الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التربية الوطنية — الديوان الوطني للامتحانات والمسابقات

امتحان بكالوريا التعليم الثانوي — دورة: جوان 2010

الشعبة: تقني رياضي

اختبار في مادة : التكنولوجيا (هندسة الطرائق) — المدة: 04 سا و 30 د

على المترشح أن يختار أحد الموضوعين التاليين:

الموضوع الأول

التمرين الأول: (05 نقاط)

1/ فحم هيدروجيني أكسجيني A صيغته المجملة $C_4H_{10}O$. نمرّر أبخرة المركب A على النحاس المسخن عند 300°C فنحصل على المركب B، الذي يتفاعل مع كاشف D.N.P.H بينما لا يتفاعل مع محلول فهلنغ.

- أوجد الصّيغة نصف المفصّلة لكل من المركبين A و B موضّحا طبيعتهما الكيميائية.

2/ - يتفاعل المركب B مع بروميد المثيل مغنزيوم $CH_3–MgBr$ ليعطي مُركّبًا يتحلّل بالماء ليتشكّل المركب C.

- نمرّر أبخرة المركب C على الألومين Al_2O_3 المسخّن عند 400°C فيتشكّل المركب D.
- يتأكسد المركب D بواسطة $K_2Cr_2O_7$ في وسط حمضي فينتج المركبين E و F .
- يتفاعل المركب F مع كلوريد الثيونيل ($SOCl_2$) ليعطي المركب G.
- تأثير $CH_3–MgCl$ على المركب G يؤدي إلى المركب E.

أ- أكتب الصّيغ نصف المفصّلة للمركبات C ، D ، E ، F ، G .

ب- ما نوع التفاعل المؤدي إلى تشكّل كلّ من المركبين D و G ؟

ج- أكمل التفاعل التالي:

$$2\,F \xrightarrow[350°C]{MnO} \ldots\ldots + \quad +$$

التمرين الثاني: (05 نقاط)

يعطى التفاعل الآتي عند 25°C :

$$C_3H_{8(g)} + 5O_{2(g)} \longrightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(g)}$$

1/ أحسب أنطالبي هذا التفاعل باستخدام المعادلات التالية:

$$3C_{(s)} + 4H_{2(g)} \longrightarrow C_3H_{8(g)} \qquad \Delta H_1^0 = -103{,}8\ kJ.mol^{-1}$$

$$C_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H_2^0 = -393{,}5\ kJ.mol^{-1}$$

$$H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(g)} \qquad \Delta H_3^0 = -241{,}8\ kJ.mol^{-1}$$

2/ أحسب أنطالبي هذا التفاعل عند 700°C.

3/ أحسب طاقة الرّابطة C–H في البروبان $C_3H_{8(g)}$.

المعطيات:

المركبات	$C_3H_{8(g)}$	$H_2O_{(g)}$	$O_{2(g)}$	$CO_{2(g)}$
C_p (J. mol^{-1}.K^{-1})	73,89	34,23	29,37	37,20

$\Delta H^0_{sub}(C_{(s)}) = 717\ kJ.mol^{-1}$ $E_{C-C} = -347{,}3\ kJ.mol^{-1}$ $\Delta H^0_{dis}(H_2) = 436\ kJ.mol^{-1}$

التمرين الثالث: (05 نقاط)

لتحضير حمض البنزويك استخدمنا المواد التالية:

- 2 g من NaOH
- 6 g من $KMnO_4$
- 2,5 mL كحول بنزيلي $C_6H_5-CH_2-OH$
- 100 mL ماء مقطر
- حجر الخفان (pierre ponce)
- محلول HCl مركز

بعد إجراء التجربة حصلنا على 1,763 g من حمض البنزويك.

1/ أكتب معادلة التفاعل الحادث.

2/ ما دور حجر الخفان في التجربة؟

3/ ما دور حمض كلور الماء في التجربة؟

4/ أحسب عدد مولات كل من الكحول البنزيلي وبرمنغنات البوتاسيوم $KMnO_4$.

