{(2)} = 0.0 \text{ V} \quad E_{(3)} = + 0.7 \text{ V}$$

$$\text{II. } E_{(2)} = - 0.4 \text{ V} \quad E_{(3)} = + 0.8 \text{ V}$$

$$\text{III. } E_{(2)} = + 0.8 \text{ V} \quad E_{(3)} = - 0.4 \text{ V}$$

فرق جهد الشغل لخلية الوقود هو حوالي 0.7 V . أي زوج من ثلاثة الأزواج يلائم جهدي  
اختزال تفاعلي الإلكترودة (2) و (3)؟ علّل .

ب . قدرة منظومة خلايا الوقود هيدروجين-أكسجين التي تُشغل الطائرة التي بدون طيار

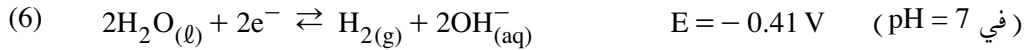
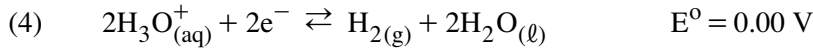
هي 100 W . تُزود المنظومة تياراً شدته 23.8 A .

i احسب فرق جهد هذه المنظومة . فصل حساباتك .

ii كم خلية وقود هيدروجين-أكسجين تُركب هذه المنظومة؟

(انتبه : تكملة السؤال في الصفحة التالية .)

إحدى سلبيات خلية الوقود هيدروجين-أوكسجين هي ثمنها الباهظ. يعود سبب ذلك إلى كون عملية التحليل الكهربائي، التي يُنتجُون بواسطتها الهيدروجين اللازم للخلية، عملية تكلفتها باهظة الثمن. أمامك تفاعلات الإلكترودة (4) و (5) و (6) :



أنتجوا هيدروجين،  $\text{H}_2(\text{g})$ ، بواسطة تحليل كهربائي لمحلول حامض الكبريتيك،  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ ، بتركيز 1M .

ج. i حدّد إذا كان  $\text{H}_2(\text{g})$  قد نتج بجانب الكاثودة أم بجانب الأنودة.

ii حدّد إذا كان يمكن إنتاج  $\text{H}_2(\text{g})$  بواسطة تحليل كهربائي لمحلول  $\text{CuCl}_2(\text{aq})$  بتركيز 1M . علّل.

د. فرق الجهد الزائد للحصول على  $\text{H}_2(\text{g})$  على سطح الجرافيت،  $\text{C}(\text{s})$ ، هو 0.98 V، وعلى

سطح البلاتين،  $\text{Pt}(\text{s})$ ، هو 0.29 V (في نفس كثافة التيار). لإنتاج الهيدروجين بواسطة

تحليل كهربائي لمحلول  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ ، يمكن استعمال الإلكترودتين  $\text{C}(\text{s})$  أو  $\text{Pt}(\text{s})$ .

i أيّة إلكترودات -  $\text{C}(\text{s})$  أم  $\text{Pt}(\text{s})$ ، يُفضّل استعمالها حتّى تكون العملية أسرع؟

ii أيّة إلكترودات -  $\text{C}(\text{s})$  أم  $\text{Pt}(\text{s})$ ، يُفضّل استعمالها حتّى يكون بالإمكان إجراء

العملية بفرق جهد أقلّ؟ علّل.

٨. مدّة حياة خلية الليثيوم، التي تُركَّب في أجهزة إنذار الدخان، هي حوالي 10 سنوات.

في هذه الخلية، التفاعل في نصف الخلية الأنودي هو:  $\text{Li} \rightarrow \text{Li}^+ + \text{e}^-$ .

أ. i حدّد إذا كان منحنى تفريغ هذه الخلية منحدرًا أم مستويًا.

ii ارسم رسمًا بيانيًا يصف بشكل تخطيطي منحنى تفريغ خلية الليثيوم هذه.

عملت خلية ليثيوم مرّكّبة في جهاز إنذار دخان 10 ساعات وأُسرّت تيارًا شدّته 0.1 A.

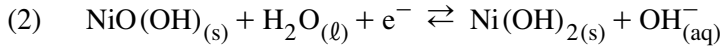
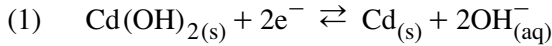
ب. i بكمّ غرامًا تغيّرت كتلة الليثيوم،  $\text{Li}_{(s)}$ ، بعد 10 ساعات من العمل؟

فصّل حساباتك.

ii حدّد إذا كانت كتلة الـ  $\text{Li}_{(s)}$  قد ازدادت أم قلت. علّل.

لا يمكن شحن خلية الليثيوم (فهي تتآكل وتُستبدّل حسب الحاجة)، بينما خلية النيكل-كادميوم يمكن شحنها.

أمامك تفاعلا الإلكترودة (1) و (2) اللذان يحدثان في خلية النيكل - كادميوم:



أمامك تسجيل تخطيطي لخلية النيكل - كادميوم أثناء التفريغ:



ج. i ما هو اتجاه سريان الإلكترونات في الخلية أثناء التفريغ؟

ii اكتب معادلة التفاعل الكلي الذي يحدث في الخلية أثناء الشحن.

د. المذيب في خلية النيكل - كادميوم هو الماء. هل يمكن استعمال الماء كمذيب في خلية

الليثيوم أيضًا؟ علّل.

(انتبه: تكملة السؤال في الصفحة التالية.)



