الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التربية الوطنية

الديوان الوطني للامتحانات والمسابقات

امتحان بكالوريا التعليم الثانوي — الدورة: 2026

الشعبة: تقني رياضي

اختبار في مادة: التكنولوجيا (هندسة الطرائق) — المدة: 04 سا و30 د

على المترشح أن يختار أحد الموضوعين الآتيين:

الموضوع الأوّل

يحتوي الموضوع على (04) صفحات (من الصفحة 1 من 8 إلى 4 من 8)

التمرين الأوّل: (07 نقاط)

I-1) حمض كربوكسيلي (A) صيغته من الشّكل $CH_3-\underset{\underset{R}{|}}{CH}-COOH$ نسبة الأكسجين فيه % 36,36.

حيث: R جذر ألكيلي مشبّع.

أ- احسب الكتلة المولية للمركّب (A).

ب- جِد الصّيغة نصف المفصّلة للمركّب (A).

2) يدخل المركّب (A) في سلسلة التّفاعلات الكيميائية الآتية:

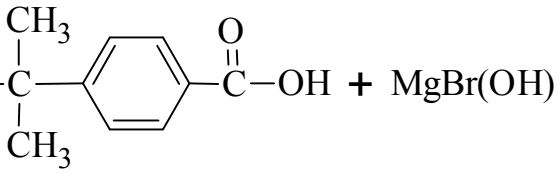
1) $(A) \xrightarrow[2)\ H_2O]{1)\ LiAlH_4} (B)$

2) $(B) \xrightarrow[350\ °C]{Al_2O_3} \underset{(C)}{CH_3-\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}=CH_2} + H_2O$

3) $(C) + (D) \xrightarrow{H_2SO_4} (E)$

4) $(E) + Br_2 \xrightarrow{FeBr_3} (F) + HBr$

5) $(F) + Mg \xrightarrow{ROR} (G)$

6) $(G) + CO_2 \xrightarrow{H_2O}$ 

- جِد الصّيغ نصف المفصّلة للمركّبات: (B) , (D) , (E) , (F) و (G).

3) بلمرة المركّب (C) تعطي بوليمير P.

أ- اكتب تفاعل البلمرة الحادث.

ب- أعط مقطعا من البوليمير P يتكوّن من ثلاث (03) وحدات بنائية.

جـ- احسب درجة البلمرة للبوليمير P إذا كانت كتلته المولية المتوسّطة $M_{(P)} = 145600\ g.mol^{-1}$

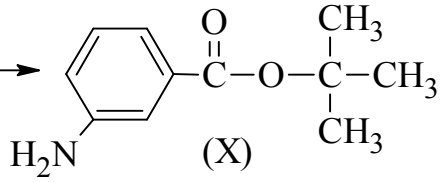
يعطى: $M_H = 1\ g.mol^{-1}$, $M_C = 12\ g.mol^{-1}$, $M_O = 16\ g.mol^{-1}$

II- انطلاقا من المركّب (C) يمكن تحضير المركّب X كالآتي:

1) $(C) + H_2O \xrightarrow{H_3O^+} (J)$

2) $(K) + (J) \rightleftharpoons (L) + H_2O$ (H_2SO_4)

3) $(L) + HNO_3 \xrightarrow{H_2SO_4} (M) + H_2O$

4) (M) $\xrightarrow[HCl]{Fe}$  $+ H_2O$

1) جِد الصّيغ نصف المفصّلة للمركّبات : (J) , (K) , (L) و (M).

2) استنتج مردود التّفاعل رقم (2).

التمرين الثاني: (07 نقاط)

I-1) حمض دُهني AG_1 له قرينة يود $I_{i(AG_1)} = 274,1$، أكسدته بـ $KMnO_4$ المركّزة في وسط حمضي تعطي أحماضا كربوكسيليّة على التّرتيب وفق التّفاعل الآتي:

$$AG_1 \xrightarrow[H_2SO_4]{KMnO_4(con)} CH_3\text{-}CH_2\text{-}COOH + 2\,(HOOC\text{-}CH_2\text{-}COOH) + HOOC\text{-}(CH_2)_X\text{-}COOH$$

أ- احسب الكتلة المولية للحمض الدُّهني AG_1.

ب- جِد الصّيغة نصف المفصّلة للحمض الدُّهني AG_1.

2) عيّنة E من زيت نباتي لها قرينة يود $I_{i(E)} = 150,45$ تحتوي على 15 % من حمض دُهني AG_1 و 20 % من حمض دُهني مشبّع AG_2 و 65 % من ثلاثي غليسريد TG.

أ- احسب قرينة اليود $I_{i(TG)}$ لثلاثي الغليسريد TG .

ب- جِد الكتلة المولّية لثلاثي الغليسريد TG.

علما أنّه يتكوّن من مولين من الحمض الدُّهني AG_1 وواحد مول من الحمض الدُّهني AG_2.

جـ- جِد الصّيغة نصف المفصّلة للحمض الدُّهني AG_2.

د- اكتب الصّيغ نصف المفصّلة الممكنة لثلاثي الغليسريد TG.

يعطى: $M_H = 1\ g.mol^{-1}$, $M_C = 12\ g.mol^{-1}$, $M_O = 16\ g.mol^{-1}$, $M_I = 127\ g.mol^{-1}$

II-1) نجري الفصل الكروماتوغرافي لمزيج (M) يتكوّن من ثلاثة أحماض أمينيّة (A) , (B) , (C) باستعمال مذيب مناسب.

النتائج موضّحة في وثيقة التّحليل الكروماتوغرافي.

أ- ما هو الكاشف المستعمل في الفصل الكروماتوغرافي؟

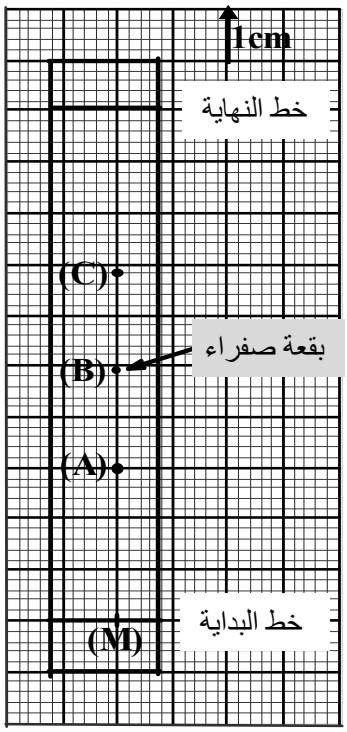
ب- احسب معامل السّريان R_f للأحماض الأمينية (A) , (B) و (C)

علما أنّ R_f هو المسافة التي يقطعها الحمض الأميني على المسافة التي يقطعها المذيب

جـ- حدّد الأحماض الأمينية (A) , (B) و (C) المكوّنة للمزيج (M).

تعطى: قيم معامل السّريان R_f في المذيب السابق للأحماض الأمينية الآتية:

الحمض الاميني	Lys	Glu	Pro	Gly	Phe
معامل السّريان R_f	0,10	0,30	0,49	0,22	0,68



وثيقة التحليل الكروماتوغرافي

2) أ- اكتب الصّيغ الأيّونية للحمض الأميني (A) عند تغّير الـ pH من 1 إلى 13.

يعطى: $pKa_1 = 2,19$, $pKa_R = 4,25$, $pKa_2 = 9,67$

ب- أعط الصّيغتين الموجودتين عند pH=8 مع تحديد الصّيغة السّائدة .

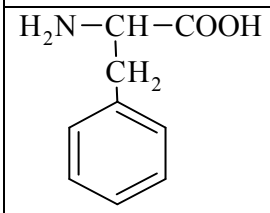
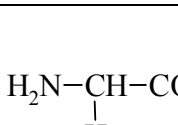
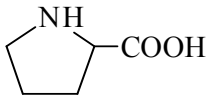
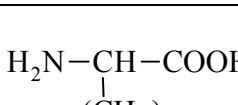
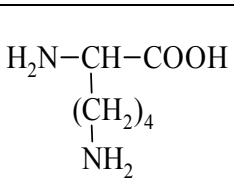
3) نضع مزيجا من الأحماض الأمينية السّابقة (A) , (B) , (C) في جهاز الهجرة الكهربائية.