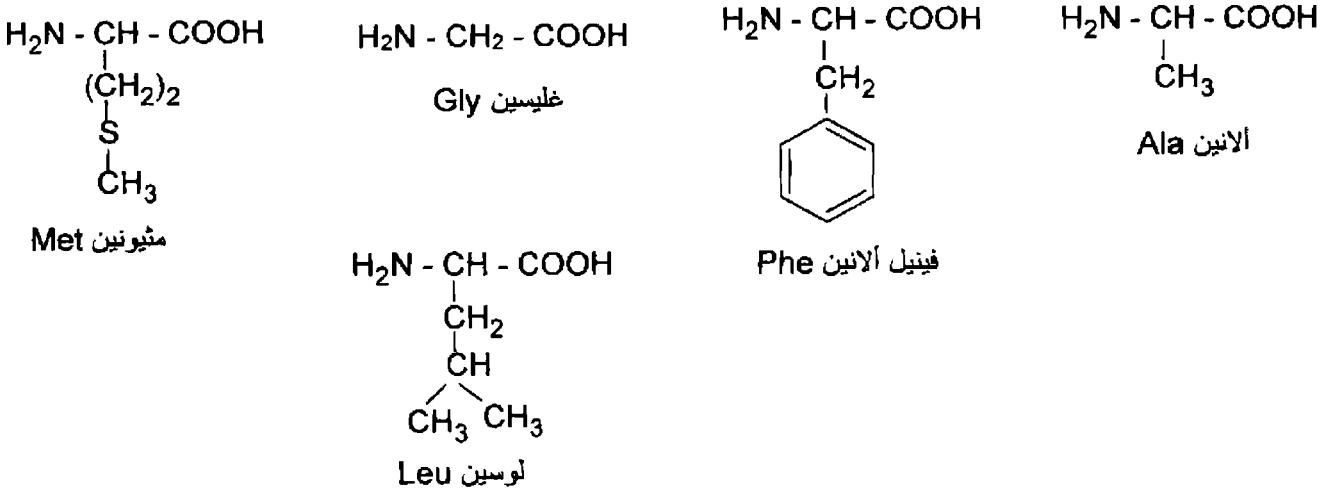
5/ أحسب مردود التفاعل.

المعطيات: O=16 g/mol H=1 g/mol C=12 g/mol K=39,1 g/mol Mn=54,9 g/mol

الكتلة الحجمية للكحول البنزيلي هي ρ=1,04 g/cm^3

التمرين الرابع: (05 نقاط)

لديك صيغ الأحماض الأمينية التالية:



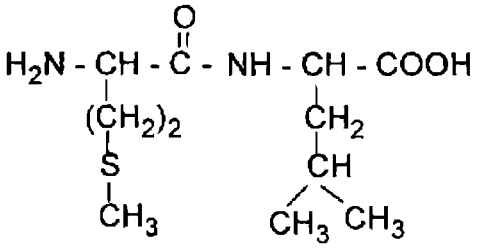
1/ صنّف الأحماض الأمينية التالية Ala ، Phe ، Met .

2/ أكتب الصّيغة الكيميائية لثلاثي الببتيد Phe–Gly–Leu .

3/ هل يعطي هذا الببتيد نتيجة إيجابية مع كاشف كزانتوبروتييك؟ علّل إجابتك.

4/ أكتب الصّيغ الكيميائية الممكنة لثنائي الببتيد المتشكل من الحمضين الأمينيين Gly و Ala.

5/ نعتبر ثنائي الببتيد التالي:



أ- ما هي الأحماض الأمينية المكوّنة له؟

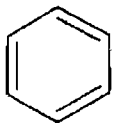
ب- مثّل المماكبات الضوئية لأحد الحمضين الأمينيين مع إعطاء التّسمية D و L.

الموضوع الثاني

التمرين الأول: (07 نقاط)

I) نعتبر التفاعلات الكيميائية المتسلسلة التالية:

$CH_3-COOH + PCl_5 \longrightarrow A + \ldots + \ldots$

 $+ A \xrightarrow{AlCl_3} B + \ldots$

Propan-2-ol $\xrightarrow[170°C]{H_2SO_4} C + H_2O$

$C + HBr \longrightarrow D$

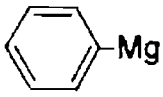
$D + Mg \xrightarrow[\text{جاف}]{R-O-R} E$

$E + B \longrightarrow F$

$F + H_2O \longrightarrow G + MgBrOH$

1/ عيّن الصّيغ نصف المفصّلة للمركبات A، B ، C ، D ، E ، F ، G وأكمل التفاعلات الكيميائية المتسلسلة.

2/ اُكتب تفاعل إرجاع كليمنسن للمركب B.

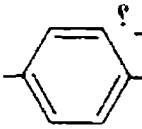
3/ اُكتب سلسلة التفاعلات التي تسمح بالحصول على المركب Bانطلاقا من $CH_3-C\equiv N$ و  والماء.

II) يحضّر البولي إستر في الصّناعة من التفاعل التالي:

$$n\,X + n\,Y \longrightarrow \left[C(=O) - C_6H_4 - C(=O) - O - CH_2 - CH_2 - O \right]_n + n'\,H_2O$$

1/ استنتج الصّيغة نصف المفصّلة لكلّ من المونوميرين X و Y.

2/ ما نوع البلمرة في تفاعل تشكل البولي إستر؟

3/ - نحصل على المركب X بأكسدة  بواسطة برمنغنات البوتاسيوم في وسط حمضي.

- نحصل على المركب Y بأكسدة الإيثلين بواسطة فوق الحمض $R-CO_3H$ متبوعة بالإماهة.

