سلطنة عمان

وزارة التربية والتعليم

المديرية العامة لمحافظة شمال الباطنة

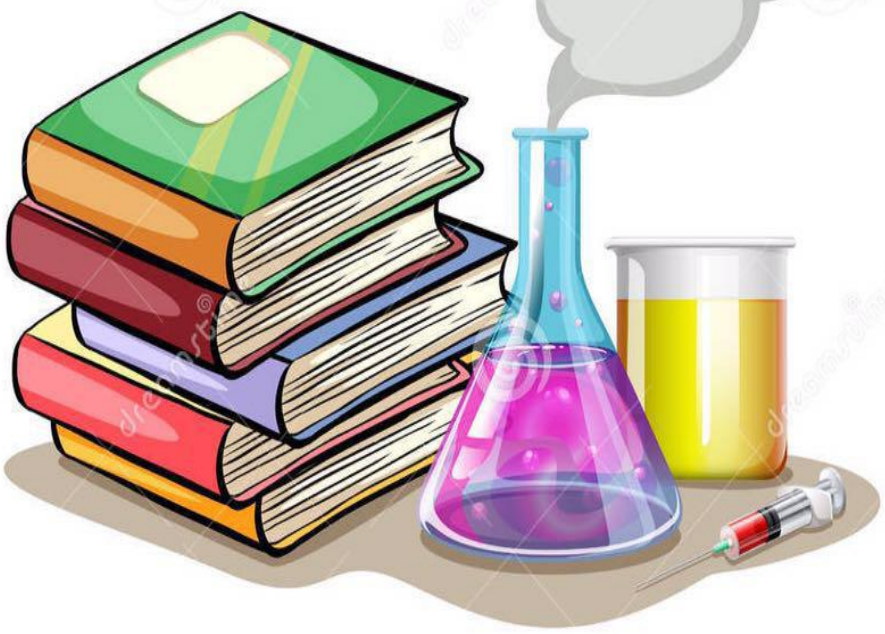
مدرسة نفيسة بنت الحسن للبنات (١٠-١٢)

المُعِيْن في الكيمياء

للصف الثاني عشر

الفصل الدراسى الاول

إعداد : أ.جميلة القرينية



مخطط عام لمخرجات التعلم

الفصل	الموضوع	مخرجات التعلم
الفصل الاول (الأكسدة والأختزال)	التأكسد والأختزال	١- تعريف التأكسد والاختزال. ٢- التميز بين تفاعلات التأكسد والاختزال وغيرها من التفاعلات الأخرى. ٣- تعريف العامل المؤكسد والعامل المختزل.
	عدد التأكسد	١- تعريف عدد التأكسد ونصف التفاعل. ٢- طرح أسئلة حول التركيب الإلكتروني للتوصل إلى مفهوم عدد التأكسد.
	قواعد حساب عدد التأكسد	١- معرفة قواعد حساب عدد التأكسد.
	تلقائية التفاعلات	١- مقارنة القوى النسبية للعوامل المؤكسدة والمختزلة باستخدام البيانات التجريبية. ٢- تقويم البيانات التجريبية لاستنباط جدول اختزال بسيط.
	وزن المعادلات الكيميائية	١- كتابة وموازنة معادلات تفاعلات التأكسد والاختزال في الأوساط الحمضية والقاعدية بواسطة: أ) طريقة التفاعلات النصفية. ب) طريقة التغير في أعداد التأكسد.
	تطبيقات صناعية على تفاعلات التأكسد والأختزال	١- تحليل تفاعلات التأكسد والاختزال المستخدمة في الصناعة(قصر الالوان – استخلاص المعادن – معالجة المياه- التصوير الضوئي)
الفصل الثاني (الخلايا الكهروكيميائية)	الخلايا الجلفانية	١- تعريف المصعد ، المهبط، الأيون الموجب، الأيون السالب، القنطرة الملحية، الإلكتروليت، الدائرة الخارجية. ٢- بناء جدول يلخص مشاهدات الخلية الجلفانية وتفسير المشاهدات. ٣- بناء خلية جلفانية وملاحظة مايحدث فيها.
	جهد الخلية الجلفانية	١- حساب قيم الجهود القياسية للخلايا الكهروكيميائية. ٢- التنبؤ بمعادلة نصف التفاعل التي تحدث عند كل قطب في الخلية الكهروكيميائية وكتابتها.
	قطب الهيدروجين المعياري	١- تفسير قيم جهود الاختزال القياسي منسوبة إلى جهد قطب الهيدروجين القياسي الذي قيمته صفر.
الفصل الثاني (الخلايا الكهروكيميائية)	تحليل الكهربائي	١- وصف الشروط اللازمة لعمل خلية إلكتروليتية وتفسير كيفية عملها. ٢- مقارنة التنبؤات بالملاحظات في الخلايا الكهروكيميائية.
	التطبيقات العملية والتقانية على الخلايا الكهروكيميائية	١- تحليل العلاقة بين المعرفة العلمية والتطور التقني في تطبيقات الخلايا الجلفانية والإلكتروليتية كالتطليقات في البطاريات والطلاء الكهربائي وتنقية المعادن من خاماتها.

	حسابات التحليل الكهربائي	١- حساب كميات كل من الكتلة وشدة التيار والزمن في الخلايا الجلفانية والإلكتروليتية وذلك بتطبيق قانون فاراداي.
الفصل الثالث (تغيرات الطاقة في التفاعلات الكيميائية)	قياس كمية الحرارة	١- استرجاع تطبيق قانون $q = c_p \times m \times \Delta T$ *لحساب كمية الحرارة.*
	أساسيات كتابة المعادلات الكيميائية الحرارية	١- كتابة معادلات موزونة للتفاعلات الكيميائية التي تحتوي على تغيرات في الطاقة.
	التغير في المحتوى الحراري الحراري والتفاعلات الكيميائية	١- تعريف المحتوى الحراري والمحتوى الحاري المولاري للتفاعلات الكيميائية. ٢- استخدام الرمز ΔH وتفسيره لحساب الطاقة في التفاعلات الكيميائية.
	قانون هس	١- شرح قانون هس واستخدامه لحساب تغيرات الطاقة لتفاعل معين من سلسلة تفاعلات كيميائية. ٢- التنبؤ بالتغير في المحتوى الحراري لتفاعل ما بستخدام قانون هس.
الفصل الرابع (سرعة التفاعلات الكيميائية)	سرعة التفاعل الكيميائي	١- تعين معدل سرعة التفاعل باستخدام التغير في تراكيز المواد الداخلة في التفاعل والتعبير عن قانون سرعة التفاعل.
	العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل	١- وصف كيف أن معدل سرعة التفاعل يتحدد من خلال طبيعة المواد المتفاعلة ومساحة سطح التفاعل وتركيز المواد المتفاعلة ودرجة الحرارة.
	نظرية التصادم	١- استخدام نظرية التصادم لتفسير تغيرات الطاقة التي تحدث خلال التفاعلات الكيميائية بالإشارة إلى تفكك الروابط وتكوينها. ٢- نعريف طاقة التنشيط والخليط المنشط. ٣- تحليل وعنونة منحنيات الطاقة للتفاعل الكيميائي متضمنة المواد المتفاعلة والمواد الناتجة ةتغير المحتوى الحراري وطاقة التنشيط. ٤- رسم أشكال بيانية توضح تغيرات الطاقة.