أ- ما هي قيمة الـ pH المثالية لعملية الفصل بالهجرة الكهربائية ؟

ب- حدّد مواقع الأحماض الأمينية (A) , (B) و (C) على شريط الهجرة الكهربائية عند قيمة الـ pH المثالية.

4) اكتب صيغة ثلاثي الببتيد $\boxed{A - B - C}$.

يعطى:

Phe	Gly	Pro	Glu	Lys
				
$pH_i = 5,48$	$pH_i = 5,97$	$pH_i = 6,30$	$pH_i = 3,22$	$pH_i = 9,74$

التمرين الثالث: (06 نقاط)

I- يحترق ثلاثي ميثيل الألمنيوم السّائل $(Al(CH_3)_{3(\ell)})$ عند 25°C وفق التّفاعل الآتي:

$$Al(CH_3)_{3\,(\ell)} + 6\,O_{2\,(g)} \longrightarrow 3\,CO_{2\,(g)} + \frac{9}{2}\,H_2O_{(\ell)} + \frac{1}{2}\,Al_2O_{3\,(S)}$$

1) جد انطالبي تفاعل الاحتراق $\Delta H^{\circ}_{comb}(Al(CH_3)_{3\,(\ell)})$ عند 25°C.

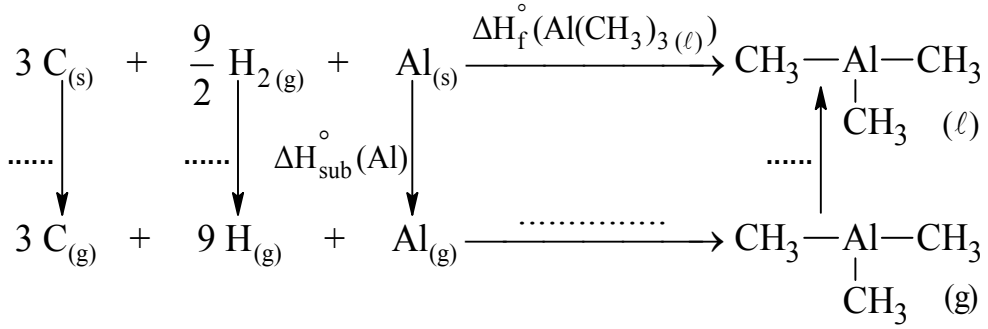
يعطى: $R = 8{,}314\ J.mol^{-1}.K^{-1}$, $\Delta U_{comb} = -3161{,}52\ kJ.mol^{-1}$

2) احسب انطالبي تشكل ثلاثي ميثيل الألمنيوم السّائل. $\Delta H^{\circ}_f(Al(CH_3)_{3\,(\ell)})$

يعطى: $\Delta H^{\circ}_f(CO_{2\,(g)}) = -393\ kJ.mol^{-1}$, $\Delta H^{\circ}_f(Al_2O_{3\,(S)}) = -1675{,}7\ kJ.mol^{-1}$

$\Delta H^{\circ}_f(H_2O_{(\ell)}) = -286\ kJ.mol^{-1}$

3) يتشكل ثلاثي ميثيل الألمنيوم السّائل $\left(Al(CH_3)_{3\,(\ell)}\right)$ وفق المخطّط الآتي:



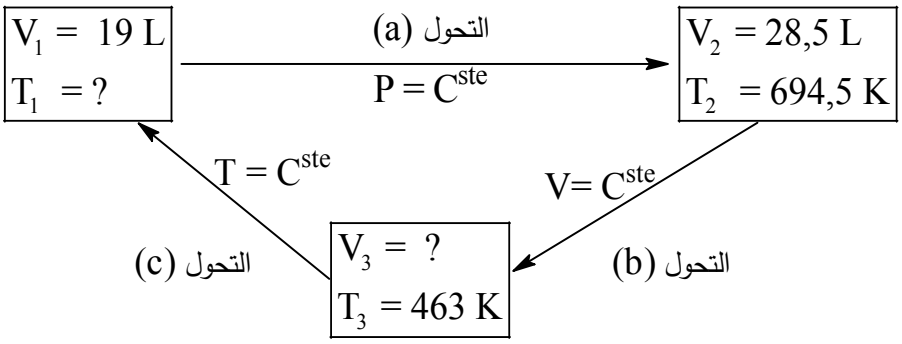
أ- أكمل المخطّط السابق.

ب- احسب طاقة الرّابطة $E_{(C-Al)}$ في ثلاثي ميثيل الألمنيوم السّائل $\left(Al(CH_3)_{3\,(\ell)}\right)$.

يعطى: $E_{(C-H)} = 415\ kJ.mol^{-1}$; $E_{(H-H)} = 436\ kJ.mol^{-1}$

$\Delta H^{\circ}_{sub}(C) = 717\ kJ.mol^{-1}$, $\Delta H^{\circ}_{sub}(Al) = 330\ kJ.mol^{-1}$, $\Delta H^{\circ}_{vap}(Al(CH_3)_3) = 62{,}3\ kJ.mol^{-1}$

II- يخضع 2moles من غاز نعتبره مثالي للتّحولات التالية:



1) استنتج كل من T_1 , V_3.

2) احسب العمل W_a , W_b , W_C.

يعطى: $R = 0{,}0821\ L.atm.mol^{-1}.K^{-1}$, $1atm = 1{,}01325\times10^5\ Pa$

الموضوع الثّاني

يحتوي الموضوع على (04) صفحات (من الصفحة 5 من 8 إلى 8 من 8)

التمرين الأول: (07 نقاط)

ثلاث مركبات عضوية (A) , (B) و (C) لها نفس الصّيغة $C_nH_{2n}O$. نسبة الأكسجين فيها 27,58%.

1) جد صيغتهم المجملة.

يعطى: $M_O = 16\ g.mol^{-1}$ ، $M_C = 12\ g.mol^{-1}$ ، $M_H = 1\ g.mol^{-1}$

2) المركّبان (A) و (B) يتفاعلان مع DNPH ويمكن الحصول على المركّب (B) انطلاقا من المركّب (A) وفق التّفاعلات الآتية:

1) $(A) \xrightarrow[2)H_2O]{1)LiAlH_4} (D)$

2) $(D) \xrightarrow[170\ °C]{H_2SO_4} (E) + H_2O$

3) $(E) \xrightarrow[H_2SO_4]{KMnO_4} (F) + CO_2 + H_2O$

4) $2\ (F) \xrightarrow[350\ °C]{MnO} (B) + CO_2 + H_2O$

أ- اكتب الصّيغ نصف المفصّلة للمركبات (A) , (B) , (D) , (E) و (F).

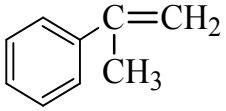
ب- اذكر الوسيط الذي يمكن استعماله في التّفاعل رقم (2) بدلا من حمض الكبريت عند 170 °C.

3) نحضّر المركّب العضوي (2-phénylprop-1-ène) باستعمال المركّب (B) وفق سلسلة التّفاعلات الآتية:

1) $(G) + Cl_2 \xrightarrow{AlCl_3} (H) + HCl$

2) $(H) + Mg \xrightarrow{Ether} (I)$

3) $(I) + (B) \xrightarrow{H_2O} (J) + MgCl(OH)$

4) $(J) \xrightarrow[350\ °C]{Al_2O_3}$  $+ H_2O$

(2-phénylprop-1-ène)

- جد الصّيغ نصف المفصّلة للمركبات (G) , (H) , (I) و (J) .

4) نحضّر البوليمير (P) انطلاقا من المركب (C) (هو كحول حلقي) وفق سلسلة التّفاعلات الآتية:

1) $(C) \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4} (K) + H_2O$

2) $(K) \xrightarrow[H_2SO_4]{KMnO_4} (L)$

3) $(L) \xrightarrow[2)\ H_2O]{1)\ LiAlH_4} (M)$

4) $n(M) + n(L) \longrightarrow \underset{(P)}{\left[-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-(CH_2)_3-O- \right]_n} + mH_2O$

أ- جد الصّيغ نصف المفصّلة للمركبات (C) , (K) , (L) و (M).