اُكتب التفاعلات الكيميائية الحاصلة.

التمرين الثاني: (07 نقاط)

1/ لديك الجدول التالي:

الحمض الأميني	الرّمز	الصّيغة الكيميائية	pKa_1	pKa_2	pKa_R	pH_i
لوسين	Leu	$(CH_3)_2CH - CH_2 - CH(NH_2) - COOH$	2,38	9,62		
حمض الأسبارتيك	Asp	$HOOC - CH_2 - CH(NH_2) - COOH$	1,88	9,6		2,77
ليزين	Lys	$H_2N - (CH_2)_4 - CH(NH_2) - COOH$	2,2		10,5	9,7

أ- أكمل الجدول مبررا إجابتك.

ب- مثّل الشّكلين D و L لحمض الأسبارتيك.

ج- أُكتب صيغ الحمض الأميني Leu عند pH=1 ، pH=6 و pH=12

2/ نضع مزيجا من الأحماض الأمينية الثلاثة Leu، Asp، Lys في جهاز الهجرة الكهربائية عند pH=9,7

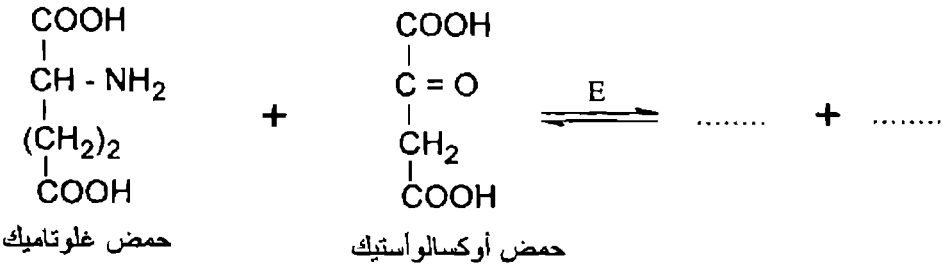
- حدّد بالرسم مواقع الأحماض الأمينية الثلاثة بعد هجرتها مع التعليل.

3/ لديك ثلاثي الببتيد التالي: Lys–Leu–Asp

أ- أُكتب الصّيغة الكيميائية لهذا الببتيد.

ب- استنتج صيغته عند pH=13

4/ ينتج حمض الأسبارتيك من التفاعل الإنزيمي التالي:



أ- أكمل التفاعل الإنزيمي.

ب- أُذكر اسم الإنزيم المحفّز E.

ج- أعط تصنيف هذا الإنزيم.

التمرين الثالث: (06 نقاط)

1/ تتمدّد كتلة 28g من غاز ثنائي الأزوت N_2 تمدّدا عكسيا من الحجم 2,445 L إلى الحجم 24,45 L عند درجة حرارة ثابتة 25°C.

ملاحظة: نعتبر N_2 غاز مثالي.

أ- استخرج عبارة عمل التمدّد.

ب- أُحسب عمل تمدّد الغاز N_2.

يعطى : $R = 8,314\ J.mol^{-1}.K^{-1}$ ، $N = 14\ g.mol^{-1}$

2/ يتأكسد الغاز N_2 بالأكسجين O_2 وفق التفاعلين التاليين:

$$N_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{(g)} \qquad \Delta H_1 = 180\ kJ$$

$$NO_{(g)} + 1/2\ O_{2(g)} \longrightarrow NO_{2(g)} \qquad \Delta H_2 = -57\ kJ$$

أ- استنتج الأنطالبي ΔH_3 للتفاعل التالي:

$$N_{2(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow 2NO_{2(g)}$$

ب- هل هذا التفاعل ناشر أو ماص للحرارة؟ علّل إجابتك.

3/ ليكن التفاعل التالي:

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$$

أنطالبي هذا التفاعل عند 25°C : $\Delta H = -92\ kJ$

- أُحسب أنطالبي التفاعل عند 500°C .

تعطى السعات الحرارية المولية عند ضغط ثابت:

$C_p(N_2) = 29,10\ J.mol^{-1}.K^{-1}$

$C_p(H_2) = 28,90\ J.mol^{-1}.K^{-1}$

$C_p(NH_3) = 36,10\ J.mol^{-1}.K^{-1}$

4/ نعتبر التفاعل التالي عند 25°C :

$$NH_{3(g)} + \frac{5}{4}O_{2(g)} \longrightarrow NO_{(g)} + \frac{3}{2}H_2O_{(g)}$$

أنطالبي هذا التفاعل : $\Delta H = -226,7\ kJ$

- أُحسب التغير في الطّاقة الدّاخلية ΔU للتفاعل عند 25°C.