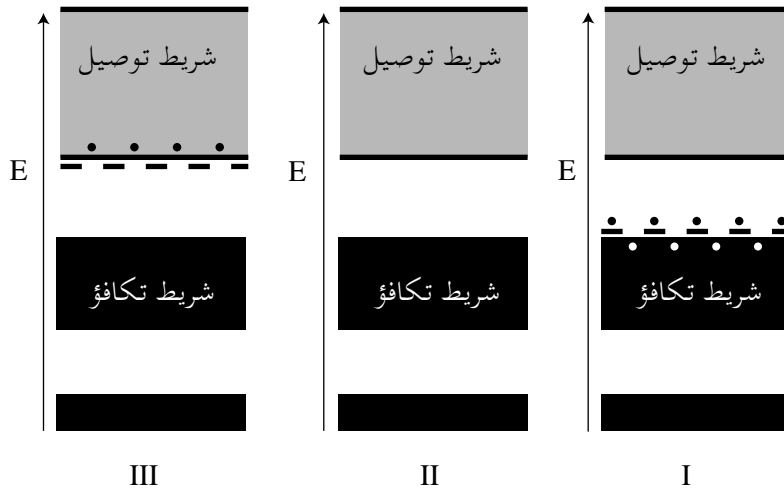
- هـ. i . فرق جهد الشغل لخلية النيكل-كادميوم هو  $1.2\text{ V}$  . سعتها الكهربائية هي  $5400\text{ C}$  .  
احسب كثافة الطاقة الوزنية لخلية النيكل - كادميوم التي كتلتها  $47\text{ غرام}$  .  
فصل حساباتك .
- ii . كثافة الطاقة الوزنية لخلية الليثيوم التي فرق جهد شغلها  $3.3\text{ V}$  هي ثمانية أضعاف  
كثافة الطاقة الوزنية لخلية النيكل - كادميوم .  
حدّد إذا كان هذا الأمر يشكّل أفضلية أم سلبية لخلية الليثيوم بالمقارنة مع خلية  
النيكل - كادميوم . علّل .

## الموضوع الرابع – الكيمياء الفيزيائية – من مستوى النانو إلى الميكروإلكترونيكا

۹. مبنى الخلية الضوئية-القولطية يشبه مبنى الصمام الثنائي الذي يطلق ضوءاً، LED، لكن آلية عملها عكسية. فهي تحوّل طاقة الأشعة الكهرومغناطيسية إلى طاقة كهربائية.

أ. تعتمد الخلايا الضوئية – القولطية من الجيل الأول على صمام ثنائي للسليكون يحوي ملوثات.

i أمامك ثلاثة مخططات طاقة I، II، III. حدّد أيّ مخطّط يلائم وصف بلّورة صلبة من السليكون النقيّ، وأيّ مخطّط يلائم وصف مبنى شبه موصل من نوع N، وأيّ مخطّط يلائم شبه موصل من نوع P.



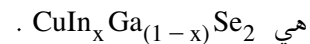
ii اشرح الفرق بين المبنى الإلكتروني للسليكون النقيّ وبين المبنى الإلكتروني لشبه

الموصل من نوع N.

تعتمد الخلايا الضوئية – القولطية من الجيل الثاني على طبقات دقيقة لشبه موصلات.

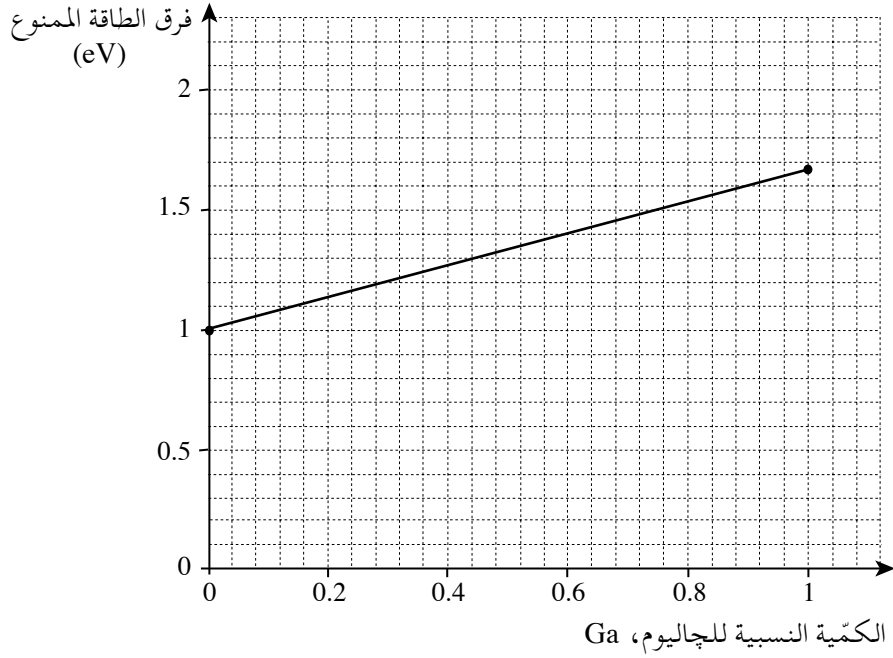
خلايا النحاس – إنديوم – جاليوم – سيليونيوم هي مثال لخلايا من الجيل الثاني.

تحتوي هذه الخلايا مركّبات لشبه موصلات. الصيغة العامّة لهذه المركّبات



(انتبه: تكلمة السؤال في الصفحة التالية.)

