

على المترشح أن يختار أحد الموضوعين التاليين:
الموضوع الأول

التمرين الأول: (07 نقاط)

(1) لديك سلسلة التفاعلات الكيميائية التالية:

- (1) $CH \equiv CH + H_2O \xrightarrow{H_g^{2+}} A' \longrightarrow A$
مركب مستقر
- (2) $A + CH_3 - CH_2 - CH_2 - MgCl \longrightarrow B$
- (3) $B + H_2O \longrightarrow C + MgClOH$
- (4) $A \xrightarrow[\text{وسط حمضي}]{KMnO_4} D$
- (5) $D + C \xrightleftharpoons{H^+} E + H_2O$
- (6) $C + PCl_5 \longrightarrow F + HCl + POCl_3$
- (7) $F + (CH_3)_3N \longrightarrow G$

أ- أكتب الصيغ نصف المفصلة للمركبات A ، A' ، B ، C ، D ، E ، F ، G.

ب- ما اسم التفاعل (5) ؟ حدد خصائصه.

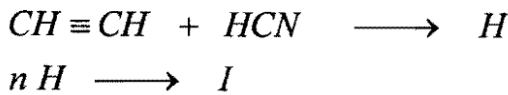
ج- أكتب تفاعل المركب F مع البنزن في وجود الوسيط $AlCl_3$.

د- أكمل التفاعل التالي:

$$A \xrightarrow[\text{HCl, مركز, } \Delta]{Zn} \dots\dots\dots + \dots\dots\dots$$

هـ- كيف يمكن الحصول على المركب D انطلاقا من بروم المثيل مغنزيوم و CO_2 والماء؟

(2) من جهة أخرى لديك التفاعلين التاليين:



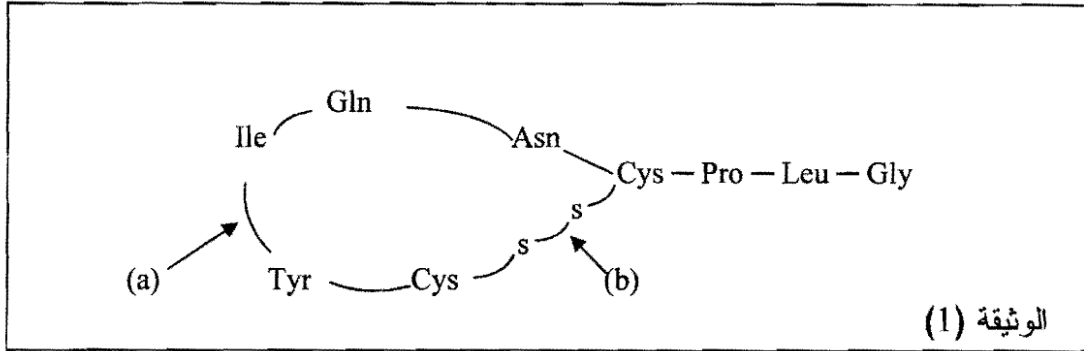
أ- أكتب الصيغة نصف المفصلة للمركب H.

ب- أكتب الصيغة العامة للمركب I.

ج- ما نوع البلمرة في التفاعل المؤدي إلى المركب I ؟

التمرين الثاني: (07 نقاط)