المحاور	عناصر الإجابة الموضوع الأول	العلامة مجزأة	العلامة مجموع

التمرين الأول: (05 نقاط)

1) الصيغة نصف المفصلة للمركب A:

$CH_3 - \underset{OH}{\underset{|}{CH}} - CH_2 - CH_3$ طبيعة A: كحول ثانوي — 0,5 / 0,25

الصيغة نصف المفصلة للمركب B:

$CH_3 - \overset{O}{\overset{||}{C}} - CH_2 - CH_3$ طبيعة B: سيتون — 0,5 / 0,25 — 1,5

2) أ- الصيغ نصف المفصلة للمركبات:

$CH_3 - C = CH - CH_3$ (D) — $CH_3 - \underset{OH}{\underset{|}{\underset{CH_3}{\underset{|}{C}}}} - CH_2 - CH_3$ (C)

$CH_3 - \overset{O}{\overset{||}{C}} - Cl$ (G) — $CH_3 - \overset{O}{\overset{||}{C}} - OH$ (F) — $CH_3 - \overset{O}{\overset{||}{C}} - CH_3$ (E) — 5×0,5 — 3,5

ب- نوع التفاعل المؤدي إلى D: تفاعل نزع. — 0,25

نوع التفاعل المؤدي إلى G: تفاعل استبدال. — 0,25

ج- إكمال التفاعل:

$2\,CH_3 - \overset{O}{\overset{||}{C}} - OH \xrightarrow[350°C]{MnO} CH_3 - \overset{O}{\overset{||}{C}} - CH_3 + CO_2 + H_2O$ — 0,5

(F)

التمرين الثاني: (05 نقاط)

1) حساب أنطالبي التفاعل:

$C_3H_{8\,(g)} \longrightarrow 3\,C_{(s)} + 4\,H_{2\,(g)} \quad -\Delta H_1^0$ — 0,25

$\left(C_{(s)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow CO_{2\,(g)} \quad \Delta H_2^0 \right) \times 3$ — 0,25

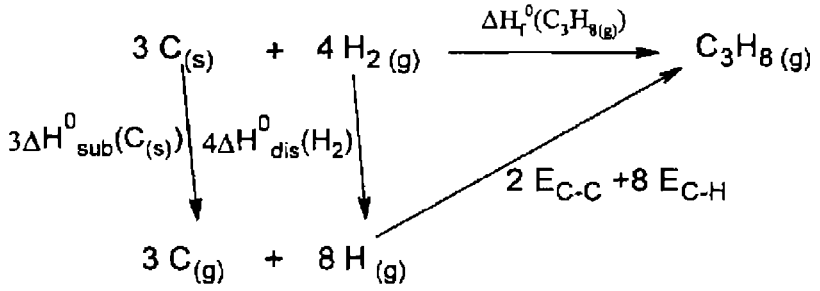
$\left(H_{2\,(g)} + 1/2\,O_{2\,(g)} \longrightarrow H_2O_{(g)} \quad \Delta H_3^0 \right) \times 4$ — 0,25 — 1,5

$C_3H_{8\,(g)} + 5\,O_{2\,(g)} \longrightarrow 3\,CO_{2\,(g)} + 4\,H_2O_{(g)}$

$\Delta H = -\Delta H_1^0 + 3\Delta H_2^0 + 4\Delta H_3^0$ — 0,25

$\Delta H = 103,8 + 3(-393,5) + 4(-241,8)$ — 0,25

$\Delta H = -2043,9 kJ.mol^{-1}$ — 0,25

	او	ملاحظة: تمنح العلامة الكاملة في حالة استعمال قانون Hess لإيجاد أنطالبي التفاعل حيث:
		$\Delta H = \sum \Delta H_f^0(Produits) - \sum \Delta H_f^0(Reactifs)$
	0,5	$\Delta H = 3\Delta H_f^0(CO_{2(g)}) + 4\Delta H_f^0(H_2O_{(g)}) - \left[\Delta H_f^0(C_3H_{8(g)}) + 5\Delta H_f^0(O_{2(g)})\right]$
	0,5	$\Delta H = 3(-393,5) + 4(-241,8) - \left[-103,8 + 5\times 0\right]$
	0,5	$\Delta H = -2043,9 kJ.mol^{-1}$
		2) حساب أنطالبي التفاعل عند 700°C:
		لدينا قانون كيرشوف:
	0,25	$\Delta H_T = \Delta H_{T_0} + \int_{T_0}^{T} \Delta Cp dT$
	0,25	$T=700+273=973K$
	0,25	$T_0 = 25 + 273 = 298K$
2	0,25	$\Delta Cp = \sum Cp(Produits) - \sum Cp(Reactifs)$
	0,25	$\Delta Cp = 3Cp(CO_2) + 4Cp(H_2O) - \left[Cp(C_3H_8) + 5Cp(O_2\right]$
	0,25	$\Delta Cp = (3\times 37,2) + 4(34,23) - (73,89 + 5\times 29,37)$
		$\Delta Cp = 27,78\ J.mol^{-1}.K^{-1}$
	0,25	$\Delta H_T = \Delta H_{T_0} + \Delta Cp(T - T_0)$
		$\Delta H_{973} = -2043,9 \cdot 10^3 + 27,78(973 - 298)$
		$\Delta H_{973} = -2043900 + 18751,5$
		$\Delta H_{973} = -2025148,5\ J.mol^{-1}$
	0,25	$\Delta H_{973} = -2025,1485\ kJ.mol^{-1}$
		3) حساب طاقة الرابطة C–H :
	0,5	
1,5		
	0,5	$\Delta H_f^0(C_3H_{8\ (g)}) = 3\Delta H_{sub}^0(C_{(s)}) + 4\Delta H_{dis}^0(H_2) + 2E_{C-C} + 8E_{C-H}$
	0,25	$-103,8 = 3(717) + 4(436) + 2(-347,3) + 8E_{C-H}$
	0,25	$\Rightarrow E_{C-H} = \frac{-3304,2}{8} = -413,025 kJ.mol^{-1}$