ב. أمامك رسم بياني يصف تعلق فرق الطاقة الممنوع بالكمية النسبية للجاليوم في المركب  $\text{CuIn}_x\text{Ga}_{(1-x)}\text{Se}_2$ .



i احسب طول الموجة الأقصى للأشعة التي تمتص بواسطة المركب  $\text{CuIn}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{Se}_2$ ،

بافتراض أن طول الموجة هذا يُحدّد حسب فرق الطاقة الممنوع. فصل حساباتك.

ii لأيّ من المركبين يوجد توصيل كهربائي أعلى - للمركب الذي يظهر في

صيغته  $\text{In}_{0.8}$  أم للمركب الذي يظهر في صيغته  $\text{In}_{0.2}$ ؟ علّل.

ج. يمكن بناء خلية تحوي المركب  $\text{CuGaSe}_2$  (بدون إنديوم، In). اشرح لماذا ذرات

الجاليوم، Ga، يمكنها أن تستبدل ذرات الإنديوم، In.

(انتبه: تكملة السؤال في الصفحة التالية.)

- د. الخلية الضوئية – الفولطية من الجيل الثالث مركبة من عدة طبقات من شبه موصلات، بحيث تشكل كل طبقة صمماً ثنائياً. أمامك رسم توضيحي لخلية مركبة من ثلاث طبقات.

InGaP
GaAs
Ge

يعرض الجدول الذي أمامك معطيات عن فرق الطاقة الممنوع في المواد الثلاث المبنية منها الخلية الضوئية – الفولطية التي في الرسم التوضيحي.

المادة	فرق الطاقة الممنوع
InGaP	1.8 eV
GaAs	1.4 eV
Ge	0.7 eV

- i أي من الطبقات تمتص ضوءاً بأقل ترددات؟ علّل.
- ii توجد للخلية المركبة من ثلاث طبقات أفضلية في تحويل طاقة الأشعة إلى طاقة كهربائية. ما هي هذه الأفضلية؟

١٠. يستعملون أملاح البوتاسيوم لتحضير الألعاب النارية.

أ. في طيف انبعاث ذرّة البوتاسيوم، K، تظهر، من ضمن خطوط أخرى، ثلاثة خطوط بأطوال موجة: 766 nm، 404 nm، 345 nm.

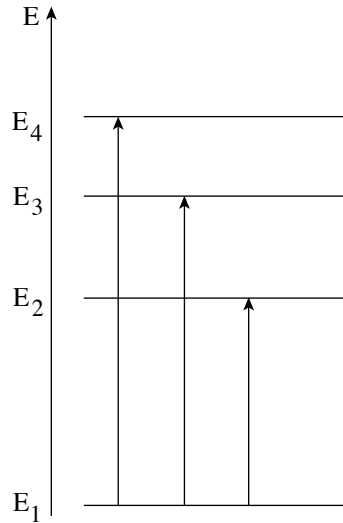
i حدّد بالنسبة لكلّ واحد من أطوال الموجة الثلاثة، إذا كان يتواجد في مجال الضوء المرئي.

إذا كانت إجابتك نعم – اذكر لون الضوء.

إذا كانت إجابتك لا – اذكر في أيّ مجال للطيف الكهرومغناطيسي يتواجد طول الموجة.

ii احسب طاقة الفوتون (بوحدة J)، التي تلائم كلّ واحد من أطوال الموجة الثلاثة المعطاة. فصّل حساباتك.

ب. طُلب من أحد الطّلاب رسم طيف امتصاص ذرّة البوتاسيوم. أمامك رسم الطالب (الرسم التوضيحي 1). حدّد إذا كان رسم الطالب صحيحاً أم غير صحيح. علّل.



الرسم التوضيحي 1

ج. ذرّات البوتاسيوم لا تُطلق أشعّة بطول موجة 670 nm.

أيّ من القولين I أم II اللذين أمامك يفسّر هذه الحقيقة؟

I لذرّات البوتاسيوم المثارة لا توجد كمّية كافية من الطاقة لإطلاق فوتونات بطول موجة 670 nm.

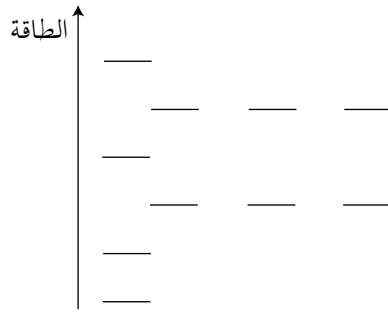
II لذرّات البوتاسيوم مستويات طاقة منفردة. طول الموجة 670 nm لا يلائم أيّ انتقال من الانتقالات بين مستويات الطاقة.

/ يتبع في صفحة 22 /

(انتبه: تكملة السؤال في الصفحة التالية.)

د. هل يمكن حساب تردد الفوتون الذي ينطلق في الانتقال من مستوى الطاقة b إلى مستوى الطاقة a في ذرة البوتاسيوم بواسطة التعويض في المعادلة  $hv = R(\frac{1}{n_a^2} - \frac{1}{n_b^2})$  (R = 2.18 · 10<sup>-18</sup> J) ؟ علّل.

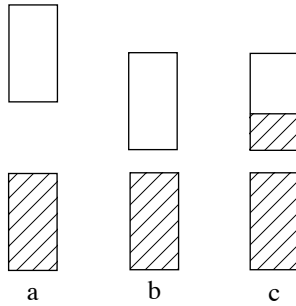
هـ. i. انسخ الرسم التوضيحي 2 إلى دفترك، واكتب فيه توزيع (إلكترونات) ذرة البوتاسيوم، K. اكتب رمز المدارات الملائمة.



الرسم التوضيحي 2

ii. البوتاسيوم موصل للكهرباء في الحالة الصلبة. حدّد أيّة إمكانية من الإمكانيات الثلاث a، b، c التي في الرسم التوضيحي 3 الذي أمامك تصف بشكل صحيح مبنى أشرطة البوتاسيوم الصلب.