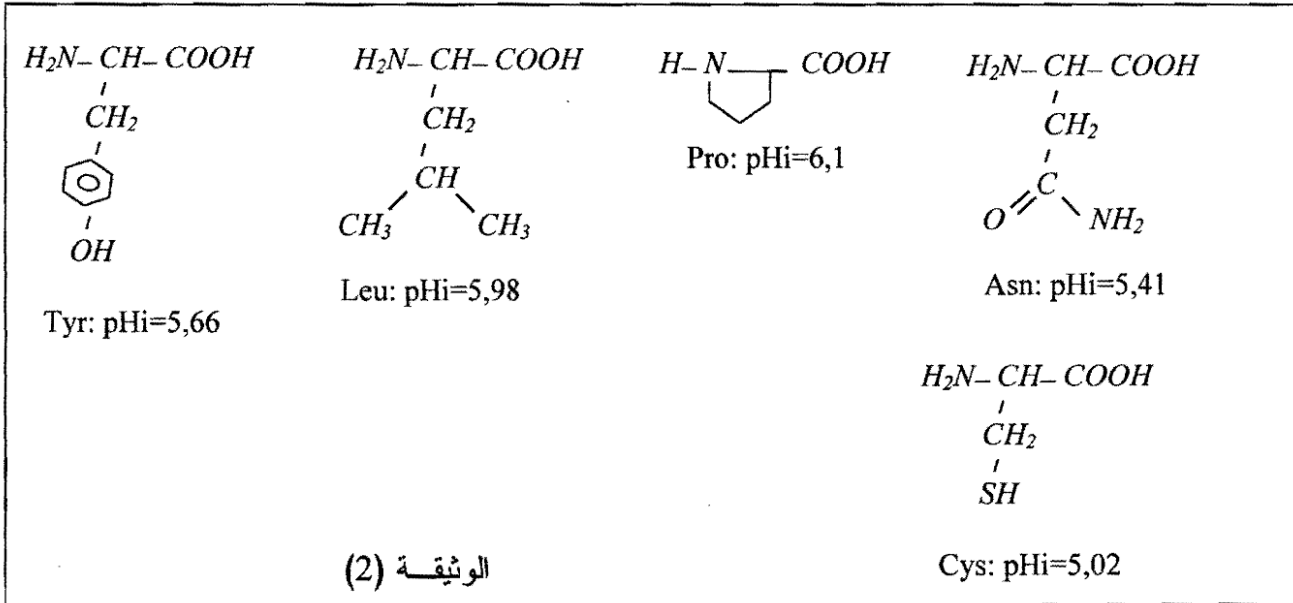
I. يؤدي المركب العضوي (A) دورا هاما في العضوية وتُمثل بنيته الكيميائية العامة في الوثيقة (1):



1) يعطي المركب العضوي (A) تفاعلا إيجابيا مع اختبار بيوري واختبار الكزانثوبروتينيك.
أ- حدّد الفرق بين الاختبارين.

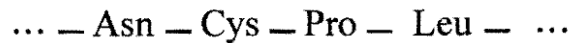
ب- أعط اسم الرابطة المشار لها بالحرف (a) والرابطة المشار لها بالحرف (b).

2) من بين نواتج إمالة المركب العضوي (A) لدينا الأحماض الأمينية التالية الممثلة في الوثيقة (2).

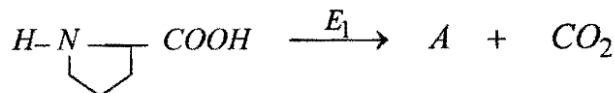


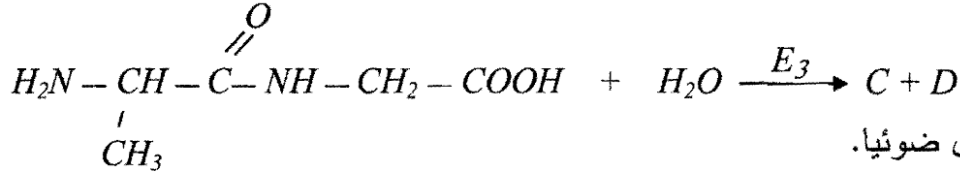
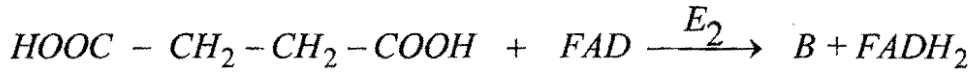
أ- صنّف الأحماض الأمينية Cys ، Tyr ، Pro ، Leu .