الأهداف التي تسعى لها مصممة الكتاب

١- تنمية مهارات التفكير المختلفة للطلاب في منهج الكيمياء للصف الثاني عشر.

٢- رفع مستوى التحصيل الدراسي للطلاب.

٣- زيادة استيعاب الطلاب للمادة العلمية.

٤- اكساب الطلاب مهارات التنظيم والترتيب للمادة العلمية المطروحة.

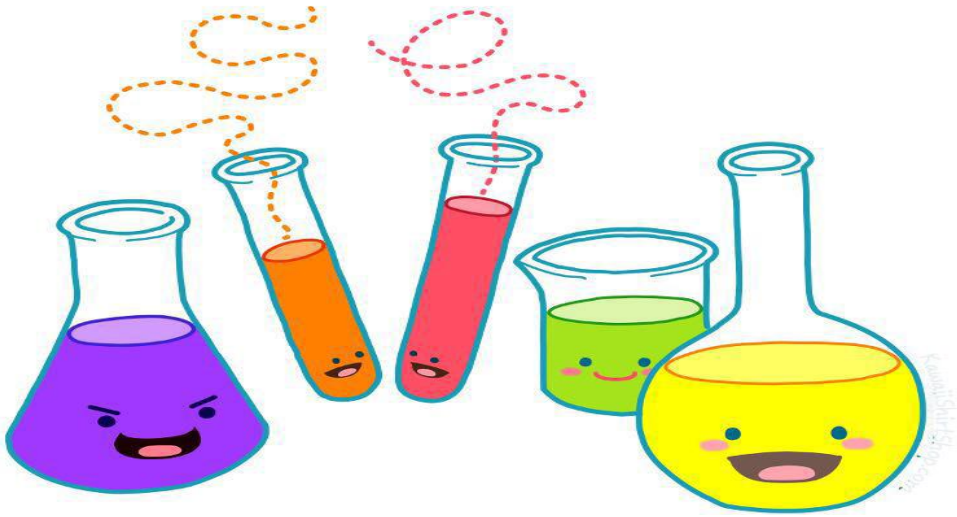
الفهرس

الوحدة	الفصل	عنوان الدرس	الصفحة
الوحدة الاولى	الفصل الاول (الأكسدة والأختزال)	التأكسد والأختزال	٦
		عدد التأكسد	٦
		قواعد حساب عدد التأكسد	٧
		تلقائية التفاعلات	١١
		وزن المعادلات بنصفي التفاعل	١٢
		وزن المعادلات بطريقة تغير أعداد التأكسد	١٤
		تطبيقات صناعية على تفاعلات التأكسد والأختزال	١٦
		أسئلة متنوعة على الفصل الاول	٢٠
	الفصل الثاني (الخلايا الكهروكيميائية)	الخلايا الجلفانية	٢٥
		جهد الخلية الجلفانية	٢٨
		قطب الهيدروجين المعياري	٣٠
		التحليل الكهربي	٣٢
		التطبيقات العملية والتقانية على الخلايا الكهروكيميائية	٣٦
		حسابات التحليل الكهربائي	٤١
		أسئلة متنوعة على الفصل الثاني	٤٣
الوحدة الثانية	الفصل الثالث (تغيرات الطاقة في التفاعلات الكيميائية)	قياس كمية الحرارة	٥١
		أساسيات كتابة المعادلات الكيميائية الحرارية	٥٤
		التغير في المحتوى الحراري الحراري والتفاعلات الكيميائية	٥٧
		التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الفيزيائية	٦٠
		قانون هس	٦١
		أسئلة متنوعة على الفصل الثالث	٦٥
	الفصل الرابع (سرعة التفاعلات الكيميائية)	سرعة التفاعل الكيميائي	٧٠
		العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل	٧٠
		نظرية التصادم	٧٦
		انواع الحفازات حسب حالتها في التفاعل	٨٢
		أسئلة متنوعة على الفصل الرابع	٨٤
		الملحق	٩٢

الوحدة الاولى

الفصل الاول

الأكسدة والاختزال



التأكسد والأختزال

المفهوم القديم :	المفهوم الحديث :
الأكسدة :مواد تتفاعل مع الأكسجين (زيادة في الأكسجين أو نقص في الهيدروجين) الاختزال : مواد تتفاعل مع الهيدروجين (زيادة في الهيدروجين أو نقص في الأكسجين)	الأكسدة : كل تفاعل يتم فيه فقد إلكترون أو أكثر (عامل مختزل) – (يزيد عدد الأكسدة فيها) الاختزال : كل تفاعل يتم فيه أكتساب إلكترون أو أكثر (عامل مؤكسد) – (يقل عدد الأكسدة فيها)
العامل المؤكسد : يؤكسد المادة التي يتفاعل معها ويحدث له عملية اختزال ويكتسب بعض الإلكترونات	العامل المختزل : يختزل المادة التي يتفاعل معها ويحدث له عملية أكسدة ويفقد بعض الإلكترونات

عدد التأكسد

✷**عداد الأكسدة :** عدد الشحنات الكهربائية (موجبة أو سالبة) التي تحملها الذرة في المركبات الأيونية والتساهمية.

طريقة حساب أعداد الأكسدة للعناصر – الذرات داخل المركب – الأيونات :

١- عدد أكسدة العناصر النقية (غير المتحدة مع عناصر أخرى) = صفرا (Zn , Cu , Fe Au , O_2, ...)

٢- عدد أكسدة الذرات المتأينة (المنفردة) = الشحنة نوعها ومقدارها (Cl^-=-١ ، Al^{3+} =3+ ، S^{2-} = 2- ، Cu^+ = 1+ ٠٠)

٣- عدد أكسدة عناصر المجموعة الأولى داخل مركباتها = 1+ (NaCl ، KBr .....)