انسخ المبنى الذي اخترته إلى دفترك، وأشر فيه إلى مكان مجموعة التكافؤ وإلى مكان مجموعة التوصيل.



الرسم التوضيحي 3

iii. اعتمد على مبنى الأشرطة الذي اخترته في البند الفرعي "هـ ii"، وشرح لماذا البوتاسيوم موصل للكهرباء في الحالة الصلبة.

### الموضوع الخامس : الكيمياء العضوية المتقدمة

١١. للبوٲن،  $C_4H_8(g)$  ، أربعة إيزوميرات .

- أ. i اكتب صيغة بنائية لكل واحد من أربعة إيزوميرات البوٲن .  
ii في كل واحد من الإيزوميرات التي كتبتھا في البند الفرعي " i " ، يوجد رباط تساهمي مزدوج بين ذرتي الكربون .  
اشرح لماذا الطاقة اللازمة لفك الرباط  $\sigma$  في الرباط المزدوج ، أكبر من الطاقة اللازمة لفك الرباط  $\pi$  .

في تفاعل نزع الماء لأحد إيزوميرات البوتانول ،  $C_4H_9OH(l)$  ، بوجود حامض كبريتيك مرکز ،  $H_2SO_4(l)$  ، تنتج ثلاثة إيزوميرات للبوٲن .  
البنود " ب " و " ج " و " د " تتطرق إلى هذا التفاعل .

- ب. i اكتب صيغة بنائية لإيزومير البوتانول .  
ii اكتب صيغة بنائية لثلاثة إيزوميرات البوٲن .  
ج. أمامك وصف لمراحل آلية تفاعل نزع الماء .

المرحلة الأولى : ذرة الأوكسجين التي في جزيء الكحول تربط بروتوناً من جزيء الحامض .

المرحلة الثانية : جزيء الماء ينفصل ويتكوّن أيون كربونيوم .

المرحلة الثالثة : أيون الكربونيوم يفقد بروتوناً ويتكوّن رباط مزدوج .

- i اكتب معادلة المرحلة الأولى من آلية التفاعل .  
ii اشرح لماذا تنتج ثلاثة إيزوميرات للبوٲن .  
iii حدّد إذا كان الحامض مادة متفاعلة أم محفزاً في تفاعل نزع الماء . علّل .  
د. بروميد الهيدروجين ،  $HBr(g)$  ، يتفاعل مع كل واحد من ثلاثة إيزوميرات البوٲن .

ينتج في التفاعلات الثلاثة نفس الناتج .

- i اكتب معادلة تفاعل  $HBr(g)$  مع أحد إيزوميرات البوٲن .  
ii اشرح لماذا ينتج نفس الناتج في التفاعلات الثلاثة .

١٢ . يشمل الجدول الذي أمامك معطيات عن تفاعلات تحدث في أربعة أوعية A ، B ، C ، D .

الوعاء	المذيب	المذاب	درجة الحرارة
A	ميثانول، $\text{CH}_3\text{OH}_{(l)}$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2\text{Br}$	$25^\circ\text{C}$
B	$(\text{CH}_3)_2\text{SO}_{(l)}$ , DMSO	1-برومو 2-مثيل بوتان	$25^\circ\text{C}$
C	ميثانول، $\text{CH}_3\text{OH}_{(l)}$		$25^\circ\text{C}$
D	ميثانول، $\text{CH}_3\text{OH}_{(l)}$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{CH}_2\text{Br}$ 1-برومو 2، 2-ثنائي مثيل بوتان	$60^\circ\text{C}$

- أ . إلى الوعاء A أضافوا  $\text{CH}_3\text{ONa}_{(s)}$  (مادّة أيونية تذوب في الميثانول). التفاعل الأساسي الذي حدث في الوعاء A هو تفاعل إحلال في الآلية  $\text{S}_{\text{N}}2$  .
- i اكتب معادلة التفاعل الأساسي الذي حدث في الوعاء A .
- ii لو كان الوعاء A في درجة حرارة  $60^\circ\text{C}$  ، بدلاً من درجة حرارة  $25^\circ\text{C}$  ، لحدث نفس التفاعل الأساسي كما في  $25^\circ\text{C}$  . فسّر لماذا .
- ب . إلى الوعاء B أضافوا أيضاً  $\text{CH}_3\text{ONa}_{(s)}$  . حدث تفاعل .  
 في أيّ من الوعاءين - A أم B ، كان التفاعل أسرع؟ فسّر .

/ يتبع في صفحة 25 /

(انتبه: تكلمة السؤال في الصفحة التالية .)



ג. إلى الوعاء C أضافوا  $\text{CH}_3-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{ONa}_{(s)}$  (مادة أيونية تذوب في الميثانول).

- i ما هو التفاعل الأساسي الذي حدث في الوعاء C - تفاعل حذف أم تفاعل إحلال؟ علّل.
- ii اكتب آلية معادلة التفاعل الأساسي الذي حدث في الوعاء C.
- iii لو كان الوعاء C في درجة حرارة  $60^\circ\text{C}$ ، بدلاً من درجة حرارة  $25^\circ\text{C}$ ، لكان التفاعل أسرع. فسّر لماذا.

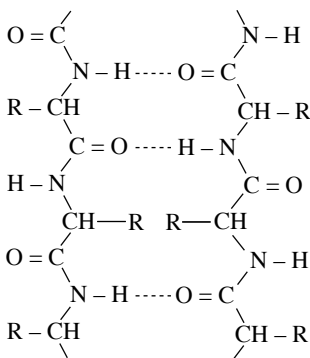
ד. إلى الوعاء D أيضاً أضافوا  $\text{CH}_3-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{ONa}_{(s)}$ .