ب- أكتب الصيغة نصف المفصلة للمقطع الببتيدي الآتي:

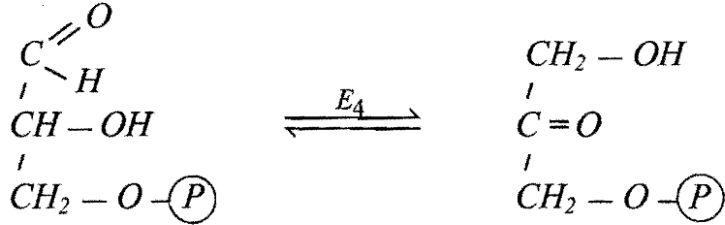


II. تحقّر الإنزيمات E_1 ، E_2 ، E_3 ، E_4 التفاعلات التالية:





حيث D مركب غير فعال ضوئياً.



1- أكتب الصيغ الكيميائية للمركبات A ، B ، C ، D .

2- صنف الإنزيمات E₁ ، E₂ ، E₃ ، E₄ .

التمرين الثالث: (06 نقاط)

يتفاعل الميثان مع الكلور عند 298K وفق المعادلة الإجمالية:



علماً أن أنطالبي هذا التفاعل هو: $\Delta H_r^\circ = -401,08 \text{ kJ.mol}^{-1}$

وبالاعتماد على المعطيات المبينة في الجدولين التاليين:

$\Delta H_f^\circ(CH_4(g))$	$\Delta H_f^\circ(HCl(g))$	$\Delta H_{vap}^\circ(CHCl_3(l))$	$\Delta H_{dis}^\circ(C-H)$	$\Delta H_{dis}^\circ(H-H)$	$\Delta H_{dis}^\circ(Cl-Cl)$	$\Delta H_{sub}^\circ(C)$
- 74,6 kJ.mol ⁻¹	- 92,3 kJ.mol ⁻¹	30,4 kJ.mol ⁻¹	415 kJ.mol ⁻¹	432 kJ.mol ⁻¹	242,6 kJ.mol ⁻¹	716,7 kJ.mol ⁻¹

المركب	$CH_4(g)$	$Cl_2(g)$	$HCl(g)$	$CCl_4(g)$
$C_p(J.K^{-1}.mol^{-1})$	35,71	33,93	29,12	83,51

أحسب:

1- أنطالبي هذا التفاعل عند 650 K .

2- الأنطالبي المعياري لتشكل $CCl_4(g)$.

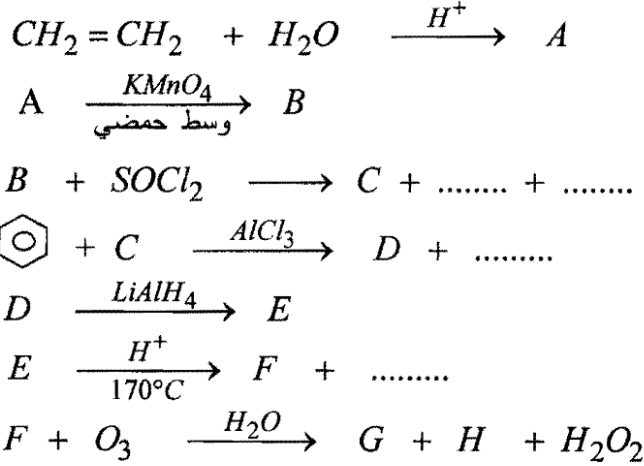
3- طاقة الرابطة (C-Cl) .

4- أنطالبي شكل لكلوروفورم $\Delta H_f^\circ(CHCl_3(l))$

الموضوع الثاني

التمرين الأول: (07 نقاط)

(1) لتكن التفاعلات الكيميائية المتسلسلة التالية:



حيث G مركب أروماتي.

أ- أكتب الصيغ نصف المفصلة للمركبات A ، B ، C ، D ، E ، F ، G .

ب- من بين هذه المركبات عيّن التي تكون نشطة ضوئياً.

(2) بلمرة المركب F تعطي مركب I ذو أهمية صناعية.