٤- عدد أكسدة عناصر المجموعة الثانية داخل مركباتها = 2+ ($CaCl_2$ ، $MgBr_2$.....)

٥- عدد أكسدة ذرة الهيدروجين في مركباتها = +1عد مع الفلزات = 1- (NaH .....)

٦- عدد أكسدة ذرة الأكسجين في مركباته 2- عدا فوق الأكاسيد = 1- (CaO_2 ، H_2O_2 ، K_2O_2 .....) وعدا مع الفلور = +2 لأنه أقل سالبية من الفلور .

٧- مجموع أعداد أكسدة ذرات المركب غير المتأين = صفر

٨- مجموع أعداد أكسدة ذرات المركب المتأين = الشحنة نوعها ومقدارها

قواعد حساب عدد التأكسد

القاعدة	عدد التأكسد	ملاحظات
١-عدد تأكسد العناصر النقية يساوب صفر مثال: أ)ذرات مفردة: Na ; C : S; Al ب)جزيئات ثنائية: Cl_2; N_2; O_2 ج)جزيئات عديدة الذرات: O_3; P_4	صفر	العناصر النقية هي التي تتكون من نوع واحد من الذرات بغض النظر عن عددها
٢) عدد التأكسد للأيون البسيط يساوي العدد الذي يحمله في المقدار وفي الإشارة Ag^+ Mg^{2+} Al^{3+}	+1 +2 +3	الأيون البسيط هو الأيون المكون من ذرة واحدة
٣) عدد تأكسد الهيدروجين (H)	+1	ما عدا: في الهيدريدات عدد التأكسد يساوي 1- (الهيدريد مركب يتكون من فلز + H) مثال: NaH ; MgH_2
٤) عدد تأكسد الأكسجين(O)	-2	ما عدا: أ)فوق الأكاسيد: عدد تأكسد يساوي 1- مثل: H_2O_2; K_2O_2; Na_2O_2 ب)سوبر أكسيد: عدد تأكسد (1/2-) مثل: KO_2 ج)مركباته مع الفلور(مركبات الفلور الأكسجينية) يكون عدد تأكسد موجب دائما مثال: O_2F_2 عدد التأكسد= 1+ و OF_2 يكون عدد التأكسد= 2+ لأن الفلور أعلى العناصر كهروسالبية فيكون عدد التأكسد الفلور دائما= 1- بينما عدد تأكسد الأكسجين= موجب
٥) أعداد تأكسد فلزات المجموعة الأولى والثانية والثالثة يساوي رقم المجموعة مسبوقا بإشارة موجبة	Na= +1 Mg= +2 Al= +3	لأن فلزات هذه المجموعات لها كهروسالبية منخفضة وتميل لفقد الكترونات التكافؤ فتكون أيونات موجبة
٦) الفلور F	-1	في جميع المركبات
٧)بقية الهالوجينات Br ; Cl ; I	-1	ما عدا: أ)مركباتها الأكسجينية مثال: ClO_4^- ; ClO_3^- ; ClO_2^- ; ClO^- IO_4^- ; IO_3^- ; IO_2^- : IO^- ; BrO_4^- ; BrO_3^- ; BrO_2^- ; BrO^-
٨)مجموع أعداد التأكسد للذرات في المركب المتعادل يساوي صفر مثال: H_2SO_4	صفر	المركب المتعادل لا يحمل أي شحنة
٩)مجموع أعداد التأكسد للأيون عديد الذرات يساوي شحنة الأيون في المقدار والأشارة مثال: NO_3^- يساوي 1-		الأيون عديد الذرات هو الأيون الذي يحتوي على أكثر من ذرة ويحمل شحنة ظاهرة

ملاحظه:العامل المختزل: هو مادة تمنح الإلكترونات لمادة أخرى(تحدث له عملية أكسدة)

العامل المؤكسد: هو مادة تستقبل الإلكترونات لمادة أخرى (تحدث له عملية اختزال)

العامل المختزل والعامل المؤكسد يكونان ضمن المواد المتفاعلة.

الايونات المركبة وإعداد تأكسدها

المجموعات	الصيغة	عداد التأكسد	المجموعات	الصيغة	عداد التأكسد
النترات	NO_3^-	-1	الهيدروكسيد	OH^-	-1
الكبريتات	SO_4^{2-}	-2	البرمنجنات	MnO_4^-	-1
الفوسفات	PO_4^{3-}	-3	الدايكرومات	$Cr_2O_7^{2-}$	-2
الامونيوم	NH_4^+	+1	الكرومات	$CrO4^{2-}$	-2
الاوكسلات	$C_2O_4^{2-}$	-2	الكبريتيت	SO_3^{2-}	-2
السيانيد	CN^-	-1	الماء	H_2O	zero
الكربونات	CO_3^{2-}	-2	الامونيا	NH_3	zero
النيتريت	NO_2^-	-1	بيركلورات	ClO_4^-	-1
البيكربونات	HCO_3^-	-1	الكلورات	ClO_3^-	-1

مقارنة بين التكافؤ وعدد التأكسد

وجه المقارنة	التكافؤ	عدد التأكسد
التعريف	عدد الإلكترونات التي تفقدها الذرة أو تكتسبها أوتشارك بها عند تفاعلها مع ذرة عنصر	التكافؤ مسبوقا بإشارة موجبة أو سالبة
القيمة	عدد صحيح	عدد صحيح له شحنة
الإشارة	ليس له إشارة	له إشارة موجبة أو سالبة

أمثلة وتطبيقات

$\underline{N}O$	$\underline{N}O_2$	$\underline{N}O_3^-$	$\underline{N}_2$
$\underline{S}O_3^=$	$\underline{S}O_4^=$	$H_2\underline{S}$	$Li_2\underline{S}O_3$
$\underline{Mn}O_2$	$\underline{Mn}O_4^-$	$\underline{N}H_4^+$	$\underline{Al}O_3^{-3}$
$K\underline{Cl}O_3$	$\underline{Cl}O_4^-$	$\underline{Cl}O^-$	$\underline{I}O_4^-$
$\underline{Fe}_2O_3$	$\underline{Fe}(OH)_3$	$\underline{K}_2O$	$Na_2\underline{C}O_3$
$\underline{Cr}O_4^=$	$\underline{Cr}O_2^-$	$\underline{Cr}_2O_3$	$K_2\underline{Cr}_2O_7$

تمرين(١)

من خلال التفاعل $Fe_2O_3 + 3C \rightarrow 2Fe + 3CO$ أجب عما يلي :

١ـ حدد أعداد الأكسدة لكل عنصر ؟ .....