لم يحدث تفاعل إحلال، ولم يحدث تفاعل حذف. فسّر لماذا.

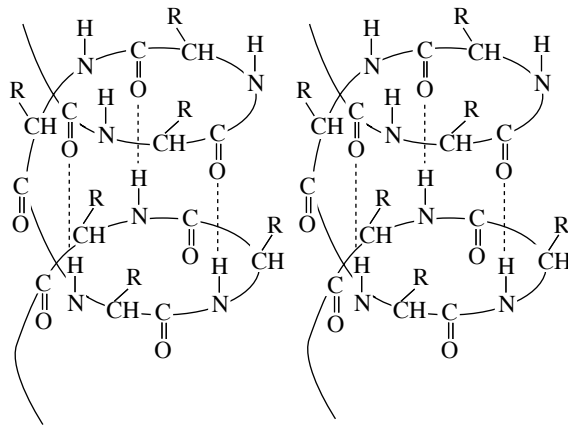
## الموضوع السادس - كيمياء الزلاقيات والأحماض النووية

١٣. الكيراتين هو زلال موجود في الشعر. تعتمد طرق تصفيف الشعر على صفات خاصة للكيراتين. يوجد نوعان من الكيراتين، I و II .

يعرض الرسم التوضيحي الذي أمامك قطعتين: قطعة من الكيراتين I وقطعة من الكيراتين II .



الكيراتين II



الكيراتين I

أ. i أثناء شد الشعر المتجدد يحدث انتقال من أحد نوعي الكيراتين إلى النوع الآخر.

حدّد إذا كان الانتقال من الكيراتين I إلى II أم من الكيراتين II إلى I .

ii أية أربطة تتفكك وتتكوّن من جديد في الانتقال من أحد نوعي الكيراتين إلى النوع الآخر؟ فسّر.

ب. تصفيف الشعر المبلّل أسهل من تصفيف الشعر الجافّ. أثناء التصفيف يبللون الشعر بالماء ويصفّفونه بواسطة الشدّ ثمّ يجفّفونه. بعد التجفيف يحصل الشعر على مظهر جديد، لكن بعد مرور فترة معينة يعود إلى مظهره السابق.

i اشرح لماذا من الأسهل تصفيف الشعر المبلّل.

ii أيّ مبنى للكيراتين يتغيّر أثناء تصفيف الشعر بهذه الطريقة - الأولى أم الثاني أم الثالثي؟ علّل.

- ج. إحدى طرق تصفیف الشعر تُسمی "التجعيد الكیمیائي". عندما یصففون الشعر بهذه الطريقة یستعملون فی البداية مادة تفكك الأربطة ثنائية الكبریت وبعد ذلك مادة تؤدّي إلى تكوين أربطة ثنائية الكبریت بتراكیب جديدة.
- i أيّ حامض أمیني مسؤول عن تكوين الأربطة ثنائية الكبریت؟ فسّر.
- ii أيّ مبنى للكیراتین یتغیّر أثناء "التجعيد الكیمیائي" – الأولی أم الثانوی أم الثالثی؟ علّل.
- د. فی العصور الوسطی عالجوا الشعر المعدّ لتحضیر الشعر المستعار بواسطة محالیل مائیه الـ pH فیها أعلى من 7.
- i أیّة أربطة تتفكك أثناء هذه المعالجة؟ اشرح.
- ii أيّ مبنى للكیراتین یتغیّر أثناء هذه المعالجة – الأولی أم الثانوی أم الثالثی؟ علّل.

- ١٤ . مُنحت جائزة نوبل في الكيمياء لسنة 2009 للعالمة الإسرائيلية البروفسور عدنا يونات من معهد وايزمن للعلوم . مُنحت الجائزة للبروفسور يونات بفضل الانطلاقة في فك رموز مبنى الريبوزومات وطريقة عملها . ساهم هذا البحث مساهمة كبرى في تطوير أدوية مضادّات حيوية جديدة .
- أ . i بعض أدوية المضادّات الحيوية تُصيب الأداء الوظيفي للريبوزومات التي في خلايا البكتيريا .
- شرح كيف تساهم إصابة الأداء الوظيفي للريبوزومات في شفاء الأمراض التي تسببها البكتيريا .
- ii تصيب أدوية مضادّات حيوية مختلفة عملية الترجمة في مراحلها المختلفة .
- يعرض الجدول الذي أمامك قائمة لأدوية مضادّات حيوية ووصف عملها في خلايا البكتيريا .

عمل الدواء	الدواء
يرتبط بالسلسلة البولي ببتيدية ويؤدّي إلى خروج مبكّر للسلسلة من الريبوزوم .	I
يمنع تكوين رباط بين RNA – ناقل وبين الحامض الأميني مثيونين .	II
يؤدّي إلى عدم ملاءمة بين الكودون والكودون المضادّ .	III

- لائم لكلّ واحد من الأدوية I ، II ، III إحدى النتائج a ، b ، c لعمل الدواء :
- a لا تنتج زلايات .
- b تتكوّن سلاسل بولي ببتيدية فيها أخطاء في تسلسل الأحماض الأمينية .
- c تتكوّن سلاسل بولي ببتيدية أقصر .
- ب . i معطاة ثلاثة كودونات مضادّة لجزيئات RNA – ناقل، حسب ترتيب دخول الجزيئات إلى الريبوزوم :

- (1) 3' GAA 5'
- (2) 3' AAA 5'
- (3) 3' GCC 5'

- اكتب تسلسل النوكليوتيدات في قطعة RNA – رسول التي ترتبط بها الكودونات المضادّة (1) ، (2) ، (3) . أشر في التسلسل الذي كتبته إلى الطرفين 3' و 5' .
- ii حسب قطعة RNA – رسول التي كتبته في البند الفرعي "ب i" ، اكتب تسلسل الأحماض الأمينية الذي تكوّن .