التمرين الثالث: (05 نقاط)

1) كتابة معادلة التفاعل الحادث:

0,25 $\left[C_6H_5-CH_2OH + 5\,OH^- \longrightarrow C_6H_5-COO^- + 4e^- + 4H_2O\right] \times 3$

0,25 $\left[MnO_4^- + 3e^- + 2H_2O \longrightarrow MnO_2 + 4OH^-\right] \times 4$

0,25 $3C_6H_5-CH_2OH + 4\,MnO_4^- \longrightarrow 3C_6H_5-COO^- + 4MnO_2 + 4H_2O + OH^-$

ملاحظة: تقبل الإجابة إذا كتبت المعادلة فقط.

0,5 2) دور حجر الخفان في التجربة: تنظيم الغليان.

0,5 3) دور HCl هو ترسيب حمض البنزويك.

4) حساب عدد مولات $C_6H_5-CH_2OH$ و $KMnO_4$:

2×0,25 كتلة الكحول البنزيلي: $m_1 = \rho . V = 1,04 \times 2,5 = 2,6g$

الكتلة المولية للكحول:

0,25 $M_1 = (7\times12)+(8\times1)+16 = 108g/mol$

2×0,25 $n_1 = \frac{m_1}{M_1} = \frac{2,6}{108} = 0,024mol$

الكتلة المولية لـ $KMnO_4$:

0,25 $M_2 = 39,1+54,9+4\times16 = 158g/mol$

0,25 $n_2 = \frac{m_2}{M_2} = \frac{6}{158} = 0,038mol$

0,25 5) حساب المردود: $M_{C_6H_5-COOH} = (7\times12)+6+(2\times16) = 122g/mol$

$C_6H_5-CH_2OH \longrightarrow C_6H_5-COOH$

108 g ⟶ 122 g

2,6 g ⟶ x

0,5 $\Rightarrow x = \frac{2,6\times122}{108} = 2,937g$

0,5 $\text{المردود} = \frac{\text{الكتلة العملية من حمض البنزويك}}{\text{الكتلة النظرية من حمض البنزويك}} \times 100$

$\text{المردود} = \frac{1,763}{2,937} \times 100$

0,25 $\text{المردود} = 60\ \%$

التمرين الرابع: (05 نقاط)

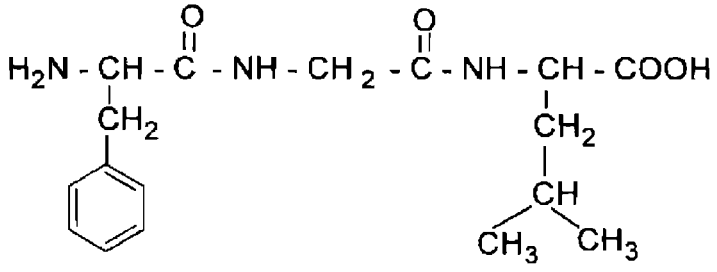
1) التصنيف:

Ala : حمض أميني ذو سلسلة كربونية بسيطة — 0,25

Phe : حمض أميني عطري — 0,25

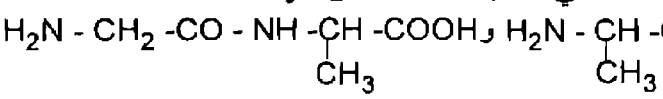
Met : حمض أميني كبريتي — 0,25 — 0,75

2) الصيغة الكيميائية للببتيد : Phe – Gly – Leu هي: — 0,75 — 0,75



3) هذا الببتيد يقبل التفاعل اللوني (كزانتوبروتييك) لاحتوائه على حمض أميني عطري (Phe) . — 2×0,25 — 0,5