ب- احسب درجة البلمرة للبوليمير (P) إذا كانت كتلته المولية المتوسّطة $M_P = 129600\ g.mol^{-1}$.

التمرين الثاني: (07 نقاط)

I-1) تصبّن 2,94 g من ثلاثي غليسريد TG يتطلّب 20 mL من محلول كحولي لـ KOH تركيزه (0,5M) مع التسخين لمدة معينة.

- جد الكتلة المولية لثلاثي الغليسريد TG.

2) تتفاعل كتلة قدرها 4,6 g من ثلاثي الغليسريد TG مع كتلة 5,3 g من اليود.

- استنتج عدد الرّوابط المزدوجة التي يحتويها ثلاثي الغليسريد TG.

3) يعطي التّحليل المائي لثلاثي الغليسريد TG ما يلي:

$$TG + 3H_2O \rightarrow Glycérol + 2(A) + (B)$$

- أكسدة الحمض الدهني (A) ببرمنغنات البوتاسيوم المركزة في وجود H_2SO_4 تعطي ثنائي الحمض (C) وثنائي الحمض (D) وأحادي الحمض (E) وفق التّفاعل الآتي:

$$(A) \xrightarrow[H_2SO_4]{KMnO_4} (C) + (D) + (E)$$

- نزع مجموعتي الكربوكسيل من ثنائي الحمض (C) تعطي المركّب (F).

$$(C) \xrightarrow[\Delta]{OH^-} (F) + 2\ CO_2$$

المركّب (F) كثافته بالنسبة للهواء $d = 3,45$.

- نسبة الأكسجين في ثنائي الحمض (D) هي 61,53%.

- يتطلّب تعديل كتلة قدرها 1,16 g من أحادي الحمض (E) حجما قدره 20 mL من محلول KOH تركيزه $(0,5\ mol.L^{-1})$.

أ- جد صيغة كل من (F) , (C) , (D) و (E).

ب- استنتج الصّيغة نصف المفصّلة للحمض الدهني (A) علما أنّ لديه رابطة مزدوجة في الموضع C_9.

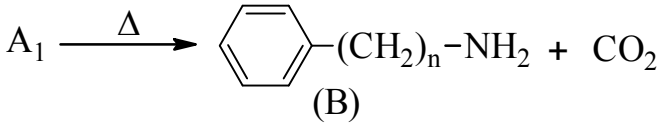
4) بيّن أنّ الحمض الدهني (B) مشبع وله نفس عدد ذرات الكربون كما في الحمض الدهني (A) واستنتج صيغته نصف المفصّلة.

5) اكتب الصّيغتين المحتملتين لثلاثي الغليسريد TG.

يعطى: $M_C = 12\ g.mol^{-1}; M_H = 1\ g.mol^{-1}; M_O = 16\ g.mol^{-1}; M_K = 39\ g.mol^{-1}; M_I = 127\ g.mol^{-1}$

II- يعطي التّحليل المائي الحامضي لرباعي الببتيد P أربع أحماض α أمينية A_1 , A_2 , A_3 و A_4 .

1) نزع مجموعة الكربوكسيل بالتّسخين من الحمض الأميني A_1 يعطي المركّب (B) وفق التّفاعل الآتي:



المركّب (B) كتلته المولية $M_B = 121\ g.mol^{-1}$.

أ- أعط صيغة المركّب (B).

يعطى: $M_N = 14\ g.mol^{-1}$

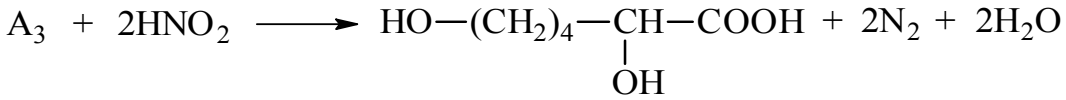
ب- استنتج الصّيغة نصف المفصّلة للحمض الأميني A_1 .

2) الحمض الأميني A_2 ثنائي الكربوكسيل، يتطلّب تعديل 1,37 g منه حجما قدره 20,6 mL من محلول KOH تركيزه $1mol.L^{-1}$.

أ- احسب الكتلة المولية للحمض الأميني A_2 .

ب- جد الصّيغة نصف المفصّلة للحمض الأميني A_2 .

3) الحمض الأميني A_3 قاعدي ويتفاعل مع حمض النتروز كما يلي:



- استنتج صيغة الحمض الأميني A_3 .

4) نسبة الأزوت في الحمض الأميني A_4 هي 10,68% وله جذر مشبع R− يحتوي فقط على الكربون والهيدروجين.

- أعط الصّيغة نصف المفصّلة للحمض الأميني A_4 علما أنّ لديه أربع مماكبات ضوئية.

5) يعطي التّحليل المائي لرباعي الببتيد P بأنزيم التريبسين ثنائي الببتيد P_1 وثنائي الببتيد P_2 (التريبسين يحلّل الرّوابط الببتيدية التي تأتي بعد الأحماض الأمينية القاعدية).

- يعطي التّحليل المائي لرباعي الببتيد P بأنزيم الكيموتريبسين ثلاثي الببتيد P_3 والحمض الأميني A_2 (الكيموتريبسين يحلّل الرّوابط الببتيدية التي تأتي بعد الأحماض الأمينية العطرية).

أ- جد الصّيغة نصف المفصّلة للببتيد P .

ب- املأ الفراغات في الجدول الآتي:

البيتيد	P_1	P_2	P_3	P
اختبار كزانتوبروتييك	نتيجة سلبية	.....	.....	نتيجة إيجابية
عند $pH = 1$	.....	.....	P_3^{++}	.....
عند $pH = 12$	.....	P_2^{--}	.....	.....

التمرين الثالث: (06 نقاط)

أربع أمينات لها نفس الصّيغة المجملة C_3H_9N.

1) استنتج الصّيغ نصف المفصّلة لها.

2) من بين الأمينات السّابقة أمين ثالثي A ينتج عند 25 °C حسب التّفاعل الآتي:

$$....CH_3OH_{(\ell)} + NH_{3(g)} \longrightarrow C_3H_9N_{(g)} + ...H_2O_{(\ell)} \qquad \Delta H_r = ?$$

أ- وازن معادلة التّفاعل السابق.

ب- جد انطالبي التشكل ΔH_f° للأمين A من خلال طاقات الروابط.

جـ- احسب انطالبي التّفاعل ΔH_r عند 25 °C.

د- استنتج التغير في الطّاقة الدّاخلية ΔU لهذا التّفاعل.

يعطى: $R = 8{,}314\ J.mol^{-1}.K^{-1}$; $\Delta H_{sub}(C_{(s)}) = 717\ kJ.mol^{-1}$

$\Delta H_f^\circ(CH_3OH_{(\ell)}) = -239{,}2\ kJ.mol^{-1}$; $\Delta H_f^\circ(NH_{3(g)}) = -46\ kJ.mol^{-1}$

$\Delta H_f^\circ(H_2O_{(\ell)}) = -286\ kJ.mol^{-1}$

الرّابطة	$C-H$	$C-N$	$H-H$	$N\equiv N$
$E\ (kJ.mol^{-1})$	415	292	436	945

3) يحترق الأمين A عند 25 °C احتراقا تاما وفق معادلة التّفاعل الآتية:

$$C_3H_9N_{(g)} + ...O_{2(g)} \longrightarrow ....CO_{2(g)} + ...H_2O_{(\ell)} + ...N_{2(g)}$$

أ- وازن معادلة تفاعل الاحتراق.

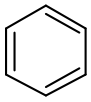
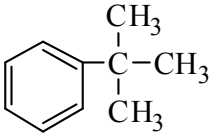
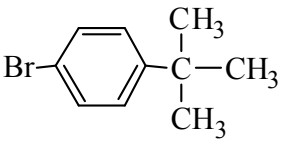
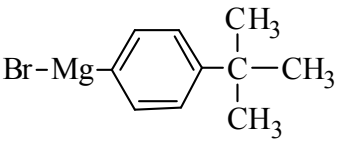
ب- جد انطالبي احتراق الأمين A عند 25 °C.