تطوّرت على مرّ السنين أصناف بكتيريا صامدة أمام المضادّات الحيوية. طرأ في قسم منها تغيير على الزلاليات التي تبني ريبوزوماتها. على أثر التغيير الذي طرأ على الزلاليات، تفقد المضادّات الحيوية نجاعتها.

ج. أحد الأخطاء في عملية الترجمة هو تغيير في تسلسل الأحماض الأمينية.

تطرق إلى تسلسل النوكليوتيدات الذي كتبته في البند الفرعي "ب i".

i اكتب تغييراً ممكناً في تسلسل النوكليوتيدات في الكودون الأوسط، يؤدّي إلى

كل واحد من الخطأين (1)-(2):

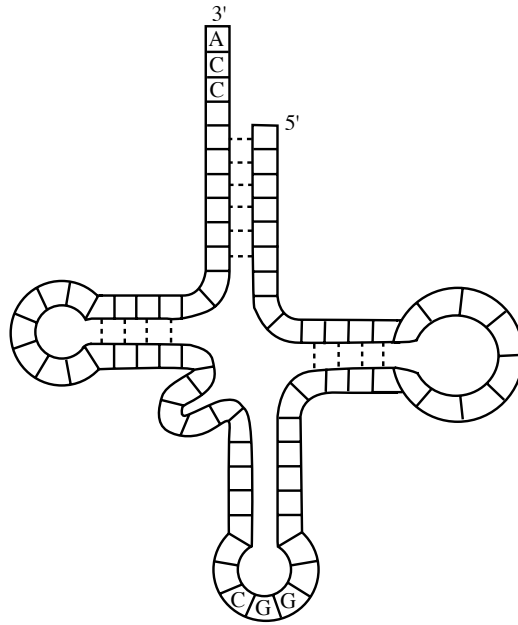
(1) استبدال حامض أميني.

(2) وقف الترجمة.

ii اقترح تغييراً في تسلسل النوكليوتيدات في الكودون الأوسط، لا يؤدّي إلى تغيير

في تسلسل الأحماض الأمينية في الزلال الذي تكوّن. علّل.

د. أمامك رسم توضيحي لجزء RNA - ناقل.



i حدّد أيّ حامض أميني مرتبط بجزء RNA - ناقل الذي في الرسم التوضيحي.

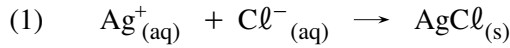
ii اكتب صيغة بنائية تشمل الحامض الأميني الذي كتبته في البند الفرعي "د i"،

والنوكليوتيد المرتبط به.

### الموضوع السابع – الكيمياء البيئية

١٥ . أحد الفحوص الهامة لتحديد جودة مياه الشرب هو قياس تركيز أيونات الكلور،  $Cl^-_{(aq)}$ .  
فحصوا في المختبر عينتين من الماء:

العينة A – مياه حنفية من مدينة معينة؛ العينة B – مياه معدنية من نبع قريب من المدينة.  
حدّدوا تركيز أيونات  $Cl^-_{(aq)}$  في كلّ واحدة من العينتين بطريقتين.  
الطريقة الأولى هي معايرة. تمّت معايرة كلّ واحدة من عينيّ الماء بواسطة محلول نترات الفضة،  
 $AgNO_3(aq)$ ، بتركيز 0.02 M، بوجود الكاشف ثنائي – كلورو – فلورستين الذي لونه  
يميل إلى الأصفر اللامع. تفاعلت كلّ أيونات الكلور التي في العينة حسب التفاعل (1):



أيونات  $Ag^+_{(aq)}$  الفائضة تفاعلت مع الكاشف، ونتج ناتج لونه يميل إلى الوردّي.

أ. i تمّ تحديد نقطة انتهاء المعايرة حسب تغيير لون الكاشف الذي يتفاعل مع

أيونات  $Ag^+_{(aq)}$  الفائضة. هناك قيود لتحديد بهذه الطريقة.

اذكر قيوداً واحداً، وشرح لماذا يُعتبر قيوداً.

ii يستعملون في هذه المعايرة محلول  $AgNO_3(aq)$  بتركيز منخفض. اشرح لماذا.

ب. لمعايرة 50 ml من العينة A لزمّت 20.4 ml من المحلول  $AgNO_3(aq)$  0.02 M.

احسب تركيز أيونات  $Cl^-_{(aq)}$  في العينة A، بوحدات  $\frac{mg}{liter}$ . فضّل حساباتك.

الطريقة الثانية لقياس تركيز أيونات  $Cl^-_{(aq)}$  هي طريقة سبكتروفوتومترية.