٢ـ هل التفاعل تفاعل أكسدة واختزال .....

٣ـ حدد الذرات التي لم تتغير أعداد أكسدتها.....

تمرين (٢)

١)حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في التفاعلات التالية:

أ) $Sn^{2+} + 2Fe^{3+} \longrightarrow Sn^{4+} + 2Fe^{2+}$

ب) $Mg + Pb^{2+} \longrightarrow Mg^{2+} + Pb$

٢) أحسب عدد التأكسد للعناصر التالية:

أ) $Ca(\underline{Cl}O_3)_2$

ب) $Na_2\underline{S}_2O_3$

ج) $[\underline{Co}(NH_3)_5Cl](NO_3)_2$

تمرين (٣)

١) حدد الذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت وكذلك العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل التفاعلات الأتية:

أ) $3H_2S_{(g)} + 2HNO_{3(aq)} \longrightarrow 3S_{(s)} + 2NO_{(g)} + 4H_2O_{(L)}$

ب) $CuO_{(s)} + H_{2(g)} \longrightarrow Cu_{(s)} + H_2O_{(L)}$

٢) مامقدار التغير في عدد تأكسد النتروجين عند تحول N_2 إلى NH_4^+ ؟

٣) مامقيمة X في نصف تفاعل الاختزال $Fe^x + 2e^- \longrightarrow Fe$

تمرين (٤)

١) رتب مايلي تصاعديا بحسب عدد تأكسد العنصر الذي تحته خط:

$\underline{Sb}_2O_3$, $[\underline{V}(OH)_4]^+$, $[\underline{Ag}(NH_3)_2]^+$, $K_2\underline{Te}O_4$, $K_4[\underline{Fe}(CN)_6]$

تمرين (٥)

$$Fe + 2Ag^+ \longrightarrow Fe^{+2} + 2Ag$$

س : من خلال التفاعل السابق أكمل الجدول التالي ؟

المادة المتأكسدة	المادة المُختَزلة	العامل المؤكسد	العامل المُختَزل

تلقائية التفاعلات

عامل مؤكسد + عامل مختزل تحته في الترتيب = تفاعل تلقائي
عامل مؤكسد + عامل مختزل فوقه في الترتيب = عدم حدوث تفاعل

تمرين(١)

اذا كان لديك عينات من الفلزات (أ ، ب ، ج ، د) ومحاليل أيوناتها ($أ^{+}$ ، $ب^{+}$ ، $ج^{+}$ ، $د^{+}$) ووجد بالتجربة العملية مايلي:

أ) الفلز (أ) يحل محل أيونات (ج) ولا يحل محل أيونات (ب ، د)
ب) الفلز (د) يحل محل أيونات (أ ، ب ، ج)
رتبي الفلزات (أ ، ب ، ج ، د) من الاقوى الى الاضعف كعوامل مؤكسدة.

تمرين(٢)

تم إجراء تجارب لتفاعلات تبادلية بين الهالوجينات الاتية (Cl_2 , Br_2 , I_2) وبين أيوناتها الاتية($I^-_{(aq)}$, $Cl^-_{(aq)}$, $Br^-_{(aq)}$) وكانت النتائج كما هي مبينة في الجدول التالي:

الهالوجينات / الايونات	Br_2	Cl_2	I_2
$Br^-_{(aq)}$	-	أصفر- بني	-
$Cl^-_{(aq)}$	-	-	-
$I^-_{(aq)}$	أصفر- بني	أصفر- بني	-

أكتب جدولاً لانصاف التفاعلات مبيناً فيه القوى النسبية للعوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة للهالوجينات وأيوناتها.

تمرين(٣)

ادرس التفاعلين الافتراضيين التاليين ثم أجب على السؤال:

$$A + B^{2+} \longrightarrow A^{+} + B \ , E= -0.46V$$
$$C^{2+} + A \longrightarrow C + A^{+} \ , E= +0.31V$$

أقوى عامل مؤكسد هو:

أ) A ب) B ج) C^{2+} د) B^{2+}

تمرين(٤)

يوضح الجدول المقابل نتائج تفاعل تبادلية بين بعض الفلزات الافتراضية وأيوناتها.

ppt|craft

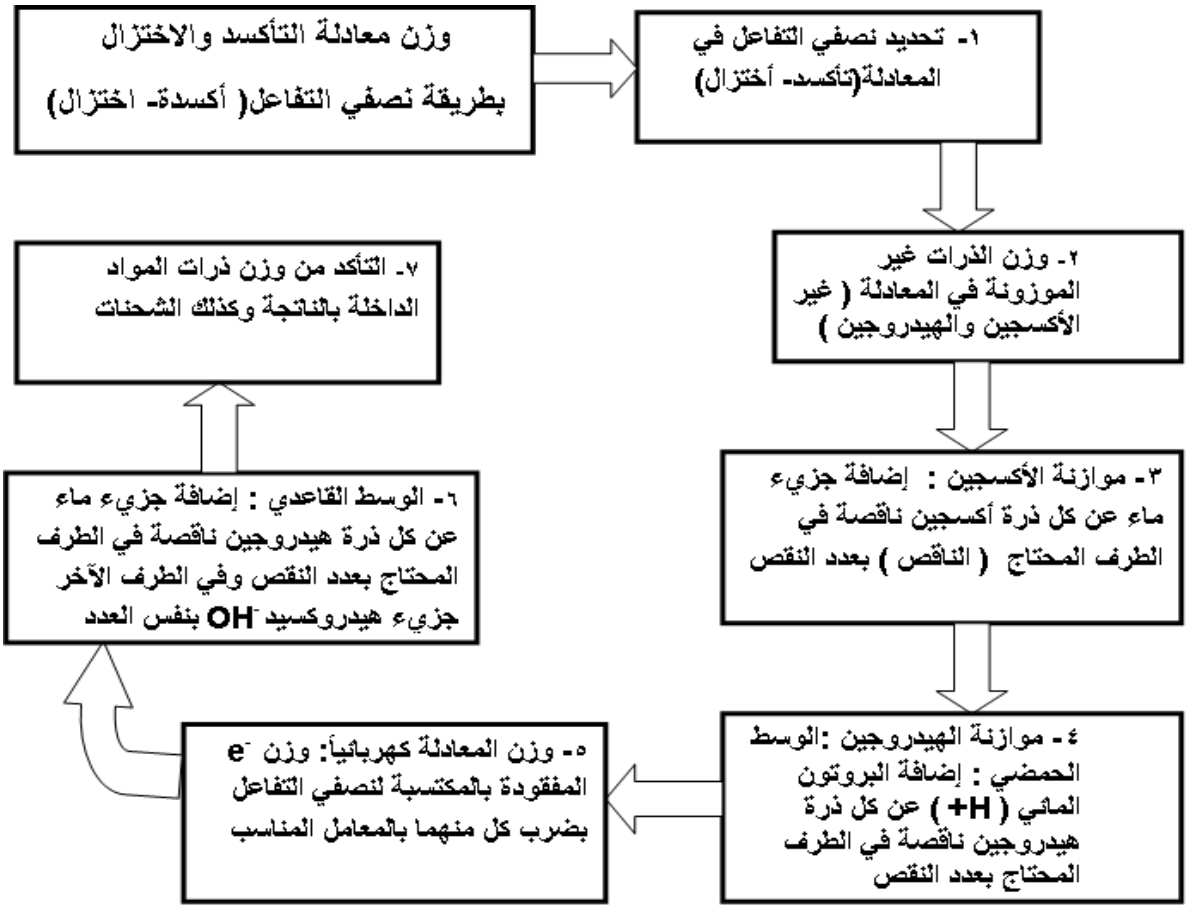
	A	B	C	D
A^{2+}		يتفاعل	لايتفاعل	لايتفاعل
B^{+}	لايتفاعل		لايتفاعل	لايتفاعل
C^{3+}	يتفاعل	يتفاعل		يتفاعل
D^{3+}	يتفاعل	يتفاعل	لايتفاعل	