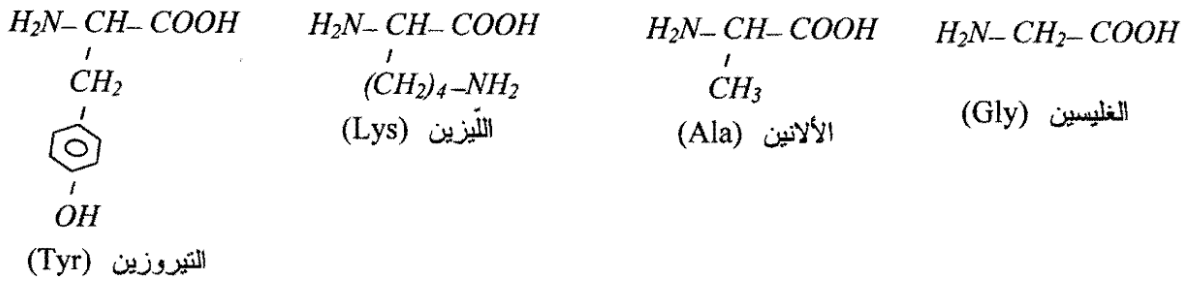
أ - أكتب الصيغة العامة للمركب I .

ب- ما نوع هذه البلمرة ؟

ج- أذكر أهم استخدامات البوليمير I.

التمرين الثاني: (07 نقاط)

(1) لديك الأحماض الأمينية التالية:



أ- مثل الحمض الأميني الألانين في الصورتين L و D .

ب- صنف الحمضين الأمينيين الليزين والتيروزين.

(2) لديك رباعي الببتيد التالي: Tyr - Gly - Ala - Lys

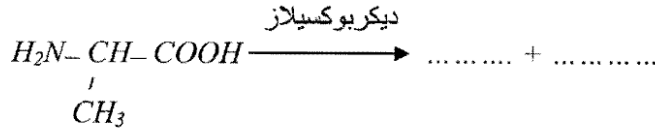
أ- أكتب الصيغة الكيميائية المفصلة لهذا الببتيد.

ب- هل يُعطي هذا الببتيد نتيجة إيجابية مع كاشف كزانتوبروتيك؟ علّل إجابتك.

(3) وضع مزيج من الأحماض الأمينية التالية: Tyr ، Ala ، Lys في جهاز الهجرة الكهربائية (Electrophorèse)

عند pH=6 .

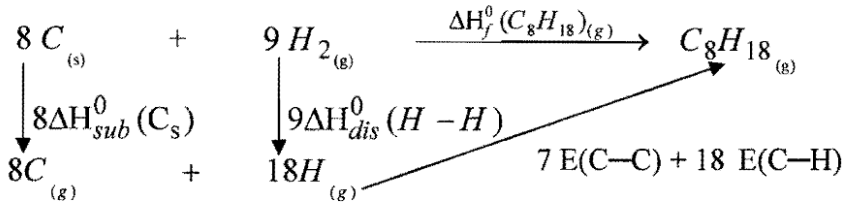
- أ- وضّح بالرّسم مواقع هذه الأحماض الأمينية عند pH=6.
- ب- أكتب الصيغة الكيميائية المتأينة لكل من الألانين والتيروزين عند pH=6.
- ج- أعط صيغة الليزين عند pH=9,7 وعند pH=1.
- يعطى: pHi = 6,01 للآلانين pHi = 5,6 للتيروزين pHi = 9,75 لليزين
- (4) لديك التفاعل الإنزيمي التالي:



- أ- أكمل التفاعل الإنزيمي بإيجاد نواتجه.
- ب- صنف إنزيم الديكربوكسيلاز.