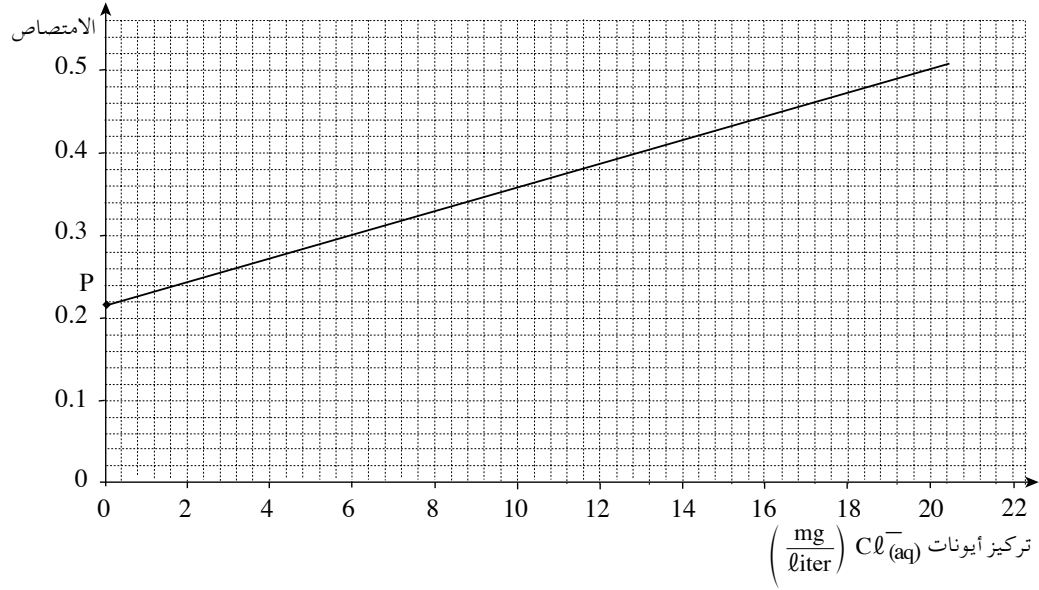
أيونات  $Cl^-_{(aq)}$  لا تمتصّ أشعة في مجال الضوء المرئي. لذلك يضيفون إلى المحلول الذي

يحتوي أيونات  $Cl^-_{(aq)}$  محلول  $Hg(SCN)_2(aq)$  ومحولاً يحتوي أيونات  $Fe^{3+}_{(aq)}$ .

ينتج أيون مركّب أحمر  $Fe(SCN)^{2+}_{(aq)}$ ، امتصاصه موجود بعلاقة طردية مع تركيز

أيونات  $Cl^-_{(aq)}$  في العينة.

أمامك منحنى معايرة يعرض العلاقة بين الامتصاص وبين تركيز أيونات  $Cl^-_{(aq)}$  في محاليل مختلفة. نُفِّدَت القياسات بطول موجة ثابت، 460 nm .



- ج. i صف باختصار مراحل تحضير منحنى المعايرة.  
 ii ما الذي تمثله النقطة P التي على منحنى المعايرة؟

يعرض الجدول الذي أمامك نتائج الفحوص التي أُجريت في المختبر.

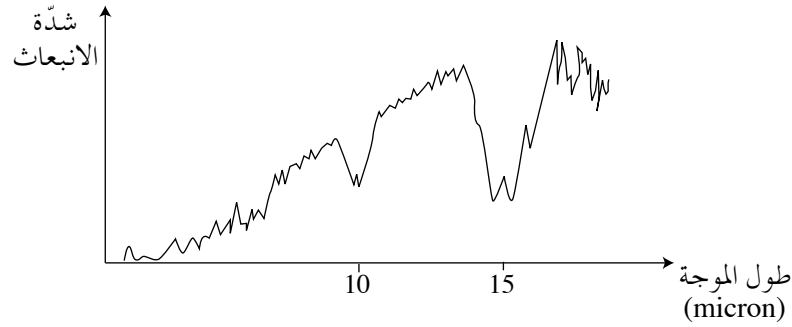
الامتصاص بطول موجة 460 nm	العينة
0.44	العينة A مخففة بـ 20 ضعفاً
0.26	العينة B

- د. i لماذا كانت هناك حاجة لتخفيف العينة A ؟  
 ii استعن بمنحنى المعايرة، وحدد تركيز أيونات  $Cl^-_{(aq)}$  في العينة A وفي العينة B ،  
 بوحدات  $\frac{mg}{liter}$  . فصل حساباتك .

هـ. نجحوا في العينة B في تحديد تركيز أيونات  $Cl^-_{(aq)}$  بطريقة سبكتروفوتومترية،

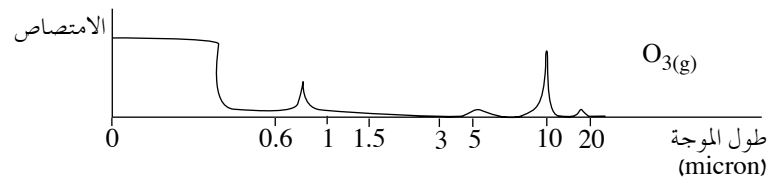
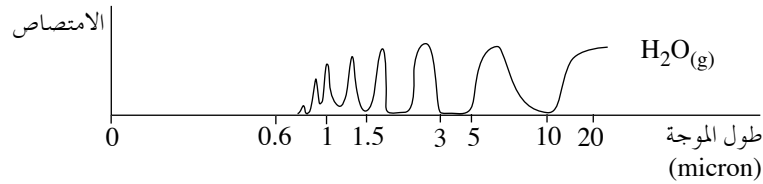
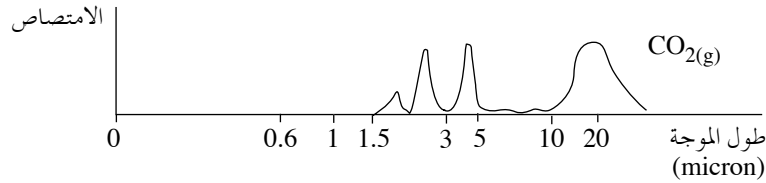
ولم ينجحوا في تحديد تركيز أيونات  $Cl^-_{(aq)}$  بطريقة المعايرة. اشرح لماذا.