***الأيون الذي يعتبر لاقوى عاملاً مؤكسداً هو:**

أ) A^{2+}
ب) B^{+}
ج) C^{3+}
د) D^{3+}

طريقة وزن المعادلات بنصفي التفاعل

١- حديد أعداد الأكسدة لذرات مواد التفاعل
٢- تحديد المواد التي تأكسد والتي اختزل.
٣- كتابة نصفي التفاعل (تأكسد – اختزال)
٤- وزن الذرات غير الموزونة في المعادلة (غير الأكسجين والهيدروجين)
٥- موازنة الأكسجين (أولا) : إضافة جزيء ماء عن كل ذرة أكسجين ناقصة في الطرف المحتاج (الناقص) بعدد النقص
٦- موازنة الهيدروجين (ثانيا) : الوسط الحمضي : إضافة البروتون المائي (H^+) عن كل ذرة هيدروجين ناقصة في الطرف المحتاج بعدد النقص
٧- وزن e^- المفقودة بالمكتسبة لنصفي التفاعل بضرب كل منهما بالمعامل المناسب
٨- الوسط القاعدي : إضافة جزيء ماء عن كل ذرة هيدروجين ناقصة في الطرف المحتاج بعدد النقص وفي الطرف الآخر جزيء هيدروكسيد OH^- بنفس العدد
٩- التأكد من وزن ذرات المواد الداخلة بالناتجة وكذلك الشحنات .



أمثلة الوسط الحمضي

$ClO^- + CrO_2^- \longrightarrow Cl^- + CrO_4^{2-}$

$MnO_4^- + SO_3^{2-} \longrightarrow Mn^{2+} + SO_4^{2-}$

$As_2S_3 + NO_3^- \longrightarrow AsO_4^- + SO_4^{2-} + NO$

$NO \longrightarrow N_2O + NO_2$

$PH_3 + CrO_4^{2-} \longrightarrow Cr(OH)_4^- + P_4$

$Pb(OH)_3 + OCl^- \longrightarrow PbO_2 + Cl^-$

أمثلة الوسط القاعدي

$Cr_2O_7^{--} + S \longrightarrow Cr_2O_3 + SO_2$

$MnO_4^- + NH_3 \longrightarrow Mn^{2+} + NO_3^-$

$Pt + Cl^- + NO_3^- \longrightarrow PtCl_6^{2-} + NO_2$

تمرين(١)

أكتب نصفي تفاعل الأكسدة والاختزال للتفاعلات التالية مع وزن إلكترونات النصفين إن لزم الأمر :

$MnO_4^- + NH_3 \rightarrow Mn^{+2} + NO_3^-$	
نصف تفاعل الأكسدة	نصف تفاعل الاختزال

تمرين(٢)

١) زن المعادلة التالية بطريقة نصف التفاعل في الوسط الحمضي مع تحديد العامل المؤكسد والعامل المختزل:

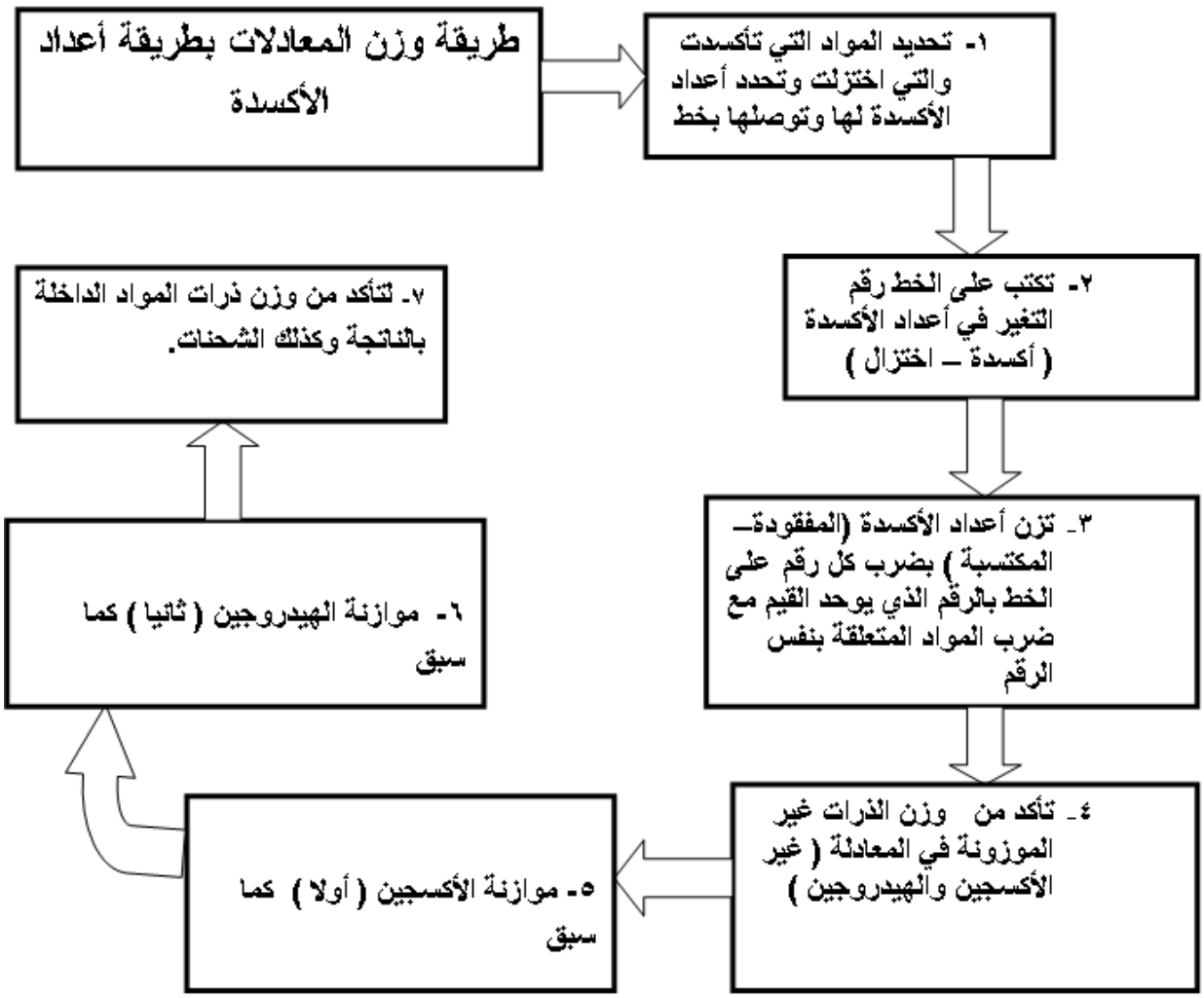
$ClO^- + CrO_2^- \longrightarrow Cl^- + CrO_4^{2-}$

٢) زن المعادلة التالية بطريقة نصف التفاعل في الوسط القاعدي مع تحديد العامل المؤكسد والعامل المختزل:

$CN^- + MnO_4^- \longrightarrow CNO^- + MnO_2$

وزن المعادلات بطريقة تغير أعداد الأكسدة

١- تحديد المواد التي تأكسدت والتي اختزلت وتحدد أعداد الأكسدة لها وتوصلها بخط
٢- تكتب على الخط رقم التغير في أعداد الأكسدة (أكسدة – اختزال)
٣- تزن أعداد الأكسدة (المفقودة – المكتسبة) بضرب كل رقم على الخط بالرقم الذي يوحد القيم مع ضرب المواد المتعلقة بنفس الرقم
٤- تأكد من وزن الذرات غير الموزونة في المعادلة (غير الأكسجين والهيدروجين)
٥- موازنة الأكسجين (أولا) كما سبق
٦- موازنة الهيدروجين (ثانيا) كما سبق
٧- لتأكد من وزن ذرات المواد الداخلة بالناتجة وكذلك الشحنات.



تمرين(١)

زن المعادلات التالية بطريقة التغير في عدد التأكسد.

(وسط حمضي) $MnO_4^- + Sn^{2+} \longrightarrow Mn^{2+} + Sn^{+4}$

(وسط حمضي) $NO_2 + ClO^- \longrightarrow NO_3^- + Cl^-$

(وسط قاعدي) $MnO_4^- + Fe^{2+} \longrightarrow MnO_2 + Fe^{3+}$

(وسط قاعدي) $ClO^- + CrO_2^- \longrightarrow Cl^- + CrO_4^{2-}$

تمرين(٢)

زن المعادلة التالية بطريقة التغير في عدد التأكسد في وسط حمضي مع تحديد العامل المؤكسد والعامل المختزل ؟

$IO_3^- + NO_2^- \longrightarrow I_2 + NO_3^-$

العامل المؤكسد .....العامل المختزل.....

علل لما يلي تعليلا علميا سليما (أذكر السبب)

١) الأكسدة والاختزال عمليتان متلازمتان .؟

السبب / لأنه عند اى تفاعل كيميائي يحدث فقد (e^-) يعنى أكسدة وذرة أخرى تكتسب (e^-) يعنى اختزال

٢) يختلف عدد التأكسد الأكسجين في كل من H_2O , H_2O_2 ؟

السبب / لان عدد التأكسد للأكسجين في H_2O هو -2 أما فى H_2O_2 فهو -1

٣) عدد التأكسد لأيون Cl^- دائما -1 ؟

السبب / لأن له المقدرة على اكتساب (e^-) واحد حتى يكتمل مستوى الطاقة الخارجي ليصل لحالة الاستقرار الثماني

٤) يتغير لون التفاح بعد تقشيرها ثم تركهما لمدة في الهواء الطب ؟

السبب/ بسبب أكسدة التفاح واتحاده مع O_2 الهواء

٥) عدد تأكسد الشق اللافلزي يكون مسبوق بإشارة سالبة ؟

السبب/ لأن له المقدرة على اكتساب (e^-) سالب الشحنة

تطبيقات صناعية على تفاعلات التأكسد والأختزال

مواد قاصرة تعمل كعوامل مؤكسدة

١) فسر : يعمل غاز الكلور المذاب في الماء على قصر الألوان؟

لان يكون أيون الهيبوكلوريت

٢) أكتب معادلات تكون أيون الهيبوكلوريت؟

$$Cl_{2(g)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow HClO_{(aq)} + HCl_{(aq)}$$

٣) حدد المادة المستخدمة في كل مما يلي:

إزالة البقع عن الأقمشة البيضاء	أكثر أماناً على الملابس الملونة	تبييض عجينة الورق ذات اللون الداكن	قصر ألوان المنسوجات (القطن والبلوليستر) والشعر
$NaHClO$	فوق بورات الصوديوم	$Ca(HClO)_2$	H_2O_2

مواد قاصرة تعمل كعوامل مختزلة

١) عدد المبركبات الكبريتية المستخدمة لقصر الألوان؟

SO_2 / Na_2SO_3 / $NaHSO_3$

٢) اكتب معادلات تكون أيون الكبريتيت من غاز SO_2 ؟

- $SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3$
- $H_2SO_3 \rightarrow H^+ + HSO_3^-$
- $HSO_3^- \rightarrow H^+ + SO_3^{2-}$

