التمرين (01):

في اللحظة $t = 0$ نَمزج حجمًا قدرهُ $V_1 = 20\ mL$ من محلول فوق المنغنات تركيزه المولي $C_1 = 0{,}01\ mol/L$ وحجمًا $V_2 = 20\ mL$ من حمض الأوكساليك تركيزه المولي $C_2 = 0{,}1\ mol/L$ ونُضيف حجمًا $5\ mL$ من حمض الكبريت.

1. أ/ أكتب المعادلتين النصفيتين ثم استنتج معادلة التفاعل، تُعطى الثنائيات :

$(CO_{2(g)}/H_2C_2O_{4(aq)})$ و $(MnO^-_{4(aq)}/Mn^{2+}_{(aq)})$

ب/ أحسب كميات المادة الإبتدائية للمتفاعلات.

2. أ/ أنشئ جدول تقدم التفاعل، ثُم حدد المتفاعل المُحد.

ب/ ماهو تركيز شوارد المنغنيز Mn^{2+} في نهاية التفاعل؟

3. حَدِد الطرق المُمكنة لمتابعة تطور التَحول السابق .

التمرين (02):

لدراسة تطور حركية التحول بين شوارد البيكرومات $Cr_2O^{2}_{7\,(aq)}$ و محلول حمض الأوكساليك $H_2C_2O_{4(aq)}$.

نَمزج في اللحظة $t = 0\ s$ حجمًا $V_1 = 40\ mL$ من محلول بيكرومات البوتاسيوم $\left(2K^+_{(aq)}/Cr_2O^{2-}_{7\,(aq)}\right)$ تركيزه المولي $C_1 = 0{,}02\ mol/L$ مع حجم $V_2 = 60\ mL$ من محلول حمض الأوكساليك تركيزه المولي مجهول C_2.

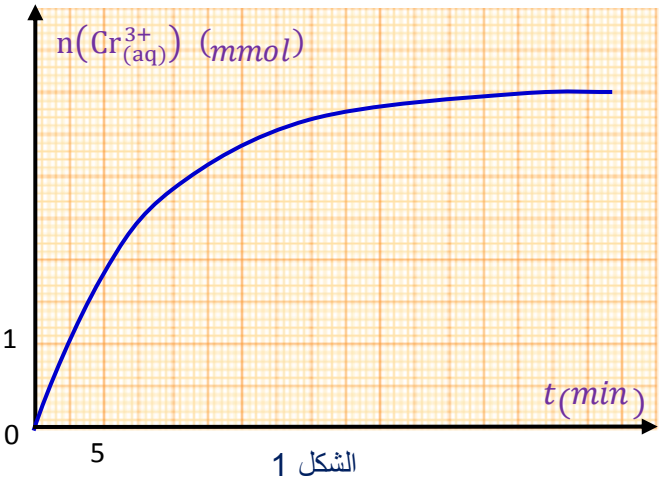
1. إذا كانت الثنائيتان المشاركتان في التفاعل هما:

$(CO_{2(g)}/H_2C_2O_{4(aq)})$ و $(Cr_2O^{2-}_{7\,(aq)}/Cr^{3+}_{(aq)})$

أ/ أكتب المعادلة المعبرة عن التفاعل المنمذج للتحول الحادث

ب/ أنشئ جدول لتقدم التفاعل.

2. يمثل (الشكل 1) المنحنى البياني لتطور كمية مادة $Cr^{3+}_{(aq)}$ بدلالة الزمن. أوجد من البيان:



الشكل 1

أ/ التَقدم النهائي للتفاعل x_f.

ب/ زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

جـ/ سرعة تشكل شوارد $Cr^{3+}_{(aq)}$ في اللحظة $t = 20\ min$

3. أ/ باعتبار التفاعل تام عَين المتفاعل المُحد.

ب/ أوجد التركيز المولي لمحلول حمض الأوكساليك C_2.