١٦. أمامك طيف الأشعة المنبعثة من الكرة الأرضية في المجال تحت الأحمر (IR)، كما قيس بواسطة القمر الاصطناعي "نيمبوس".



- i. حدد إذا كان تردد الأشعة بطول موجة 15 ميكرون أكبر أم أصغر أم يساوي تردد الأشعة بطول موجة 10 ميكرون. علّل.
- ii. احسب طاقة فوتون الأشعة بطول موجة 15 ميكرون. فصل حساباتك.

تتسبب الانخفاضات في شدة الانبعاث في الطيف في أعقاب امتصاص الأشعة بأطوال موجة معينة بواسطة غازات موجودة في الغلاف الجوي، تُسمى غازات الاحتباس الحراري. أمامك أطياف امتصاص ثلاثة غازات: ثاني أكسيد الكربون،  $\text{CO}_2(\text{g})$  وبخار الماء،  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ، والأوزون،  $\text{O}_3(\text{g})$ .



/ يتبع في صفحة 33 /

(انتبه: تكلمة السؤال في الصفحة التالية.)



ב. في شدة الأشعة التي تنبعث من الكرة الأرضية هناك انخفاض ملحوظ في أطوال موجة معينة.

حدّد في أيّ مجال أطوال موجة يساهم كلّ واحد من الغازات الثلاثة:

$\text{CO}_2(\text{g})$  ،  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  ،  $\text{O}_3(\text{g})$  ، في الانخفاض الملحوظ في شدة الانبعاث. علّل.

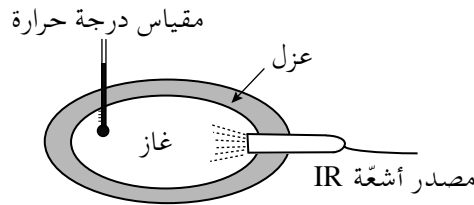
ג. أجروا تجربة لبيحثوا كيف يؤثر امتصاص أشعة IR بواسطة الغازات على درجة حرارة الغلاف

الجوي. ركبوا مجموعتين، حوّت كلّ واحدة منهما وعاءً عازلاً ومصدر أشعة IR ومقياس

درجة حرارة. أحد الوعاءين حوى  $\text{CO}_2(\text{g})$  ، والوعاء الآخر حوى  $\text{O}_3(\text{g})$ . تركيز الغازين

في الوعاءين كان متساوياً.

مجموعة التجربة موصوفة في الرسم التوضيحي الذي أمامك.



قيست درجة الحرارة الابتدائية في كلّ واحدة من المجموعتين. بعد ذلك تمّ تسليط أشعة IR على الغاز بتردد  $1.5 \cdot 10^{13} \text{ Hz}$  لمدة 30 دقيقة.

i احسب طول موجة الأشعة في التجربة. فصّل حساباتك.

ii بعد إنهاء تسليط الأشعة، قيس درجة الحرارة مرّة ثانية في كلّ واحدة من المجموعتين.

درجة الحرارة في المجموعة التي حوّت  $\text{CO}_2(\text{g})$  ارتفعت بـ  $10^\circ\text{C}$ .

حدّد إذا كانت درجة الحرارة في المجموعة التي حوّت  $\text{O}_3(\text{g})$  قد ارتفعت بـ  $10^\circ\text{C}$  ،

أم ارتفعت بأكثر من  $10^\circ\text{C}$  ، أم لم ترتفع بتاتاً. علّل تحديديك.

(انتبه: تكملة السؤال في الصفحة التالية.)

- ד. תוֹתֵר האַעמאל המִחְתלֶפֶת הַתִּי יִקוּם בִּהּ הָאִינְסָן עַלִי תְרָכִיז  $CO_2(g)$  פִּי הַגְּלַף הַגְּוִי .
- i אִשְׁרַח כִּיִּף יוֹתֵר כָּל־וָאֶחָד מִן הָעִמְלִינִים (1) וְ (2) הַלְּזִינִים אִמָּמֵךְ עַלִי תְרָכִיז  $CO_2(g)$  פִּי הַגְּלַף הַגְּוִי .
- (1) אִסְתַּעְמַל הַוּוֹד הָאֲחַפְּוֹרִי ( מִשְׁל הַוּוֹד הַמִּנְתֵּךְ מִן הַנֶּפֶט ) .
- (2) קָטַע אֲשֵׁיִךְ הַגְּאֵבֹת דַּאִמֶּה הַחֲצֵרָה .
- ii אֲחֲתֵר אֶחָד הָעִמְלִינִים (1) אוֹ (2) , וְאִפְתֵּרַח טְרִיִּקָה יִסְתַּיֵּעַ הָאִינְסָן בְּוַאֲסַטְתָּהּ תִּקְלִיִּס תְרָכִיז  $CO_2(g)$  פִּי הַגְּלַף הַגְּוִי .

## ב ה צ ל ח ה !

### נִתְמַנֵּי לֶךְ הַנִּיָּח !

זְכוּת הַיּוֹצְרִים שְׁמוּרָה לְמִדֵּינַת יִשְׂרָאֵל.  
אִין לְהַעֲתִיק אוֹ לְפָרְסֵם אֵלָא בְּרִשׁוֹת מִשְׁרַד הַחִינוּךְ.  
חֲפוּק הַטִּבֵּעַ מְחֻפְּזָה לְדוּלֶה יִסְרָאֵל.  
הַנִּסְחָ אוֹ הַנִּשְׁר מִמְנוּעָן אִלָּא בְּאִזְנִן מִן וְזָרָה הַמַּעֲרָפִים .