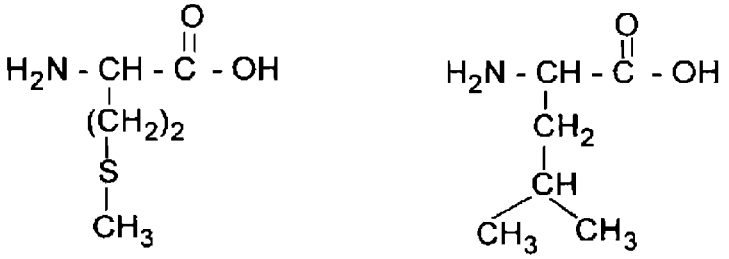
4) الصيغ الكيميائية الممكنة لثنائي الببتيد المتشكل من Ala ، Gly :



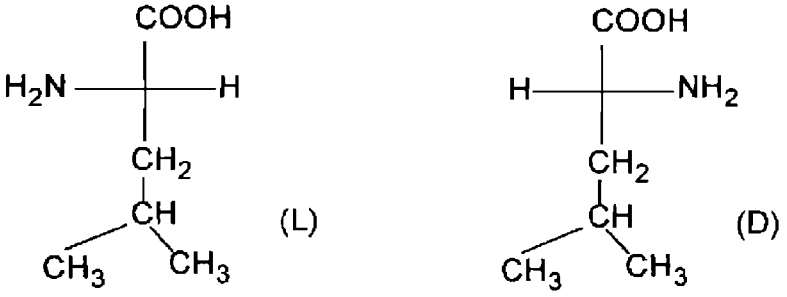
— 2×0,5 — 1

ملاحظة: تقبل الإجابة: Ala – Gly و Gly–Ala.

5) أ- الأحماض الأمينية: — 2×0,5 — 2

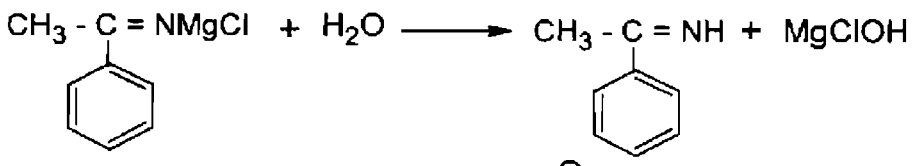


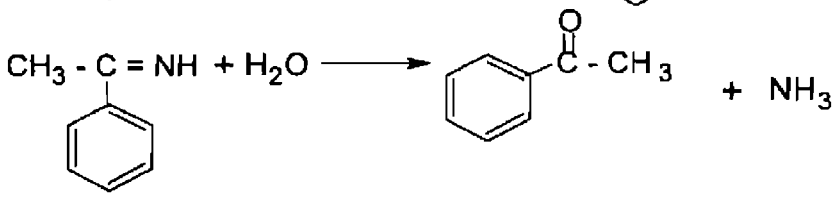
ب- تمثيل المماكبات الضوئية لأحد الحمضين الأمينيين (Leu): — 2×0,5



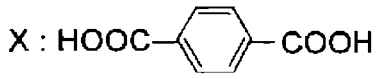
ملاحظة: تقبل الإجابة بالنسبة للحمض الأميني الآخر(Met)

المحاور	عناصر الإجابة الموضوع الثاني	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
	التمرين الأول: (07 نقاط)		
	1-I)		
	$CH_3-COOH + PCl_5 \longrightarrow CH_3-C(=O)-Cl + HCl + POCl_3$ (A)	0,5 +0,25 +0,25	4,25
	$C_6H_6 + CH_3-C(=O)-Cl \xrightarrow{AlCl_3} C_6H_5-C(=O)-CH_3 + HCl$ (B)	0,5 0,25+	
	$CH_3-CH(OH)-CH_3 \xrightarrow[170°C]{H_2SO_4} CH_3-CH=CH_2 + H_2O$ (C)	0,5	
	$CH_3-CH=CH_2 + HBr \longrightarrow CH_3-CH(Br)-CH_3$ (D)	0,5	
	$CH_3-CH(CH_3)-Br + Mg \xrightarrow[\text{جاف}]{R-O-R} CH_3-CH(CH_3)-MgBr$ (E)	0,5	
	$CH_3-CH(CH_3)-MgBr + C_6H_5-C(=O)-CH_3 \longrightarrow C_6H_5-C(OMgBr)(CH_3)-CH(CH_3)_2$ (F)	0,5	
	$C_6H_5-C(OMgBr)(CH_3)-CH(CH_3)_2 + H_2O \longrightarrow C_6H_5-C(OH)(CH_3)-CH(CH_3)_2 + MgBrOH$ (F) (G)	0,5	
	2)		
	$C_6H_5-C(=O)-CH_3 \xrightarrow{Zn/H_3O^+} C_6H_5-CH_2-CH_3 + H_2O$	0,5	0,5
	3)		
	$CH_3-C\equiv N + C_6H_5-MgCl \longrightarrow CH_3-C(=NMgCl)-C_6H_5$	0,25	0,75