التمرين الثالث: (06 نقاط)

(1) ليكن المخطّط التالي:



- أحسب الأنطالبي المعياري لتشكل الأوكتان الغازي $\Delta H_f^0(\text{C}_8\text{H}_{18})_{(g)}$ عند 298K.
- يعطى: $\Delta H_{dis}^0(\text{H}-\text{H}) = 436 \text{ kJ.mol}^{-1}$ ، $\Delta H_{sub}^0(\text{C}_s) = 716,7 \text{ kJ.mol}^{-1}$ ، $E(\text{C}-\text{H}) = -415 \text{ kJ.mol}^{-1}$ ، $E(\text{C}-\text{C}) = -345 \text{ kJ.mol}^{-1}$.
- (2) أحسب الأنطالبي المعياري لاحتراق الأوكتان $\text{C}_8\text{H}_{18(g)}$.
- يعطى: $\Delta H_f^0(\text{H}_2\text{O})_{(g)} = -241,83 \text{ kJ.mol}^{-1}$ ، $\Delta H_f^0(\text{CO}_2)_{(g)} = -393,5 \text{ kJ.mol}^{-1}$.
- (3) أحسب التغير في الطاقة الداخليّة ΔU عند 298K.
- يعطى: $R = 8,31 \text{ J.mol}^{-1}.K^{-1}$.

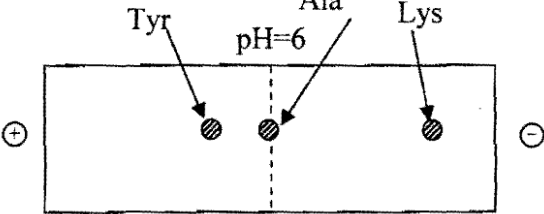
العلامة	عناصر الإجابة	المحاور
مجزأة	مجا	
2×0,5	التمرين الأول: (07 نقاط) (1) أ- صيغ المركبات الكيميائية A': $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{OH}$ A: $\text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array}$ B: $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{OMgCl}$ C: $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_3$	
6×0,5	D: CH_3COOH E: $\text{CH}_3\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ F: $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}-\text{CH}_3$ G: $\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{N}}}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ Cl^-	
0,25	ب- اسم التفاعل (5) هو تفاعل الأسترة.	
0,25	خصائصه: بطيء، عكوس، محدود، لا حراري.	
0,5	ج- تفاعل F مع البنزين في وجود AlCl_3 (الكلية):	
0,5	$\text{C}_6\text{H}_6 + \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{Cl} \xrightarrow{\text{AlCl}_3} \text{C}_6\text{H}_5-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + \text{HCl}$	
0,5	د- إكمال التفاعل:	
0,5	$\text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{array} \xrightarrow[\text{HCl مركز, } \Delta]{\text{Zn}} \text{CH}_3-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$	هـ- طريقة تحضير حمض الإيثانويك (D):
0,5	$\text{CH}_3-\text{MgBr} + \text{O}=\text{C}=\text{O} \longrightarrow \text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}-\text{OMgBr}$	
0,5	$\text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}-\text{OMgBr} + \text{H}-\text{OH} \longrightarrow \text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}-\text{OH} + \text{MgBr}(\text{OH})$ حمض الإيثانويك D	
0,5	(2) أ- صيغة المركب H: $\text{CH}_2=\underset{\text{CN}}{\text{CH}}$ ب- الصيغة العامة للمركب I: $\left(\text{CH}-\underset{\text{CN}}{\text{CH}_2} \right)_n$	
0,5	ج- نوع البلمرة: بلمرة الضم.	