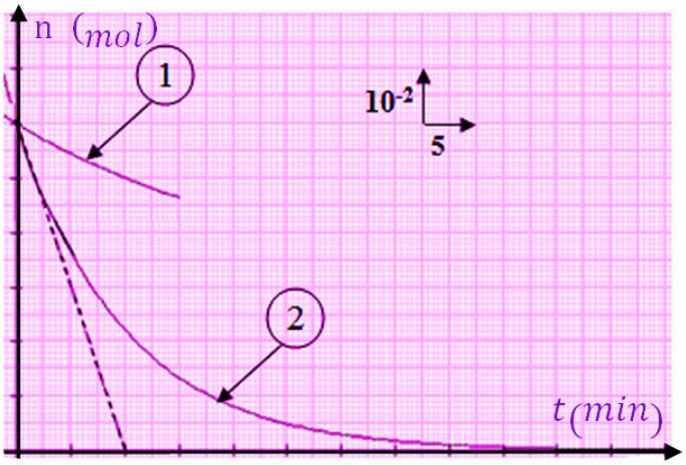
4. أوجد حجم غاز الـ CO_2 المنطلق عند $t = 20\ min$ في الشروط النظامية.

5. أحسب السرعة الحجمية للتفاعل عند $t = 20\ min$

يُعطى الحجم المولي : $V_M = 22{,}4\ L/mol$

التمرين (03):

نمزج في اللحظة $t_0 = 0$ حجمًا $V_1 = 100\ mL$ من محلول يود البوتاسيوم $\left(K^+_{(aq)}/I^-_{(aq)}\right)$ تركيزه C_1 مع V_2 من الماء الأكسجيني H_2O_2 تركيزه المولي $C_2 = 0{,}03\ mol/L$. متابعة تغيرات كمية مادة المتفاعلات $n_t(H_2O_2)$ و $n_t(I^-)$ في الوسط التفاعلي في لحظات زمنية مختلفة, مَكنتنا من الحصول على المنحنى التالي :



1. أكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي الحاصل. علمًا أن الثنائيتين (Ox/Red) الداخلتان في التفاعل هما:

$(I_{2(aq)}/I^-_{(aq)})$ و $(H_2O_{2\,(aq)}/H_2O_{\,(l)})$

2. أنشئ جدول تقدم التفاعل السابق.

3. اعتمادًا على البيان وجدول تقدم التفاعل:

أ/ حَدد المتفاعل المُحد.

ب/ أنسِب لكُل منحى البيان الموافق.

جـ/ أحسب كل من C_1 و V_2.

د/ أكمل رسم البيان1.

4. أ/ عرف السرعة الحجمية للتفاعل في اللحظة t.

ب/ بين أن عبارتها تكتب بالشكل: $v_{vol} = -\frac{1}{2V}\frac{d(I^-)}{dt}$

ثم أحسب قيمتها في اللحظة $t_0 = 0$.

ج/ عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ وأحسب قيمته.

د/ حدد تركيز الأنواع الكيميائية عند اللحظة $t_1 = 15\ min$.

نظم وقتك

1. تذكر أن أحسن طريقة لاستغلال الوقت أن تبدأ الآن !!
2. حدد أولويات الدراسة وفق الوقت المتاح.
3. ضع جدولًا يوميًا - أسبوعيًا لتنظيم الوقت و الأولويات.
4. تنظيم الوقت: رغبة + إرادة + ممراسة + جهد = متعة

التمرين (04):

نضع في كأس بيشر حجما $V = 100\ mL$ من محلول حمض الآزوت $(H^+ + NO_3^-)$ تركيزه المولي $C = 1\ mol/L$ نضيف له كتلة $m = 19,2\ g$ من النحاس (Cu).

1. علمًا أن الثنائيتين (Ox/Red) الداخلتان في التفاعل هما:
$(NO_{3\ (aq)}^- / NO_{(g)})$ و $(Cu^{2+}{}_{(aq)} / Cu_{(s)})$

أ/ أكتب معادلة الأكسدة الارجاعية.

ب/ أنشئ جدول تقدم التفاعل.

ج/ هل المزيج الابتدائي في شروط ستوكيومترية ؟

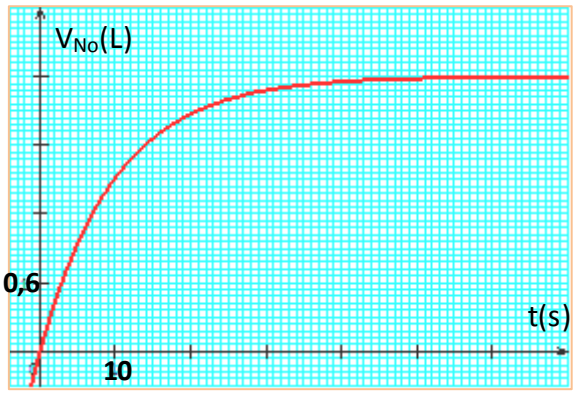
د/ حَدد المتفاعل المُحد.