0,25 

0,25 

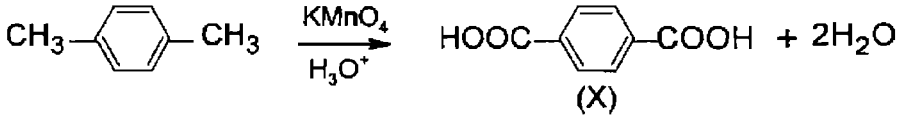
II- 1)

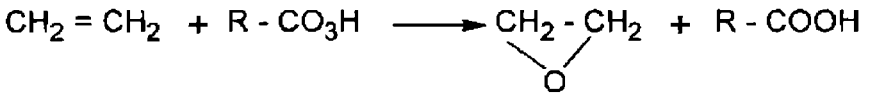
0,5 | 0,25 X : 

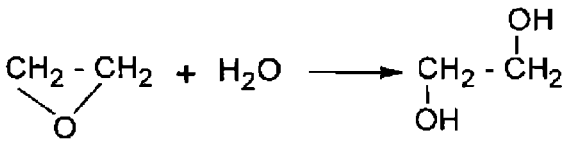
0,25 Y: $HO - CH_2 - CH_2 - OH$

0,25 | 0,25 2) نوع البلمرة : بلمرة بالتكاثف

3)

0,75 | 0,25 

0,25 

0,25 

التمرين الثاني: (07 نقاط)

3,25 1) أ- إكمال الجدول مع التبرير:

2×0,25 $pH_i = \frac{pKa_1 + pKa_2}{2} = \frac{2,38 + 9,62}{2} = 6$: Leu

0,25 $pH_i = \frac{pKa_1 + pKa_R}{2}$: Asp

$\Rightarrow pKa_R = 2pH_i - pKa_1 = 2 \times 2,77 - 1,88$

0,25 $pKa_R = 3,66$

0,25 $pH_i = \frac{pKa_2 + pKa_R}{2}$: Lys

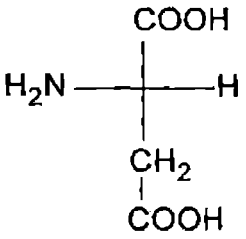
$\Rightarrow pKa_2 = 2pH_i - pKa_R = 2 \times 9,7 - 10,5$

0,25 $pKa_2 = 8,9$

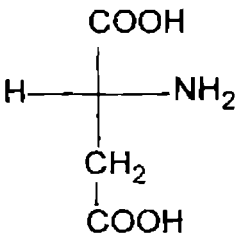
الحمض الأميني	pKa_1	pKa_2	pKa_R	pH_i
Leu	2,38	9,62		6
Asp	1,88	9,6	3,66	2,77
Lys	2,2	8,9	10,5	9,7

ب-

2×0,25



(L)

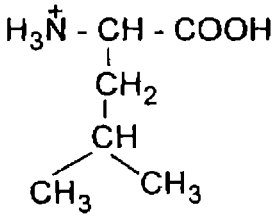


(D)

2×0,25

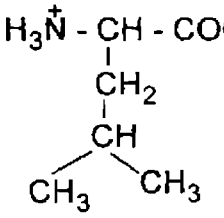
ج- عند pH=1 :

0,25



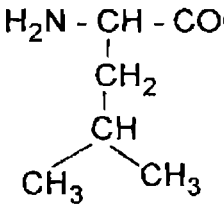
عند pH=6 أي pH=pHi:

0,25



عند pH=12:

0,25

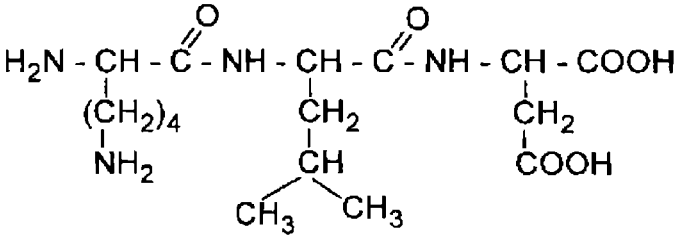
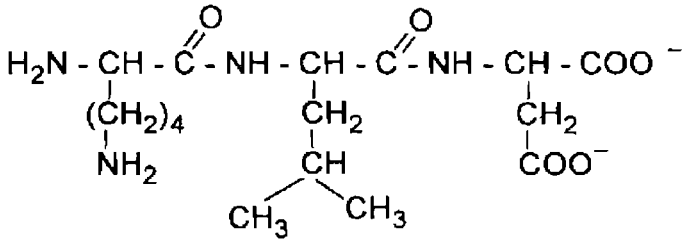
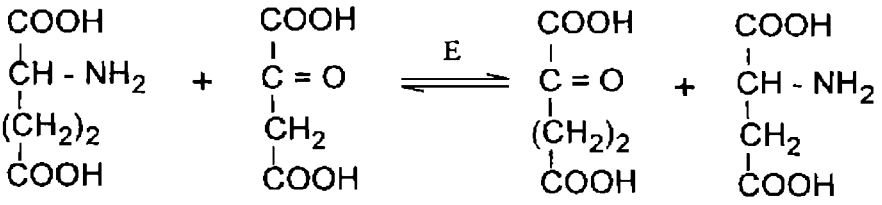