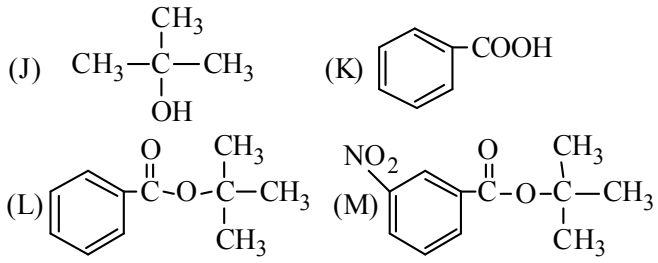
يعطى: $\Delta H_f^\circ(CO_{2(g)}) = -393\ kJ.mol^{-1}$

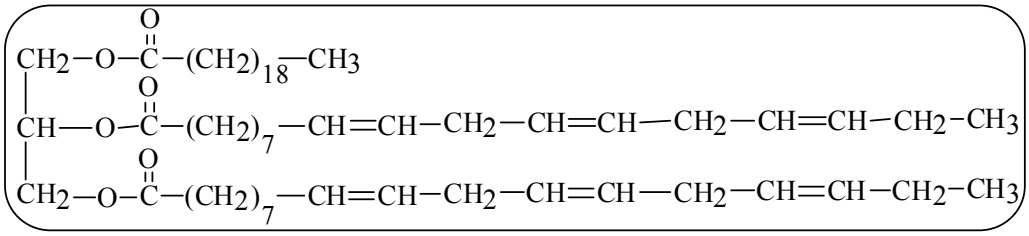
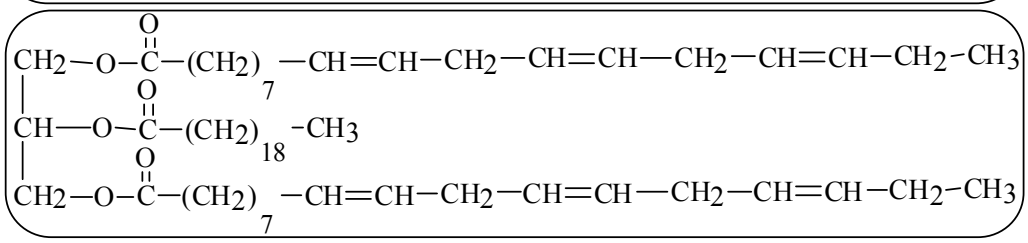
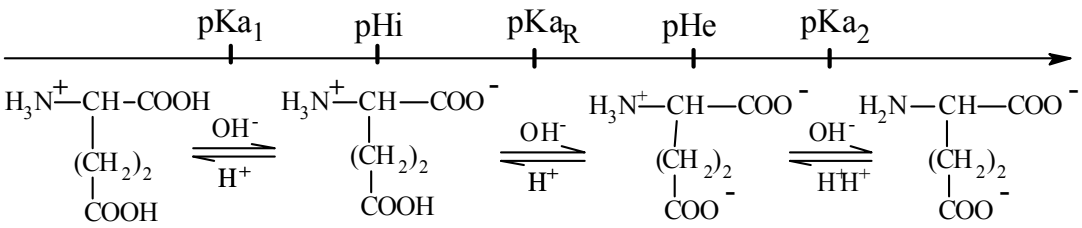
جـ- احسب انطالبي احتراق الأمين A عند 120 °C.

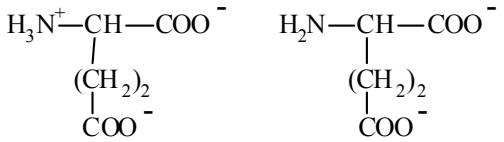
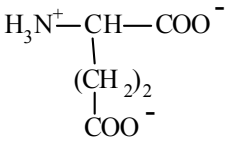
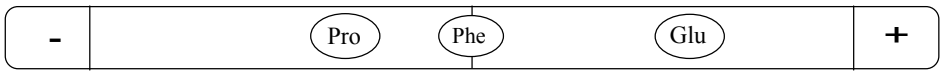
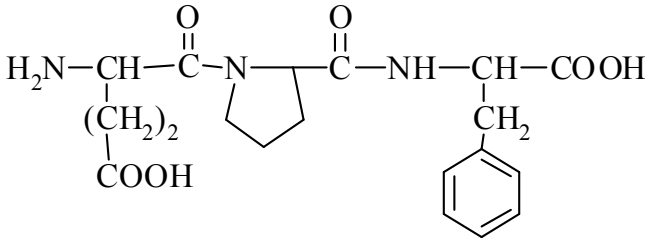
يعطى: $\Delta H_{vap}(H_2O_{(\ell)}) = 40{,}7\ kJ.mol^{-1}$; $T_{eb}(H_2O_{(\ell)}) = 100\ °C$

المركّب	$C_3H_9N_{(g)}$	$O_{2(g)}$	$CO_{2(g)}$	$H_2O_{(\ell)}$	$H_2O_{(g)}$	$N_{2(g)}$
$C_P(J.mol^{-1}.K^{-1})$	91,8	29,4	37,1	75,3	33,6	29,1

عناصر الإجابة (الموضوع الأول)	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
التمرين الأول (07 نقاط)		
I- 1) أ- حساب الكتلة المولية للمركب A:		
$\left.\begin{array}{l} M_{(A)} \longrightarrow 16\times 4 \\ 100\% \longrightarrow 36,36\% \end{array}\right\} \Rightarrow M_{(A)} = \dfrac{16\times 4\times 100}{36,36} \Rightarrow \boxed{M_{(A)} = 88\ g.mol^{-1}}$	0,25	
ب- إيجاد الصِّيغة نصف المفصلة للمركب A:		**00,75**
$R:\ C_nH_{2n+1} \quad \Rightarrow M_{(A)} = 12\times 3 + 5 + 2\times 16 + 12n + 2n + 1$	0,25	
$88 = 14n+74 \Rightarrow \boxed{n=1}$		
$\underset{(A)}{CH_3-\underset{\underset{CH_3}{\vert}}{CH}-COOH}$	0,25	
2) إيجاد الصِّيغ نصف المفصّلة للمركبات (B) , (D) , (E) , (F) و (G) :		
(B) $CH_3-\underset{\underset{CH_3}{\vert}}{CH}-CH_2-OH$ (D)  (E) 	5 x 0,50	**02,50**
(F)  (G) 		
3) أ- كتابة تفاعل البلمرة الحادث:		
$n\ CH_3-\overset{\overset{CH_3}{\vert}}{C}=CH_2 \longrightarrow \left[\begin{array}{c} CH_3 \\ \vert \\ -C-CH_2- \\ \vert \\ CH_3 \end{array}\right]_n$	0,25	
ب- اعطاء مقطعا من البوليمير P يتكون من ثلاث (03) وحدات بنائية:		
$\cdots\cdots-\underset{\underset{CH_3}{\vert}}{\overset{\overset{CH_3}{\vert}}{C}}-CH_2-\underset{\underset{CH_3}{\vert}}{\overset{\overset{CH_3}{\vert}}{C}}-CH_2-\underset{\underset{CH_3}{\vert}}{\overset{\overset{CH_3}{\vert}}{C}}-CH_2-\cdots\cdots$	0,50	**01,50**
جـ- حساب درجة البلمرة للبوليمير P :		
$n = \dfrac{M_{polymère}}{M_{motif}}\ ,\ M_{motif} = 12\times 4 + 8 \Rightarrow M_m = 56\ g.mol^{-1}$	0,25	
$n = \dfrac{145600}{56} \Rightarrow \boxed{n = 2600}$	0,50	