2. علمًا أن التجربة أجريت في درجة الحرارة $25°C$ وتحت الضغط $P = 10^5\ Pa$

أ/ بين أن الحجم المولي للغازات في شروط التجربة هو $V_M = 24\ L/mol$.

ب/ اوجد العلاقة بين التقدم x و حجم غاز أكسيد الازوت V_{NO} المنطلق.

3. يعطي الشكل المرافق تغير حجم غاز أكسيد الازوت V_{NO} بدلالة الزمن.



أ/ عرف سرعة التفاعل واحسب قيمتها في اللحظة $t = 20\ s$.

ب/ كيف تتطور سرعة التفاعل مع مرور الزمن؟ عَلل.

ج/ عين زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

د/ حَدد التركيب المولي للمزيج عند اللحظة $t = 20\ s$.

نُعطى : $R = 8,314\ (SI)\ ;\ M(Cu) = 64\ g/mol$

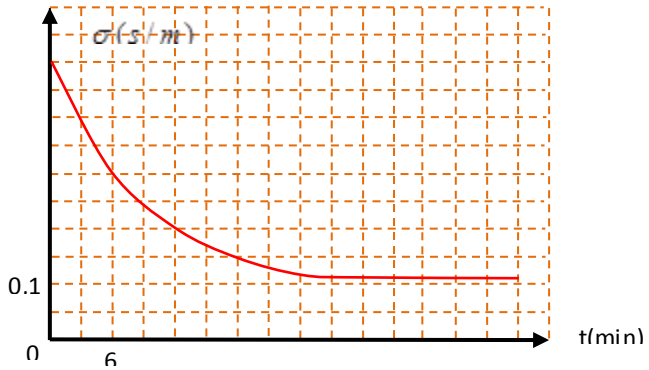
التمرين (05):

لغرض المتابعة الزمنية لتحول كيميائي المنمذج بالمعادلة :

$$2Al_{(s)} + 6H_3O^+_{(aq)} = 2Al^{3+}_{(aq)} + 3H_{2(g)} + 6H_2O_{(l)}$$

عن طريق قياس الناقلية النوعية عند درجة الحرارة $25°C$ نضع حجم $V = 20mL$ من محلول كلور الماء $(H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)})$ تركيزه $C = 0.012mol/L$ ونضيف عند اللحظة $t = 0s$ كتلة $m = 27mg$ من الألمنيوم (Al) نتابع تغيرات الناقلية النوعية σ بدلالة الزمن t.

فنتحصل على البيان الموضح في الشكل المقابل:



1. أحسب كميات المادة لمختلف الأنواع الكيميائية في اللحظة $t = 0$.
2. أنشئ جدول لتقدم التفاعل.
3. لِماذا يُمكن متابعة هذا التحول عن طريق قياس الناقلية وما هي الأنواع المسؤولة عن تطور الناقلية في المزيج؟
4. أكتب عبارة الناقلية النوعية للمزيج .
5. بَين أن: $\sigma(t) = -1,01\times10^4 x + 0,511$.
6. أوجد كمية المادة للفردين الكيميائيين $Al^{3+}_{(aq)}$ و $H_3O^+_{(aq)}$ عند اللحظة $t = 6\min$.
7. بين أن سرعة التفاعل في هذه الحالة تعطى بالعلاقة:

$$v_t = \frac{1}{1,01\times10^4}\left|\frac{d\sigma(t)}{dt}\right|$$

8. أحسب قيمة سرعة التفاعل عند اللحظة $t = 6\min$.
9. استنتج قيمة السرعة الحجمية لتشكل $Al^{3+}_{(aq)}$ عند اللحظة $t = 6\min$.

تُعطى عند الدرجة $25°C$:

$\lambda(H_3O^+) = 35\times10^{-3}\ s.m^2/mol$

$\lambda(Cl^-) = 7,6\times10^{-3}\ s.m^2/mol$

$\lambda(Al^{3+}) = 4\times10^{-3}\ s.m^2/mol$

$M(Al) = 27g/mol$

التمرين (06):