٣) عدد تطبيقات استخدام غاز SO_2 ؟

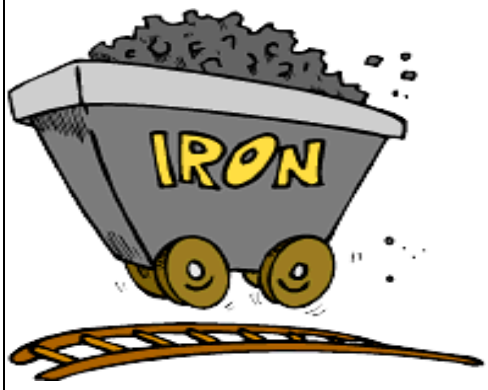
مادة حافظة للعنب والتفاح

الشحوم غير الصالحة للأكل

قصر لون السكر أثناء تكريرة

قصر لون الطحين

استخلاص الفلزات من خاماتها



١) اذكري معادلات استخلاص كل من الحديد والقصدير؟؟

$Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$

$SnO_2 + C \rightarrow Sn + CO_2$

٢) ما هو علم التعدين؟؟؟

علم استخلاص العناصر من خاماتها

معالجة المياه

١) فسر: أ) الكلور سلاح ذو حدين؟

عند أضافة الكلور بكمية قليلة يعمل كعامل مؤكسد قاتل للجراثيم ولكنة مادة سامة إذا زاد تركيزه عند الحد المقرر.

ب) يفضل استخدام غاز الأوزون في تنقية الماء؟

لان الاوزون مادة مؤكسدة قوية تقتل الكائنات الحية الدقيقة وتزيل الألوان والروائح دون أن يكون له اثار سلبية على الصحة

ج) لا يستخدم غاز الأوزون على نطاق واسع في تنقية المياه على الرغم من أنة أكثر أماناً من الكلور؟

لصعوبة تحضيرة في المعامل والمصانع وكذلك لعدم ثباتة ومكلف مادياً.

التصوير الضوئي

خطوات طباعة الصورة من الفيلم الضوئي

١. يسقط الضوء المنعكس عن الجسم المراد تصويره من خلال عدسة الكاميرا إلى لوحة الفيلم (تتكون من لوحة بلاستيكية مطلية بمحلول غروي من بروميد الفضة).

٢. تتأثر حبيبات بروميد الفضة بالضوء، فتتأكسد أيونات البروميد (Br-) وتختزل أيونات الفضة (اكتبي معادلتي الأكسدة والاختزال).

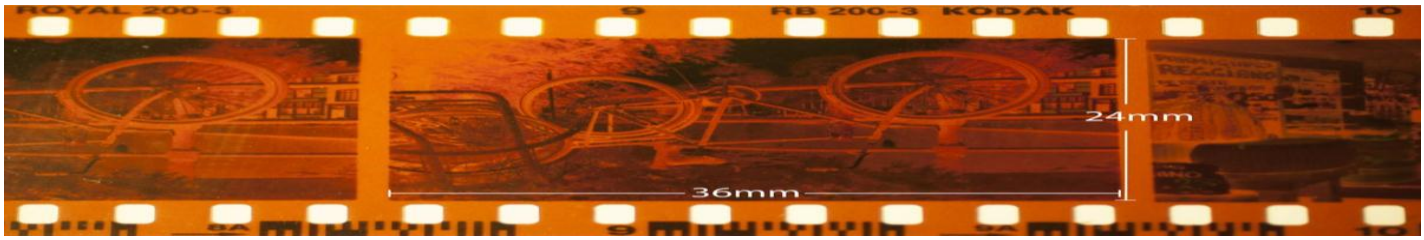
٣. يؤخذ الفيلم إلى مختبر مظلم حيث يتم اختزال أيونات الفضة التي بقيت بصورة أيونية بواسطة عامل مختزل.

٤. يوضع الفيلم بعد ذلك في محلول يذيب بروميد الفضة في المناطق التي لم تتأثر بالضوء أو كانت كثافة المنعكس عنها قليلة.

٥. تتكون الصورة السلبية.

٦. تطبع هذه الصورة السلبية على ورقة فوتوغرافية جديدة.

٧. تطبق عليها نفس الخطوات السابقة فتتكون الصورة الإيجابية.



أسئلة متنوعة على الفصل الاول

السؤال الاول: ضع علامة (✓) فى المربع المقابل للإجابة الصحيحة:-

١) أحد التفاعلات التالية يمثل تفاعل أكسدة وإختزال وهو :

- ❑ $CaO + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + H_2O$
- ❑ $AgNO_3 + HCl \longrightarrow AgCl + HNO_3$
- ❑ $MnO_2 + 4HCl \longrightarrow MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2$
- ❑ $Na_2SO_4 + BaCl_2 \longrightarrow BaSO_4 + 2NaCl$

٢) التفاعل الذى يعتبر تفاعل أكسدة وإختزال من بين التفاعلات التالية هو :

- ❑ $NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O$
- ❑ $CaO + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + H_2O$
- ❑ $Zn + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2$
- ❑ $NaCl + AgNO_3 \longrightarrow NaNO_3 + AgCl$

٣) التفاعلات التالية جميعها تفاعلات أكسدة وإختزال ماعدا واحداً هو :

- ❑ $Cl_2 + 2Na \longrightarrow 2NaCl$
- ❑ $2HCl + Mg \longrightarrow MgCl_2 + H_2$
- ❑ $AgNO_3 + NaCl \longrightarrow AgCl + NaNO_3$
- ❑ $2AgNO_3 + Fe \longrightarrow Fe(NO_3)_2 + 2Ag$

٤) عند إختزال MnO_4^- فى وسط حمضى يتحول الى Mn^{2+} حيث يكتسب كل مول من البرمنجنات :

- ❑ مولاً واحداً من الإلكترونات.
- ❑ ثلاثة مولات من الإلكترونات.
- ❑ خمسة مولات من الإلكترونات.
- ❑ سبعة مولات من الإلكترونات.