العلامة		عناصر الإجابة	المحاور
مجموع	مجزأة		
02	0,5	التمرين الثاني: (07 نقاط) 1.I أ- الفرق بين اختبار بيوري واختبار كزانتوبروتيك: - اختبار بيوري يكشف عن الروابط الببتيدية في متعدد الببتيد أو في البروتين. - أما اختبار كزانتوبروتيك فيكشف عن وجود الأحماض الأمينية الأروماتية. ب- الرابطة (a): تمثل رابطة ببتيدية. الرابطة (b): تمثل جسر كبريتي. 2 أ- تصنيف الأحماض الأمينية: حمض أميني خطي بسيط: Leu حمض أميني حلقي إميني: Pro حمض أميني حلقي أروماتي: Tyr حمض أميني خطي كبريتي: Cys ب- الصيغة نصف المفصلة للمقطع:	
	0,5		
	0,5		
	0,5		
02	4×0,25	... $\begin{array}{c} \text{NH}-\text{CH}-\text{CO}-\text{NH}-\text{CH}-\text{CO}-\text{N} \begin{array}{c} \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH}_2 \quad \text{CH}_2 \\ \text{C} \quad \text{SH} \\ \text{O} \quad \text{NH}_2 \end{array} \text{CO}-\text{NH}-\text{CH}-\text{CO}-\dots \\ \text{CH}_2 \quad \text{CH} \\ \text{O} \quad \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$ 1.II صيغ المركبات: A: $\text{H}-\text{N} \begin{array}{c} \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ B: $\text{HOOC}-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$ C: $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$ D: $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$ 2 تصنيف الإنزيمات: E₁ : من الإنزيمات النازعة E₂ : من أنزيمات الأكسدة والإرجاع E₃ : من أنزيمات التحلل المائي (هيدرولاز) E₄ : من أنزيمات التماكب (ايزوميراز)	
	4×0,25		
	4×0,5		
	0,25		
01	0,25		
	0,25		
	0,25		
	0,25		

العلامة		عناصر الإجابة	المحاور
مجموع	مجزأة		
02		التمرين الثالث: (06 نقاط) 1- حساب ΔH_r عند 650 K: نكتب قانون كرشوف حيث:	
	0,25	$\Delta H_T^0 = \Delta H_{T_0}^0 + \int_{T_0}^T \Delta C_p dT$	
	0,5	$\Delta H_{650}^0 = \Delta H_{298}^0 + \int_{298}^{650} (C_p(CCl_4) + 4C_p(HCl) - 4C_p(Cl_2) - C_p(CH_4))dT$	
	0,25	$\Delta H_{650}^0 = -401,08.10^3 + [(83,51) + 4(29,12) - 4(33,93) - (35,71)](650 - 298)$	
		$\Delta H_{650}^0 = -401,08.10^3 + (199,99 - 171,43)(352)$	
		$\Delta H_{650}^0 = -401,08.10^3 + 10053,12$	
		$\Delta H_{650}^0 = -401,08.10^3 + 10,05312.10^3$	
	0,25	$\Delta H_{650}^0 = -391,026.10^3 J.mol^{-1}$	
	0,75	$\Delta H_{650}^0 = -391,026 kJ.mol^{-1}$	
		2- أنطالبي تشكل CCl_4 :	
0,75	0,25		
		$\Delta H_f^0(CCl_4) + 4\Delta H_f^0(HCl) - \Delta H_f^0(CH_4) - 4\Delta H_f^0(Cl_2) = -401,08 kJ.mol^{-1}$	
	0,5	$\Delta H_f^0(CCl_4) = -401,08 - 4(-92,3) + (-74,6) + 4(0)$	
		$\Delta H_f^0(CCl_4) = -401,08 + 369,2 - 74,6$	
		$\Delta H_f^0(CCl_4) = -106,46 kJ.mol^{-1}$	
		3- طاقة الرابطة E_{C-Cl} :	
	0,25	نحقق الدورة الترموديناميكية التالية:	
	0,25		
	1,5		حيث:
	0,25		
	0,25	$\Delta H_{sub}^0(C) + 2\Delta H_{dis}^0(Cl-Cl) + 4E_{C-Cl} = \Delta H_f^0(CCl_4)_g$	
		$716,7 + 2(242,6) + 4E_{C-Cl} = -106,46$	
	0,25	$E_{C-Cl} = -\left(\frac{106,46 + 716,7 + 485,2}{4}\right)$	
		$E_{C-Cl} = -327,09 kJ.mol^{-1}$	