02,00	4 x 0,50	**II- 1)** إيجاد الصِّيغ نصف المفصَّلة للمركبَّات (J) , (K) , (L) و (M) : 
00,25		**2)** استنتاج مردود التفاعل رقم (2) :
	0,25	مردود التفاعل رقم (2) بين $[5\% - 10\%]$ لأن الكحول (J) المستعمل ثالثي.
		التمرين الثاني (07 نقاط)
		I- 1) أ- حساب الكتلة المولية للحمض الدُهني AG_1 :
	0,25	$1mol\ AG_1 \longrightarrow 3\ mol\ I_2$ $\left.\begin{array}{l} M_{AG_1} \longrightarrow 3M_{I_2} \\ 100 \longrightarrow I_i \end{array}\right\} \Rightarrow M_{AG_1} = \dfrac{3M_{I_2} \times 100}{I_i} = \dfrac{100 \times 3 \times 254}{274,1}$
	0,25	$\boxed{M_{AG_1} = 278\ \ g.mol^{-1}}$
01,00		**ب-** إيجاد الصِّيغة نصف المفصَّلة للحمض الدُهني AG_1 :
		بما أن الحمض الدُهني غير مشبع فهو من الشكل AG_1: $C_nH_{2n-6}O_2$
		$M_{AG_1} = 12n + 2n - 6 + 2\times16$
	0,25	$278 = 14n + 26 \Rightarrow n = \dfrac{278 - 26}{14} = \underline{18}$
	0,25	$\boxed{AG_1 : CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH{=}CH\text{-}CH_2\text{-}CH{=}CH\text{-}CH_2\text{-}CH{=}CH\text{-}(CH_2)_7\text{-}COOH}$
		ملاحظة: وتقبل إجابة أخرى
		$M_{AG_1} = (11\times12) + 16 + (2\times16) + (12+2)_x$
		$278 = 180 + 14X \Rightarrow X = \dfrac{278\text{-}180}{14} = \underline{7}$
		$\boxed{AG_1 : CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH{=}CH\text{-}CH_2\text{-}CH{=}CH\text{-}CH_2\text{-}CH{=}CH\text{-}(CH_2)_7\text{-}COOH}$
		2) أ- حساب قرينة اليود $I_{i(TG)}$ لثلاثي الغليسريد TG :
	0,25	$I_{i(E)} = \dfrac{15}{100}\times I_{i(AG_1)} + \dfrac{20}{100}\times I_{i(AG_2)} + \dfrac{65}{100}\times I_{i(TG)}$ $I_{i(AG_2)} = 0 \Rightarrow \dfrac{20}{100}\times I_{i(AG_2)} = 0$
	0,25	$150,45 = \dfrac{15}{100}\times 274,10 + \dfrac{65}{100}\times I_{i(TG)} \Rightarrow \boxed{I_{i(TG)} = 168,20}$

02,25		**ب-** ايجاد الكتلة المولية لثلاثي الغليسريد TG :
	0,25	$1\ mol\ (TG) \longrightarrow 6\ mol\ (I_2)$ $\left.\begin{array}{l} M_{(TG)} \longrightarrow 6\ M_{(I_2)} \\ 100 \longrightarrow Ii_{(TG)} \end{array}\right\} \Rightarrow M_{(TG)} = \dfrac{100 \times 6M_{(I_2)}}{Ii_{(TG)}} = \dfrac{100 \times 6 \times 254}{168,2}$
	0,25	$\boxed{M_{(TG)} = 906\ g.mol^{-1}}$
		جـ- ايجاد الصّيغة المفصّلة للحمض الدُهني AG_2 :
	0,25	$M_{(glycérol)} + 2M_{AG_1} + M_{AG_2} = M_{TG} + 3M_{H_2O}$ $M_{AG_2} = M_{TG} + 3M_{H_2O} - M_{(glycérol)} - 2M_{AG_1}$ $M_{AG_2} = 906 + (3\times18) - 92 - (2\times278) \Rightarrow \boxed{M_{AG_2} = 312\ g.mol^{-1}}$
	0,25	$AG_2 : C_nH_{2n}O_2 \Rightarrow M_{AG_2} = 14n+32 \Rightarrow 312 = 14n+32 \Rightarrow \boxed{n = 20}$
	0,25	$AG_2 : C_{20}H_{40}O_2 \Rightarrow \boxed{AG_2 :\ CH_3\text{-}(CH_2)_{18}\text{-}COOH}$
		د- كتابة الصّيغ المفصّلة الممكنة لثلاثي الغليسريد TG :
	2 x 0,25	
		
	0,125	**II-1)** **أ-** الكاشف المستعمل في الفصل الكروماتوغرافي هو : **النينهدرين**.
		ب- حساب معامل السريان R_f للأحماض الأمينية (A) , (B) و (C) :
01,625	3 x 0,25	$(A) :\ R_{f(A)} = \dfrac{l_{(A)}}{d} = \dfrac{3}{10} \Rightarrow \boxed{R_{f(A)} = 0,3}$ $(B) :\ R_{f(B)} = \dfrac{l_{(B)}}{d} = \dfrac{4,9}{10} \Rightarrow \boxed{R_{f(B)} = 0,49}$ $(C) :\ R_{f(C)} = \dfrac{l_{(C)}}{d} = \dfrac{6,8}{10} \Rightarrow \boxed{R_{f(A)} = 0,68}$
	3 x 0,25	**جـ-** الأحماض الأمينية المكوّنة للمزيج (M) : **Glu : (A)** - **Pro : (B)** - **Phe : (C)**
		2) **أ-** كتابة الصيغ الأيونية للحمض الأميني (A) عند تغير الـ pH من 1 الى 13:
	4 x 0,125	

		ب- الصيغتين الموجودتين عند pH=8 :
01,125	2 x 0,25	
		الصيغة السائدة:
	0,125	
	0,25	**3) أ-** قيمة الـpH المثالية لعملية الفصل بالهجرة الكهربائية هي : $\boxed{pH = 5,48}$
		لأن : $pH_i(Pro) < pH_i(Phe) < pH_i(Glu)$
		ب- مواقع الأحماض الأمينية (A) , (B) , (C) في جهاز الهجرة :
00,75	0,50	
		ملاحظة: تقبل الإجابة أخرى مع إعطاء نصف العلامة.
		4) كتابة صيغة ثلاثي الببتيد A – B – C :
00,25	0,25	
		التمرين الثالث: (06 نقاط)
		I-1) إيجاد أنطالبي تفاعل الاحتراق $\Delta H_{comb}(Al(CH_3)_{3(\ell)})$ عند 25°C :
00,75	0,25	$\Delta H_{comb} = \Delta U + \Delta n_g RT$
	0,25	$\Delta n_g = 3 - 6 = -3mol$
		$\Delta H_{comb} = -3161,52 + (-3) \times 8,314 \times 298 \times 10^{-3}$
	0,25	$\boxed{\Delta H_{comb} = -3168,95\ kJ.mol^{-1}}$
		2) حساب أنطالبي تشكل ثلاثي ميثيل الألمنيوم السائل $\Delta H_f(Al(CH_3)_{3(\ell)})$:
		$\Delta H_r = \sum \Delta H_f(produits) - \sum \Delta H_f(produits)$
		$\Delta H_{comb} = 3\ \Delta H_f(CO_{2(g)}) + \frac{9}{2}\Delta H_f(H_2O_{(\ell)}) + \frac{1}{2}\Delta H_f(Al_2O_{3\,(S)}) - \Delta H_f(Al(CH_3)_{3(\ell)})$
00,50	0,25	$\Delta H_f(Al(CH_3)_{3(\ell)}) = 3\ \Delta H_f(CO_{2(g)}) + \frac{9}{2}\Delta H_f(H_2O_{(\ell)}) + \frac{1}{2}\Delta H_f(Al_2O_{3\,(S)}) - \Delta H_{comb}$
		$\Delta H_f(Al(CH_3)_{3(\ell)}) = 3\ (-393) + \frac{9}{2}(-286) + \frac{1}{2}(-1675,7) - (-3168,95)$
	0,25	$\boxed{\Delta H_f(Al(CH_3)_{3(\ell)}) = -134,9\ kJ.mol^{-1}}$

3) أ- إكمال المخطط:

$$\begin{array}{ccccccccc}
3\,C_{(s)} & + & \frac{9}{2}\,H_{2(g)} & + & Al_{(s)} & \xrightarrow{\Delta H_f^\circ(Al(CH_3)_{3(\ell)})} & CH_3-\overset{CH_3}{\overset{|}{Al}}-CH_3\,(\ell) \\
\downarrow 3\,\Delta H_{sub}^\circ(C) & & \downarrow \frac{9}{2}E_{(H-H)} & & \downarrow \Delta H_{sub}^\circ(Al) & & \uparrow -\Delta H_{Vap}^\circ(Al(CH_3)_3) \\
3\,C_{(g)} & + & 9\,H_{(g)} & + & Al_{(g)} & \xrightarrow[-9E_{(C-H)}-3E_{(C-Al)}]{} & CH_3-\overset{CH_3}{\overset{|}{Al}}-CH_3\,(g)
\end{array}$$