لدراسة حركية التفاعل الكيميائي البَطيء والتَام بين الماء الأكسجيني $H_2O_{2(aq)}$ ومحلول يود البوتاسيوم $(K^+_{(aq)} + I^-_{(aq)})$ في وسط حمضي و المنمذج بالمعادلة:

$$H_2O_2(aq) + 2I^-(aq) + 2H^+(aq) = I_2(aq) + 2H_2O(l)$$

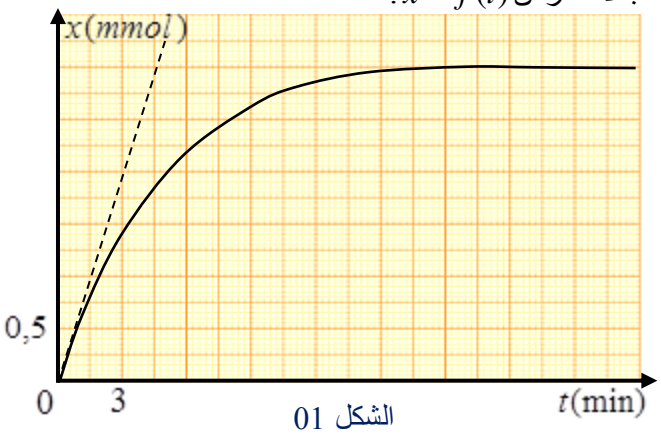
مزجنا في بيشر عند اللحظة $t = 0$ ودرجة حرارة $25°C$، حجما $V_1 = 100mL$ من محلول الماء الأكسجيني تركيزه المولي $C_1 = 4,5\times10^{-2}\ mol.L^{-1}$ مع حجم $V_2 = 100mL$ من محلول يود البوتاسيوم تركيزه المولي $C_2 = 6,0\times10^{-2}\ mol.L^{-1}$ و بضع قطرات من محلول حمض الكبريت المركز $(2H_3O^+ + SO_4^{2-})$.

I. 1) أكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة والإرجاع , ثُم حدد الثنائيات المشاركة في التفاعل $(Ox/\mathrm{Re}\,d)$.

2) أحسب كميتي المادة للماء الأكسجيني و لشوارد اليود في المزيج الابتدائي.

3) أنشئ جدول التقدم واستنتج التقدم الأعظمي x_{max} ، وحدد المتفاعل المحد.

II. لتحديد كمية ثنائي اليود المتشكلة $I_2(aq)$ في لحظات زمنية مختلفة t ، نأخذ في كل مرة نفس الحجم من المزيج التفاعلي و نضع فيه (ماء+جليد) وبضع قطرات من صمغ النشاء ونعايره بمحلول لثيوكبريتات الصوديوم $(2Na^+_{(aq)} + S_2O_3^{2-}{}_{(aq)})$ معلوم التركيز. معالجة النتائج مكنتنا من رسم المنحنى ممثل لتطور تقدم التفاعل الكيميائي المدروس في المزيج الأصلي بدلالة لزمن $x = f(t)$.



الشكل 01

1.أ/ ما الهدف من إضافة الماء والجليد ؟

ب/ ضع رسماً تخطيطياً للتجهيز التجريبي المستخدم في عملية المعايرة.

2. أ/ عين بيانيا قيمة التقدم النهائي x_f ، ماذا تستنتج؟

ب/عرف زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$، وعين قيمته.

3. أ/ عرف وأكتب عبارة السرعة الحجمية للتفاعل. ثم أحسب قيمتها في اللحظتين $t_0 = 0\,\mathrm{min}$ و $t_1 = 9\,\mathrm{min}$.

ب/ عبر عن سرعة اختفاء شوارد اليود $I^-(aq)$ بدلالة السرعة الحجمية للتفاعل وأحسب قيمتها في اللحظة t_1.

التمرين (07):

نمزج في اللحظة $t = 0$ كمية قدرها 0,03 mol من محلول برمنغنات البوتاسيوم $\left(K^+ + MnO_4^-\right)$ مع كمية قدرها 0,05 mol من محلول حمض الأوكساليك في وسط حمضي حيث $V = 1L$ هو حجم الوسط التفاعلي تكتب معادلة التفاعل المنمذج للتحول الكيميائي:

$$5H_2C_2O_4 + 2MnO_4^- + 6H^+ = 2Mn^{2+} + 10CO_2 + 8H_2O$$

لمتابعة هذا التفاعل نأخذ خلال أزمنة مختلفة t حجم $V_P = 10mL$ من المزيج ثم نُعاير كمية شوارد برمنغنات المتبقية MnO_4^- بواسطة محلول كبريتات الحديد الثنائي, ذي التركيز $C = 0,25\ \mathrm{mol/L}$.