العلامة		عناصر الإجابة	المحاور
مجموع	مجزأة		
1,75		4 – أنطالبي تشكل الكلوروفورم	
	0,5	نحقق الدورة الترموديناميكية التالية:	
	0,5	$C_{(s)} + 1,5Cl_{2(g)} + 0,5H_{2(g)} \xrightarrow{\Delta H_f(CHCl_3)} CHCl_{3(l)}$	
	0,25	$\begin{array}{ccc} \downarrow \Delta H_{Sub}^0 & \downarrow 1,5\Delta H_{dis}(Cl-Cl) & \downarrow 0,5\Delta H_{dis}(H-H) \\ C_{(g)} + 3Cl_{(g)} + H_{(g)} & \xrightarrow{3E_{(C-Cl)} - \Delta H(C-H)} & CHCl_{3(g)} \end{array}$	
	0,5	$\Delta H_f^0(CHCl_3)_{(l)} = 716,7 + 1,5(242,6) + 0,5(432) - 30,4 + 3(-327,09) - 415$ $\Delta H_f^0(CHCl_3)_{(l)} = 716,7 + 363,9 + 216 - 30,4 - 981,27 - 415$ $\Delta H_f^0(CHCl_3)_{(l)} = -130,07 kJ.mol^{-1}$	

العلامة		عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)	المحاور
مجموع	مجزأة		
04,5	0,5×2	التمرين الأول: (07 نقاط) (1) أ) صيغ المركبات: A: $\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{OH}$ B: CH_3COOH C: CH_3-COCl D: $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}-\text{CH}_3$ E: $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$ F: $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2$ G: $\text{C}_6\text{H}_5\text{C}(=\text{O})\text{H}$ H: $\text{HC}(\text{O})\text{H}$ (ب) المركب الفعال ضوئيا هو المركب E ($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}^*(\text{OH})\text{CH}_3$) (2) أ) صيغة المركب I: $\left(\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5) - \text{CH}_2 \right)_n$ (ب) نوع البلمرة: بلمرة بالضم. (ج) أهم استخدامات البولي ستيران (F): - عازل للصوت. - عازل للحرارة. - مضاد للصدمات (حفظ الأجهزة والوسائل أثناء النقل). - صناعة بعض الوسائل (لعب، قوالب، الخ ...). التمرين الثاني: (07 نقاط) (1) أ- تمثيل الألانين في الصورتين D و L: $\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{NH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ D - ألاتين $\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N} - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ L ألاتين ب- تصنيف الحمضين الأمينيين Lys و Tyr . الليزين (Lys) حمض أميني خطي قاعدي . التروزين (Tyr) حمض أميني حلقي أروماتي.	
	0,5×2		
	0,5×2		
	0,5×2		
	0,5		
02,5	0,5		
	01		
	0,25		
	0,25		
	0,25		
02	0,25		
	2×0,5		
	0,5		
	0,5		

العلامة		عناصر الإجابة	المحاور
مجموع	مجزأة		
1,25	4×0,25	(2) أ- كتابة صيغة رباعي الببتيد : Tyr-Gly-Ala-Lys $\text{H}_2\text{N}-\underset{\substack{ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_4 \\ \\ \text{OH}}}{\text{CH}}-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}-\underset{\substack{ \\ \text{CH}_3}}{\text{CH}}-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}-\underset{\substack{ \\ (\text{CH}_2)_4 \\ \\ \text{NH}_2}}{\text{CH}}-\text{COOH}$	
	0,25	ب- نعم يعطي هذا الببتيد نتيجة إيجابية مع كاشف كزانتو بروتينيك لأنه يحتوي على حمض أميني أروماتي هو التيروسين. (3) أ- موقع الأحماض الأمينية Tyr، Ala، Lys في جهاز الهجرة الكهربائية عند pH=6 	
03	0,5	ب- الصيغة الكيميائية للألانين عند pH=6 $\text{H}_3\text{N}^+-\underset{\substack{ \\ \text{CH}_3}}{\text{CH}}-\text{COO}^-$ pH = pI = 6	
	0,5	الصيغة الكيميائية للثروزين عند pH=6 $\text{H}_2\text{N}-\underset{\substack{ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_4 \\ \\ \text{OH}}}{\text{CH}}-\text{COO}^-$ pH > pI	
	0,5	ج- الصيغة الكيميائية لليزين عند pH = pI = 9,7 $\text{H}_3\text{N}^+-\underset{\substack{ \\ (\text{CH}_2)_4 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_4 \\ \\ \text{NH}_2}}{\text{CH}}-\text{COO}^-$ pH = pI	
	0,5	الصيغة الكيميائية لليزين عند pH = 1 $\text{H}_3\text{N}^+-\underset{\substack{ \\ (\text{CH}_2)_4 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_4 \\ \\ \text{NH}_3^+}}{\text{CH}}-\text{COOH}$ وسط حمضي قوي	