5 x 0,25

02,25

ب- حساب طاقة الرابطة $(C-Al)$ في ثلاثي ميثيل الألمنيوم السائل:

$$\Delta H_f(Al(CH_3)_{3(\ell)}) = 3\Delta H_{sub}(C) + \frac{9}{2}E_{(H-H)} + \Delta H_{sub}(Al) - 9E_{(C-H)} - 3E_{(C-Al)} - \Delta H_{Vap}(Al(CH_3)_3)$$

0,50

$$3E_{(C-Al)} = 3\Delta H_{sub}(C) + \frac{9}{2}E_{(H-H)} + \Delta H_{sub}(Al) - 9E_{(C-H)} - \Delta H_f(Al(CH_3)_{3(\ell)}) - \Delta H_{Vap}(Al(CH_3)_3)$$

0,50

$$E_{(C-Al)} = \frac{3\times 717 + \frac{9}{2}\times 436 + 330 - 9\times 415 + 134,9 - 62,3}{3} = \boxed{260,2\ kJ.mol^{-1}}$$

01,00

II-1) استنتاج كل من T_1 ، V_3 :

0,50 – التحول (b) يتم عند حجم ثابت : $\boxed{V_2 = V_3 = 28,5L}$

0,50 – التحول (c) يتم عند درجة حرارة ثابتة : $\boxed{T_3 = T_1 = 463\ K}$

2) حساب العمل:

– التحول (a) يتم عند ضغط ثابت: $P = C^{ste}$

01,50

0,25 $W_a = -P\Delta V$

0,25 $P_1V_1 = nRT_1 \Rightarrow P = \frac{nRT_1}{V_1} = \frac{2\times 0,0821\times 463}{19} \Rightarrow \underline{P = 4atm}$

$W_a = -4\times 1,01325\times 10^5(28,5-19).10^{-3}$

0,25 $\boxed{W_a = -\ 3850,35\ J}$

ملاحظة: تقبل الإجابة باستعمال العلاقة $W = -nR\,(T_2 - T_1)$

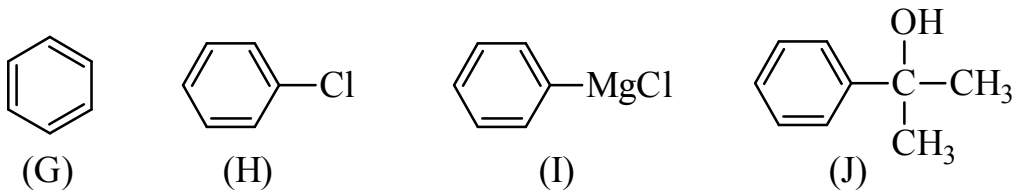
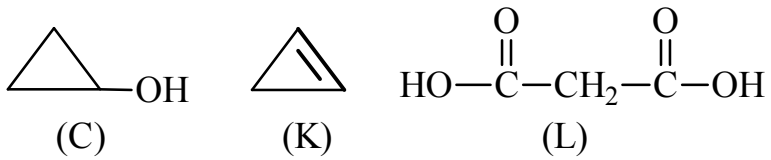
0,25 – التحول (b) يتم عند حجم ثابت: $V = C^{ste}$ $\boxed{W_b = 0\ J}$

– التحول (c) يتم عند درجة حرارة ثابتة: $T = C^{ste}$

0,25 $W_C = nRT\ Ln\frac{V_3}{V_1} = 2\times 8,314\times 463\ Ln\frac{28.5\times 10^{-3}}{19\times 10^{-3}}$

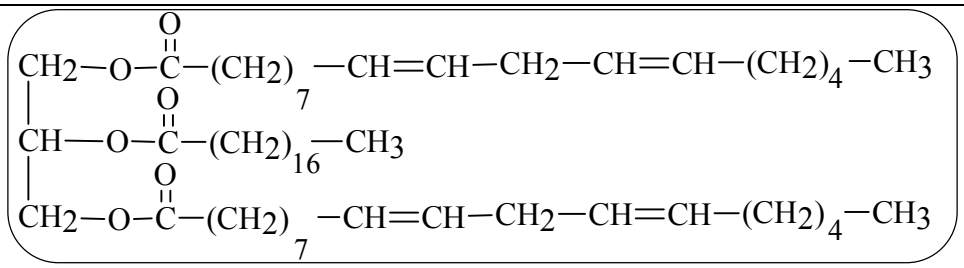
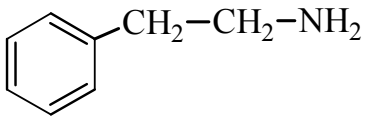
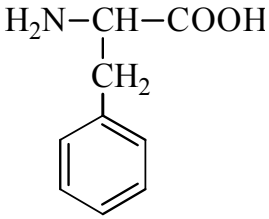
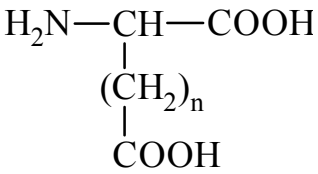
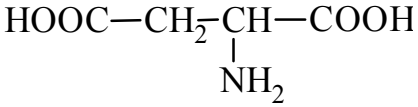
0,25 $\boxed{W_C = 3121,58\ J}$

ملاحظة: تقبل إجابات أخرى باستعمال وحدات أخرى

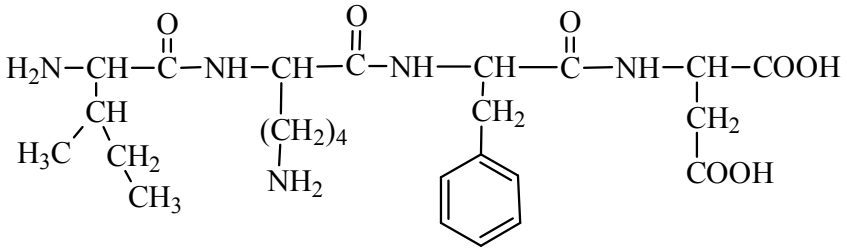
عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
التمرين الأول: (07 نقاط)		
1) إيجاد الصيغة المجملة:		
$\left.\begin{array}{l} M \longrightarrow 16 \\ 100 \longrightarrow 27,58 \end{array}\right\} \Rightarrow M = \dfrac{16\times100}{27,58} \Rightarrow \boxed{M = 58\ g/mol}$	0,25	**00,75**
$14n + 16 = 58 \Rightarrow \boxed{n = 3}$	0,25	
ومنه الصيغة المجملة لهذه المركبات هي: C_3H_6O	0,25	
2) أ- كتابة الصيغ نصف المفصلة للمركبات (A) ; (B) ; (D) ; (E) ; (F):		
$CH_3-CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$ (A) $\quad CH_3-CH_2-CH_2-OH$ (D) $\quad CH_3-CH=CH_2$ (E)	5 x 0,50	**02,75**
$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-OH$ (F) $\quad CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3$ (B)		
ب- الوسيط الذي يمكن استعماله في التفاعل رقم (2) بدلا من حمض الكبريت عند **170°C** هو: Al_2O_3 عند 350 °C.	0,25	
3) إيجاد الصيغ نصف المفصلة للمركبات (G) ; (H) ; (I) ; (J):		
 (G) (H) (I) (J)	4 x 0,50	**02,00**
4) أ- إيجاد الصيغ نصف المفصلة للمركبات (C)، (K)، (L)، (M):		
 (C) (K) (L)	4 x 0,25	**01,50**
$HO-CH_2-CH_2-CH_2-OH$ (M)		
ب- حساب درجة البلمرة للبوليمير (P):		
$M_M = (6\times12) + 8 + (4\times16) = 144\ g/mol$	0,25	
$n = \dfrac{M_P}{M_M} = \dfrac{129600}{144} \Rightarrow \boxed{n = 900}$	0,25	