1. مثل جدول تقدم التفاعل

- هل المزيج الابتدائي ستوكيومتري؟

2. بين أنه في أي لحظة t : $[CO_2] = 0,15 - 5\,[MnO_4^-]$

3. أكتب معادلة تفاعل المعايرة, وماهي خصائص هذا التفاعل؟

4. عرف نقطة التكافؤ ثم استنتج عبارة حجم محلول كبريتات الحديد الثنائي المضاف عند التكافؤ V_E بدلالة , V_P , C و $[MnO_4^-]$.

5. أكمل جدول القياسات التالي :

t (s)	0	30	60	90	120	150	210
$V_E(mL)$	6,0	4,8	3,8	3,0	2,4	2,0	1,2
$[MnO_4^-]$ $\times 10^{-2}\,mol/L$							

6. أرسم المنحنى $[MnO_4^-] = f(t)$.

7. أحسب السرعة الحجمية لتشكل CO_2 عند اللحظة $t = 90s$.

8. عرف ثم حدد زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$.

يعطى : $\left(Fe^{3+}_{(aq)} / Fe^{2+}_{(aq)}\right)$ و $\left(MnO_{4\,(aq)}^- / Mn^{2+}_{(aq)}\right)$

التمرين (08):

يُعرف مَحلول بيروكسيد الهيدروجين بالماء الأكسجيني ، الذي يستعمل في تطهير الجروح وتنظيف العدسات اللاصقة وكذلك التبيض .يتفكك الماء الأكسجيني وفق التفاعل المنمذج بالمعادلة الكيميائية التالية: $2H_2O_{2(aq)} = 2H_2O_{(l)} + O_{2(g)}$

1.اقترح الأستاذ على التلاميذ في حصة الأعمال التطبيقية دراسة حركية التحول السابق.

وضع الأستاذ في متناولهم المواد والوسائل التالية: قارورة تحتوي على $500mL$ من الماء الأكسجيني S_0 منتج حديثًا كُتب عليها ماء أكسجيني $10V$ (تَحلل $1L$ من الماء الأكسجيني يحرر $10L$ من غاز ثنائي الأكسجين في الشرطين النظاميين ،الحجم المولي : $V_M = 22,4L/mol$)

الزجاجيات:

- حوجلات عيارية : $250mL;200mL;100mL;50mL$.
- ماصات عيارية : $10mL;5mL;1mL$ وإجاصة مص.
- سحاحة مدرجة سعتها: $50mL$.
- قارورة محلول برمنغنات البوتاسيوم محضر حديثا تركيزه بشوارد البرمنغنات $C' = 2,0\times10^{-3}\,mol.L^{-1}$. ماء مقطر.
- قارورة حمض الكبريت المركز 98% . حامل.

قام الأستاذ بتقويج التلاميذ إلى أربع مجموعات مصغرة (A, B, C, D) ثم طلب منها القيام بمايلي.

I. تحضير محلول S بحجم $200mL$ أي بتمديد عينة من المحلول S_0 40 مرة.

1/ ضَع بروتوكولًا تجريبيًا لتحضير المحلول S.

2/ أنشئ جدولًا لتقدم التفاعل.(تفكك الماء الأكسجيني).

3/ أحسب التركيز المولي للمحلول S_0. واستنتج التركيز المولي للمحلول S.

II. تأخذ كل مجموعة حجمًا من المحلول S، وتُضيف له حجمًا معينًا من محلول يحتوي على شوارد الحديد الثلاثي كوسيط وفق الجدول المقابل:

رمز المجموعة	A	B	C	D
حجم الوسيط المضاف (mL)	1	5	0	2
حجم H_2O_2 (mL)	49	45	50	48
حجم الوسط التفاعلي (mL)	50	50	50	50

1/ ما دور الوسيط؟ ما نوع الوساطة؟

2/ تأخذ كل مجموعة، في لحظات زمنية مختلفة، حجما مقداره $10mL$ من الوسط التفاعلي الخاص بها ويضع في الماء البارد والجليد وتجرى له عملية المعايرة بمحلول برمنغنات البوتاسيوم المحمضة (بإضافة قطرات من حمض الكبريت المركز).