العلامة		عناصر الإجابة	المحاور
مجموع	مجزأة		
0,75	2×0,25 0,25	(4) أ- التفاعل الإنزيمي $\text{H}_2\text{N}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{COOH} \xrightarrow{\text{ديكربوكسيلاز}} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{NH}_2 + \text{CO}_2$ ب- ينتمي إنزيم الديكربوكسيلاز إلى صنف الإنزيمات النازعة	
2,25	4×0,25 0,5 0,75	التمرين الثالث: (06 نقاط) (1) حساب أنطالبي تشكل الأوكتان $\Delta H_f^\circ (\text{C}_8\text{H}_{18})_{(g)}$ لدينا : $8\Delta H_{sub}^\circ \text{C}_{(s)} + 9\Delta H_{dis}^\circ (\text{H}-\text{H}) + 7E(\text{C}-\text{C}) + 18E(\text{C}-\text{H}) = \Delta H_f^\circ (\text{C}_8\text{H}_{18})$ $\Delta H_f^\circ (\text{C}_8\text{H}_{18})_{(g)} = 8(716,7) + 9(436) + 7(-345) + 18(-415)$ $\Delta H_f^\circ (\text{C}_8\text{H}_{18}) = 9657,6 - 9885$ $\Delta H_f^\circ (\text{C}_8\text{H}_{18})_{(g)} = -227,4 \text{ kJ.mol}^{-1}$	
1,5	0,75 0,75	(2) حساب $\Delta H_{comb}^\circ (\text{C}_8\text{H}_{18})_{(g)}$ $\text{C}_8\text{H}_{18(g)} + \frac{25}{2}\text{O}_{2(g)} \rightarrow 8\text{CO}_{2(g)} + 9\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ $\Delta H_{comb}^\circ = 8\Delta H_f^\circ (\text{CO}_2)_{(g)} + 9\Delta H_f^\circ (\text{H}_2\text{O})_{(g)} - \Delta H_f^\circ (\text{C}_8\text{H}_{18})_{(g)} - 12,5\Delta H_f^\circ (\text{O}_2)_{(g)}$ $\Delta H_{comb}^\circ = 8(-393,5) + 9(-241,83) - (-227,4) - 12,5(0)$ $\Delta H_{comb}^\circ = -5097 \text{ kJ.mol}^{-1}$	
2,25	0,75 0,75	(3) حساب ΔU التغير في الطاقة الداخلية عند 298K : $\Delta H = \Delta U + \Delta nRT$ $\Delta U = \Delta H - \Delta nRT \quad \text{ومنه :}$ من معادلة الاحتراق لدينا: $\Delta n = (8+9) - (1+12,5) = 3,5 \text{ moles}$ $\Delta U = -5097 \times 10^3 - 3,5 \times 8,31$ $\Delta U = -5097 \times 10^3 - 8667,33$ $\Delta U = -5097 \times 10^3 - 8,66733 \times 10^3$ $\Delta U = -5105,66733 \times 10^3 \text{ Joules}$ $\Delta U = -5105,66 \text{ KJ}$	