		التمرين الثاني:(07 نقاط)
		I-1) ايجاد الكتلة المولية لثلاثي الغليسريد TG :
00,25	0,25	$m_{KOH} = \frac{N.V}{1000} M_{KOH} = \frac{20 \times 0.5}{1000} \times 56 = 0.56g$ $\left.\begin{array}{l} M_{TG} \longrightarrow 3 \times 56 \text{ g de KOH} \\ 2,94 \text{ g de TG} \longrightarrow 0,56 \text{ g de KOH} \end{array}\right\} \Rightarrow M_{TG} = \frac{2,94 \times 3 \times 56}{0,56}$ $\boxed{M_{TG} = 882 \text{ g.mol}^{-1}}$
00,25	0,25	2) استنتاج عدد الروابط المزدوجة الموجودة في ثلاثي الغليسريد: $\left.\begin{array}{l} 1\text{mol TG} \longrightarrow x \text{ mol } I_2 \\ 4,6 \text{ g TG} \longrightarrow 5,3 \text{ g } I_2 \end{array}\right\} \Rightarrow x = \frac{5,3 \times 882}{4,6 \times 254} \Rightarrow \boxed{x = 4}$
		3) أ- ايجاد صيغة كل من (F) , (C) , (D) و (E) :
		- استنتاج الصيغة نصف المفصلة للمركب (F) :
		حساب الكتلة المولية للمركب (F) :
		$d = \frac{M}{29} \Rightarrow M_F = d \times 29 = 3,45 \times 29 = 100 \text{g.mol}^{-1}$
		$\underset{(C)}{HOOC - (CH_2)_x - COOH} \xrightarrow[OH^-]{\Delta} \underset{(F)}{H - (CH_2)_x - H} + 2CO_2$
01,50	0,25	$14x + 2 = 100 \Rightarrow x = \frac{98}{14} \Rightarrow \underline{x = 7}$
		صيغة المركب (F) هي: $CH_3 - (CH_2)_5 - CH_3$
	0,25	- استنتاج الصيغة نصف المفصلة لثنائي الحمض (C) : $HOOC - (CH_2)_7 - COOH$
		- استنتاج الصيغة نصف المفصلة لثنائي الحمض (D) :
		حساب الكتلة المولية لثنائي الحمض (D) :
	0,25	$\left.\begin{array}{l} M_{(D)} \longrightarrow 64 \text{ d'oxygene} \\ 100 \text{ g} \longrightarrow 61,53 \text{ g} \end{array}\right\} \Rightarrow M_{(D)} = \frac{64 \times 100}{61,53} = \underline{104 \text{g.mol}^{-1}}$ $D;\ HOOC - (CH_2)_y - COOH$ $45 + 14y + 45 = 104 \Rightarrow y = \frac{104 - 90}{14} = \underline{1}$
		صيغة ثنائي الحمض (D) هي:
	0,25	$HOOC - CH_2 - COOH$

	0,25	- استنتاج الصيغة نصف المفصلة لأحادي الحمض (E) : $1mol\ de\ (E) \longrightarrow 1mol\ de\ KOH$ $\left.\begin{array}{l} M_{(E)} \longrightarrow 1\times 56g \\ 1,16\ g \longrightarrow 56\times 0,5\times 20\times 10^{-3} \end{array}\right\} \Rightarrow M_{(E)} = \frac{1,16}{0,5\times 20\times 10^{-3}} = \underline{116 g.mol^{-1}}$ $E;\ CH_3-(CH_2)_z-COOH$ $15 + 14z + 45 = 116 \Rightarrow z = \frac{116-60}{14} = \underline{4}$
	0,25	الصيغة نصف المفصلة لأحادي الحمض (E) هي: $CH_3-(CH_2)_4-COOH$
	0,25	ب- الصيغة نصف المفصلة للحمض الدهني A هي: $CH_3-(CH_2)_4-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)_7-C(=O)OH$
00,75		4) الحمض الدهني (B) مشبع لأن ثلاثي الغليسريد TG يحتوي أربع روابط مزدوجة كلها موجودة في جزيئتين من الحمض الدهني (A). - حساب الكتلة المولية للحمض الدهني (B) : $(G) + 3H_2O \longrightarrow Glycérol + 2(A) + (B)$ $M_{(A)} = 18\times 12 + 2\times 16 + 32 = 280\ g.mol^{-1}$ $\left\{\begin{array}{l} M_{(G)} + (3\times M_{H_2O}) = M_{Glycérol} + 2M_{(A)} + M_{(B)} \\ 882 + (3\times 18) = 92 + (2\times 280) + M_{(B)} \end{array}\right\} \Rightarrow M_{(B)} = 284\ g.mol^{-1}$
	0,25	$(B) : C_nH_{2n}O_2 \Rightarrow M_{(B)} = 14n+32 \Rightarrow n = \frac{284-32}{14} = \underline{18}$
	0,25 0,25	**ملاحظة:** تقبل الإجابة في حالة استعمال الصيغة $CH_3-(CH_2)_x-COOH$ صيغة الحمض الدهني (B) هي: $C_{18}H_{36}O_2$ او $CH_3-(CH_2)_{16}-COOH$ الحمض الدهني (B) له 18 ذرة كربون نفس عدد ذرات الكربون كما في الحمض الدهني (A).
00,50	0,25	5) الصيغتين نصف المفصلة المحتملتين لثلاثي الغليسريد TG هما: $CH_2-O-C(=O)-(CH_2)_{16}-CH_3$ $CH-O-C(=O)-(CH_2)_7-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)_4-CH_3$ $CH_2-O-C(=O)-(CH_2)_7-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)_4-CH_3$

	0,25	
00,625		**-II**
		1) أ- ايجاد صيغة المركب (B) :
	0,125	$(B) : C_6H_5-(CH_2)_n-NH_2$ $M_{(B)}=(6\times12)+5+14n+(14+2)$ $M_{(B)}=91+14n=121 \Rightarrow n=\frac{121-91}{14}=\underline{2}$
	0,25	صيغة المركب (B) هي: 
	0,25	ب- استنتاج الصيغة نصف المفصلة للحمض الأميني A_1 : 
00,625		2) أ- حساب الكتلة المولية للحمض الأميني A_2 :
	0,25	$1mol\ de\ A_2 \longrightarrow 2\ mol\ de KOH$ $\left.\begin{array}{l} M_{A_2} \longrightarrow 2\times56 \\ 1,37\ g \longrightarrow 56\times20,6\times10^{-3}\ g \end{array}\right\} \Rightarrow M_{A_2}=\frac{2\times1,37}{20,6\times10^{-3}}=133\ g.mol^{-1}$
		ب- ايجاد الصيغة نصف المفصلة للحمض الأميني A_2 هي: 
	0,125	$M_{A_2}=(3\times12)+14+(4\times16)+5+14n$ $133=14n+119 \Rightarrow n=\frac{133-119}{14}=\underline{1}$
	0,25	الصيغة نصف المفصلة للحمض الأميني A_2 هي: 