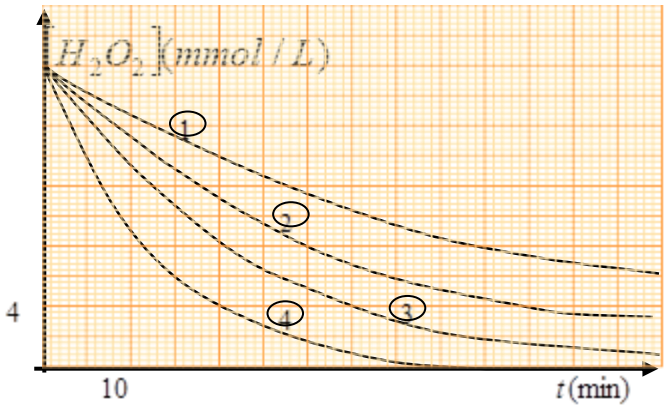
أ/ ما الغرض من استعمال الماء البارد والجليد؟

3/ سمحت عمليات المعايرة برسم المنحنيات البيانية (الشكل 01)

أ/ حدد البيان الخاص بكل مجموعة.

ب/ أوجد من البيان التركيز المولي للمحلول S المعاير. استنتج التركيز المولي للمحلول S_0.

جـ/ هل النتائج المتوصل اليها (في الشكل 01) متطابقة مع ما هو مسجل على القارورة؟



الشكل 01

الثوابت
$N = 6{,}023 \cdot 10^{23} noyaux/mol$
$V_M = 22{,}4\ L/mol$ (في الشروط النظامية)
$R = 8{,}314\ j.mol^{-1}.K^{-1}$

التحويل
بالنسبة لكمية المادة n : $n = X\ mmol = X \cdot 10^{-3}\ mol$
بالنسبة للكتلة m : $m = X\ mg = X \cdot 10^{-3}$
بالنسبة للحجم V : $V = X\ mL = X \cdot 10^{-3}\ L$ $V = X\ L = X \cdot 10^{-3}\ m^3$ ⊖ نستعمله في قانون الغازات المثالية $PV = nRT$ ويجب استعمال الحجم V بوحدة m^3
بالنسبة للضغط P : $P = X\ bar = X \cdot 10^5\ Pa$ $P = X\ atm = X \cdot 1{,}013 \cdot 10^5\ Pa$
بالنسبة لدرجة الحرارة T : $T(K) = T(°C) + 273$
بالنسبة للتركيز المولي C : $C = X\ \frac{mol}{L} = X \cdot 10^3\ \frac{mol}{m^3}$ ⊖ نستعمله في عبارة الناقلية النوعية σ ويجب أخذه بوحدة $\frac{mol}{m^3}$
بالنسبة للناقلية النوعية المولية الشاردية λ : $\lambda = X\ mS.m^2/mol = X \cdot 10^{-3}\ S.m^2/mol$

ما يجب أن تعرفه في الوحدة الأولى	ض	م	ح	ج
1. تعاريف: الأكسدة، الإرجاع، المؤكسد(Ox)، المرجع (Réd)، تفاعل الأكسدة-إرجاع.				
2. الثنائيات (Ox/Red): تحديد الثنائيات الداخلة في التفاعل				
3. كتابة المعادلات النصفية والمعادلة الإجمالية للتفاعل				
4. تحديد كميات الأنواع الكيميائية للمزيج الابتدائي في الحالات الفيزيائية المختلفة.				
5. استنتاج علاقة المحققة للمزيج الستكيومتري، والمزيج الذي يحتوي على زيادة.				
6. إنشاء جدول التقدم				
7. تعين التقدم الأعظمي والمتفاعل المحد والمتفاعل بالزيادة في الوسط التفاعلي.				
8. إيجاد علاقة كميات المادة للأنواع الكيميائية المختلفة بدلالة تقدم التفاعل.				
9. طرق المتابعة: المعايرة اللونية، قياس متغيرات الحالة الفيزيائية، قياس الناقلية.				
10. ملأ جداول القياسات اعتماد على جدول التقدم ، والعلاقات المستنتجة، والقياس المباشر.				
11. رسم المنحنيات المعبرة عن دراسة تطور التفاعل.				
12. تعريف سرعة التفاعل والسرعة الحجمية للتفاعل وعبارتهما				
13. استنتاج السرعة الحجمية بيانيا ومعرفة المعنى الفيزيائي لميل منحنى التطور.				
14. تطور السرعة الحجمية خلال التفاعل.				
15. تعريف وتحديد زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ بيانيًا.				
16. ذكر العوامل الحركية – تأثيرها على البيان الممثل لتطور التفاعل				

(ض: ضعيف ، م: متوسط، ح: حسن ،ج: جيد)