0,75

2) - الرسم: مواقع الأحماض الأمينية عند pH=9,7:

Lys Leu Asp

240

	0,25	Lys → pHi=pH=9,7 لدينا أيون معتدل $A^{\pm}$ والليزين لا يهاجر
	0,25	Leu → pHi < pH لدينا أيون سالب A^{-} واللوسين يهاجر إلى القطب الموجب
	0,25	Asp → pHi < pKa_2 <pH لدينا أيون بشحنتين سالبتين A^{--} حمض الأسبارتيك يهاجر إلى القطب الموجب.
		3) أ- كتابة الصيغة الكيميائية للببتيد Lys – Leu – Asp:
1,25	0,75	
		ب- صيغة الببتيد عند pH=13 :
	0,5	
		4) أ-
1	2×0,25	 حمض غلوتاميك حمض أوكسالو أستيك حمض اسبارتيك
	0,25	ب- اسم الإنزيم: غلوتاميك أوكسالوأستيك ترانس أميناز (GOT)
	0,25	ج- تصنيف الإنزيم: ينتمي إلى الإنزيمات الناقلة.
		التمرين الثالث: (06 نقاط)
		1) أ- استخراج عبارة عمل التمدد:
	0,25	$W = \int_{V_1}^{V_2} -PdV$
1,5	0,25	$W = -nRT \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V}$
	0,25	$W = -nRT \ln \frac{V_2}{V_1}$

ب- حساب عمل تمدد الغاز N_2 :

عدد المولات N_2 :

0,25 $n = \frac{28}{28} = 1\ mol$

$T = 25 + 273 = 298\ K$

0,25 $W = -1 \times 8,314 \times 298\ \ln \frac{24,45}{2,445}$

$W = -5704,82\ J$

0,25 $W = -5,7\ kJ$

2) أ- استنتاج أنطالبي :

$N_{2\,(g)} + O_{2\,(g)} \longrightarrow 2\,NO_{(g)} \quad \Delta H_1 = 180kJ$

0,25 $+ \left(NO_{(g)} + 1/2\,O_{2\,(g)} \longrightarrow NO_{2\,(g)} \quad \Delta H_2 = -57kJ \right) \times 2$

0,25 $N_{2\,(g)} + 2\,O_{2\,(g)} \longrightarrow 2NO_{2\,(g)} \quad \Delta H_3 = \Delta H_1 + 2\Delta H_2$

1,25

0,25 $\Delta H_3 = 180 + 2(-57) = 66\ kJ$

2×0,25 ب- التفاعل ماص للحرارة لأن $\Delta H_3 > 0$

3) حساب أنطالبي التفاعل عند 500°C:

2

0,5 $\Delta H_T = \Delta H_{T_0} + \int_{T_0}^{T} \Delta Cp dT$

0,5 $\Delta Cp = 2Cp(NH_3) - Cp(N_2) - 3Cp(H_2)$

$\Delta Cp = 2(36,1) - 29,1 - 3(28,9)$

0,25 $\Delta Cp = -43,6\ J.mol^{-1}.K^{-1}$

0,25 $T_0 = 25 + 273 = 298K$

0,25 $T = 500 + 273 = 773K$

$\Delta H_T = \Delta H_{T_0} + \Delta Cp(T - T_0)$

$\Delta H_{773} = -92000 - 43,6\ (773 - 298)$

0,25 $\Delta H_{773} = -112710\ J = -112,71\ kJ$

4) حساب التغير في الطاقة الداخلية ΔU للتفاعل عند 25°C :

1,25

$NH_{3(g)} + \frac{5}{4}O_{2(g)} \longrightarrow NO_{(g)} + \frac{3}{2}H_2O_{(g)} \quad \Delta H = -226,7\ kJ$

$\Delta H = \Delta U + \Delta nRT$

0,5 $\Delta U = \Delta H - \Delta nRT$

0,25 $\Delta n = (1 + \frac{3}{2}) - (1 + \frac{5}{4}) = 0,25mol$

0,25 $\Delta U = -226,7.10^3 - 0,25 \times 8,314 \times 298$

$\Delta U = -226700 - 619,393$

$\Delta U = -227319,39J$

0,25 $\Delta U = -227,319kJ$