00,25	0,25	3) استنتاج الصيغة نصف المفصلة للحمض الأميني A_3 : من معادلة التفاعل نجد: $H_2N-(CH_2)_4-\underset{\underset{NH_2}{\vert}}{CH}-COOH$
00,50	0,125	4) إعطاء الصيغة نصف المفصلة للحمض الأميني A_4 : – حساب الكتلة المولية للحمض الأميني A_4 : $1\text{mole de } A_4 \longrightarrow 1 \text{ mole de } N$ $\left.\begin{array}{l} M_{A_4} \longrightarrow 14 \\ 100 \longrightarrow 10,68 \end{array}\right\} \Rightarrow M_{A_4} = \frac{14\times100}{10,68} = \underline{131\ g.mol^{-1}}$
	0,125 0,25	– استنتاج عدد ذرات الكربون في السلسلة الجانبية R: السلسلة الجانبية R مشبعة صيغتها العامة هي: C_nH_{2n+1} $H_2N-\underset{\underset{C_nH_{2n+1}}{\vert}}{CH}-COOH$ $M_{A_4} = 12n + 2n + 1 + 13 + 45 + 16 = 14n+75$ $14n+75 = 131 \Rightarrow n = \frac{131-75}{14} = \underline{4}$ – الحمض الأميني A_4 الذي له 4 مماكبات ضوئية صيغته نصف المفصلة هي: $H_2N-\overset{*}{C}H-\underset{\underset{CH_2}{\vert}}{\underset{\underset{CH_3}{\vert}}{\overset{*}{C}H-CH_3}}$
01,75	0,125 3 x 0.125	5) أ– إيجاد الصيغة نصف المفصلة لـ P : P: (1)–(2)–(3)–(4) – بما أن انزيم التربسين يحلل الروابط الببتيدية التي تأتي بعد الأحماض الأمينية القاعدية فإن الحمض الأميني **2** هو A_3 . – بما أن انزيم الكيموتربسين يحلل الروابط الببتيدية التي تأتي بعد الأحماض الأمينية العطرية فإن الأحماض الأمينية: **3** هو A_1 ، **4** هو A_2 ، **1** هو A_4 . الصيغة نصف المفصلة للببيتيد P :



0,25

ب – املاء الجدول :

البيتيد	P_1	P_2	P_3	P
اختبار كزانتوبروتييك	نتيجة سلبية	**نتيجة إيجابية**	**نتيجة إيجابية**	نتيجة إيجابية
عند pH=1	$\mathbf{P_1^{++}}$	$\mathbf{P_2^{+}}$	P_3^{++}	$\mathbf{P^{++}}$
عند pH=12	$\mathbf{P_1^{-}}$	P_2^{--}	$\mathbf{P_3^{-}}$	$\mathbf{P^{--}}$

8 x 0,125

التمرين الثالث: (06 نقاط)

1) الصيغ نصف المفصلة للأمينات الأربعة:

$CH_3-CH_2-CH_2-NH_2$ $\quad$ $CH_3-CH_2-NH-CH_3$

$CH_3-CH(CH_3)-NH_2$ $\quad$ $CH_3-N(CH_3)-CH_3$

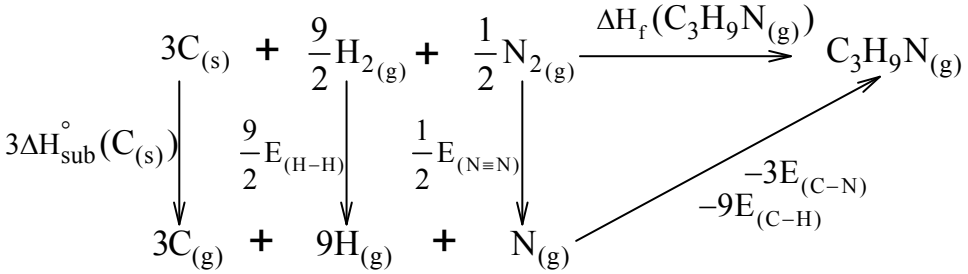
01,00 — 4 x 0,25

2) أ– موازنة المعادلة:

$$3CH_3OH_{(\ell)} + NH_{3(g)} \longrightarrow C_3H_9N_{(g)} + 3H_2O_{(\ell)}$$

2 x 0,25

ب– ايجاد انطالبي التشكل للأمين A



03,25 — 5 x 0,25

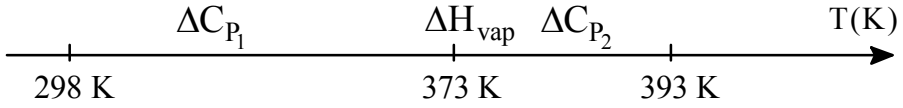
$$\Delta H^\circ_{f(A)} = 3\Delta H^\circ_{sub}(C) + \frac{9}{2}E_{(H-H)} + \frac{1}{2}E_{(N\equiv N)} - 3E_{(C-N)} - 9E_{(C-H)}$$

$$\Delta H^\circ_{f(A)} = (3\times 717) + (\frac{9}{2}\times 436) + (\frac{1}{2}\times 945) - (3\times 292) - (9\times 415)$$

0,25

$$\boxed{\Delta H^\circ_{f(A)} = -25,5\ kJ.mol^{-1}}$$

0,25

		جـ- حساب انطالبي التفاعل ΔH_r عند $25°C$.
	0,25	$\Delta H_r^\circ = \Delta H_f^\circ(A_{(g)}) + 3\Delta H_f^\circ((H_2O)_{(\ell)}) - \Delta H_f^\circ((NH_3)_{(g)}) - 3\Delta H_f^\circ((CH_3OH)_{(\ell)})$ $\Delta H_r = -25,5 - (3\times 286) + 46 + (3\times 239,2)$
	0,25	$\boxed{\Delta H_r^\circ = -119,9\ kJ.mol^{-1}}$
		د – استنتاج التغيير في الطاقة الداخلية:
	0,25	$\Delta n_{(g)} = 1 - 1 = 0$ $\Delta H_r^\circ = \Delta U + \Delta n_{(g)}RT$
	0,25	$\Delta U = \Delta H_r^\circ - \Delta n_{(g)}RT \Rightarrow \boxed{\Delta U = \Delta H_r^\circ = -119,9\ kJ.mol^{-1}}$
		3) أ– موازنة معادلة تفاعل الاحتراق:
01,75	4 x 0,125	$C_3H_9N_{(g)} + \frac{21}{4}O_{2(g)} \longrightarrow 3CO_{2(g)} + \frac{9}{2}H_2O_{(\ell)} + \frac{1}{2}N_{2(g)}$
		ب- إيجاد أنطالبي احتراق الأمين A عند 25 °C :
	0,25	$\Delta H_{comb} = \sum \Delta H_f^\circ(Produits) - \sum \Delta H_f^\circ(Réactifs)$ $\Delta H_{comb} = 3\Delta H_f^\circ(CO_{2(g)}) + \frac{9}{2}\Delta H_f(H_2O_{(\ell)}) + \frac{1}{2}\Delta H_f^\circ(N_{2(g)}) - \Delta H_f^\circ(C_3H_9N_{(g)}) - \frac{21}{4}\Delta H_f^\circ(O_{2(g)})$
	0,25	$\Delta H_{comb} = 3(-393) + \frac{9}{2}(-286) - (-25,5)$ $\boxed{\Delta H_{comb} = -2440,5\ kJ.mol^{-1}}$
		ج- حساب أنطالبي احتراق الأمين A_2 عند 120 °C:
		
	0,125	$\Delta H_{393} = \Delta H_{298}^\circ + \Delta C_{P_1}\int_{298}^{373} dT + \Delta H_{vap(H_2O_{(\ell)})} + \Delta C_{P_2}\int_{373}^{393} dT$
	0,125	$\Delta C_{P_1} = 3C_{P(CO_{2(g)})} + \frac{9}{2}C_{P(H_2O_{(\ell)})} + \frac{1}{2}C_{P(N_{2(g)})} - C_{P(C_3H_9N_{(g)})} - \frac{21}{4}C_{P(O_{2(g)})}$
	0,125	$\Delta C_{P_1} = 3(37,1) + \frac{9}{2}(75,3) + \frac{1}{2}(29,1) - (91,8) - \frac{21}{4}(29,4) = \boxed{218,55\ J.mol^{-1}.K^{-1}}$
	0,125	$\Delta C_{P_2} = 3C_{P(CO_{2(g)})} + \frac{9}{2}C_{P(H_2O_{(g)})} + \frac{1}{2}C_{P(N_{2(g)})} - C_{P(C_3H_9N_{(g)})} - \frac{21}{4}C_{P(O_{2(g)})}$
	0,125	$\Delta C_{P_2} = 3(37,1) + \frac{9}{2}(33,6) + \frac{1}{2}(29,1) - (137,9) - \frac{21}{4}(29,4) = \boxed{30,9\ J.mol^{-1}.K^{-1}}$
		$\Delta H_{393} = (-2440,5) + 218,55(75)\times 10^{-3} + \frac{9}{2}(40,7) + 30,9(20)\times 10^{-3}$
	0,125	$\boxed{\Delta H_{393} = -2240,34\ kJ.mol^{-1}}$