٥) عدد التأكسد للكبريت يساوى +٢ فى المركب :

- ❑ H_2S
- ❑ SO_3
- ❑ H_2SO_3
- ❑ $H_2S_2O_3$

٦) المركب الذى عدد تأكسد الكبريت فيه يساوى -٢ هو :

- ❑ H_2S
- ❑ MgS_2O_3
- ❑ Na_2SO_4
- ❑ Na_2SO_3

٧) المركب أو الأيون الذى عدد أكسدة النيتروجين فيه يساوى +٥ هو :

- ❑ NO_2^-
- ❑ NH_2^-
- ❑ NO_3^-
- ❑ NO_2

٨) أحد المركبات التالية يكون عدد التأكسد للكربون فيه يساوى صفراً وهو:

- ❑ CO_2
- ❑ Na_2CO_3
- ❑ C_2H_4
- ❑ $C_6H_{12}O_6$

٩) أحد التغيرات التالية يعتبر مثالاً على عملية التأكسد وهو :

- ❑ $Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow CrO_2^{2-}$
- ❑ $MnO_4^{2-} \longrightarrow MnO_4^-$
- ❑ $Mn_2O_7 \longrightarrow MnO_4^-$
- ❑ $Fe(CN)_6^{3-} \longrightarrow Fe(CN)_6^{4-}$

١٠) عدد التأكسد لليورانيوم فى المركب $UO_2(NO_3)_2$:

❑ -٢ ❑ +٤ ❑ +٢ ❑ +٦

١١)أحد التغيرات التالية يحتاج الى عامل مختزل لإتمامه وهو :

❑ $Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow CrO_4^{2-}$ ❑ $SO_4^{2-} \longrightarrow SO_3^{2-}$

❑ $BF_3 \longrightarrow BF_4^-$ ❑ $Mn^{2+} \longrightarrow MnO_4^-$

١٢) يستخدم غاز الكلور لاستخلاص البروم من ماء البحر طبقاً للتفاعل التالى الذى يحدث فى وسط مائى:

$2Na^+ + 2Br^- + Cl_2 \longrightarrow 2Na^+ + 2Cl^- + Br_2$ والمادة التى تعمل كعامل مؤكسد فى التفاعل السابق:

❑ Na^+ ❑ Br^- ❑ Cl^- ❑ Cl_2

السؤال الثانى: إملأ الفراغات فى الجمل والمعادلات التالية بما يناسبها

١) عدد تأكسد الكروم في الأيون ($Cr_2O_7^{2-}$) يساوي .....

٢) عدد التأكسد للحديد فى المتراكب $K_4Fe(CN)_6$ هو . . . . . .

٣) عدد التأكسد للكبريت فى المركب $Na_2S_2O_3$ يساوى . . . . . .

٤) عدد التأكسد للكربون فى حمض الأكساليك $H_2C_2O_4$ يساوى . . . . .

٥) حسب المعادلة التالية :

$14H^+ + Sn^{2+} + Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow Sn^{4+} + 2Cr^{3+} + 7H_2O$

فإن العامل المؤكسد هو . . . . . .

٦) فى التفاعل التالى : $Zn + Cu^{2+} \longrightarrow Cu + Zn^{2+}$

المادة التى تأكسدت هى . . . . . والمادة التى أختزلت هى . . . . . .

٧) عدد التأكسد للتليريوم Te فى المركب Na_2TeO_4 بساوى . . . . . .

٨) عدد التأكسد للفوسفور في المركب $K_4P_2O_7$ يساوي .....

٩) عدد تأكسد النحاس في الأيون $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ يساوي . . . . . .

١٠) $MnO_2 + ... \longrightarrow MnO_4^- + 2H_2O + 3e^-$

١١) التغير الكيميائي التالي : $SO_4^{2-} \longrightarrow SO_3^{2-}$ يحتاج إتمامه إلي عامل .....

١٢) يلزم لإتمام التفاعل التالي : $2NH_3 \longrightarrow N_2$ وجود عامل .....

السؤال الثالث :في الجدول التالي اختر العبارات أو الشكل من المجموعة (ب) واكتب رقمها أمام ما يناسبها من عبارات المجموعة (أ):

الرقم المناسب	المجموعة (أ)	المجموعة (ب)
٢	- هي عملية يتم فيها فقد المادة للإلكترونات	١) الأكسدة قديما ٢) الأكسدة حديثا ٣) الاختزال قديما ٤) الاختزال حديثا
٤	- هي عملية يتم فيها اكتساب المادة للإلكترونات	
٦	- مادة تستقبل الإلكترونات من مادة أخرى	٥)العامل المختزل ٦) العامل المؤكسد ٧)عدد التأكسد ٨) التكافؤ
٥	- مادة تفقد الإلكترونات لمادة أخرى	
١٢	- شق أيوني مركب عدد تأكسده يساوي (2 -)	٩) Mg^{+2} ١٠) O^{-2} ١١) NH_4^+ ١٢) SO_4^{2-}
١١	- شق أيوني مركب عدد تأكسده يساوي (1 +)	

السؤال الرابع: زن المعادلات التالية:

١) زن المعادلة السابقة فى وسط قلوي مع بيان العامل المؤكسد والعامل المختزل.

$$CrO_4^{2-} + I^- \longrightarrow Cr^{3+} + IO_3^-$$

٢) زن المعادلة السابقة فى وسط قاعدي مع بيان العامل المؤكسد والعامل المختزل.

$$SO_3^{2-} + MnO_4^- \longrightarrow SO_4^{2-} + MnO_4^{2-}$$

٣) زن المعادلة السابقة فى وسط حمضي مع بيان العامل المؤكسد والعامل المختزل.

$$ClO_3^- + S \longrightarrow SO_4^{2-} + Cl^-$$

٤) زن المعادلة السابقة فى وسط حمضى مع بيان العامل المؤكسد والعامل المختزل.

$$SO_2 + Cr_2O_7^{2-} \longrightarrow Cr^{3+} + SO_4^{2-}$$

٥) زن المعادلة السابقة فى وسط حمضى بطريقة مع بيان العامل المؤكسد والعامل المختزل.

$$Fe^{2+} + MnO_4^- \longrightarrow Fe^{3+} + Mn^{2+}$$

٦) زن المعادلة السابقة فى وسط حمضى مع بيان العامل المؤكسد والعامل المختزل.

$$H_2O_2 + MnO_4^- \longrightarrow Mn^{2+} + O_2$$

٧) زن المعادلة السابقة فى وسط قاعدي مع بيان العامل المؤكسد والعامل المختزل:

$$IO_3^- + NO_2^- \longrightarrow I_2 + NO_3^-$$

٨) زن المعادلة السابقة فى وسط حمضى. مع بيان العامل المؤكسد والعامل المختزل.

$$Cr_2O_7^{2-} + Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + Cr^{3+}$$

٩) زن المعادلة السابقة فى وسط حمضى بطريقة مع بيان العامل المؤكسد والعامل المختزل.

$$C_2H_2 + MnO_4^- \longrightarrow CO_2 + Mn^{2+}$$

١٠) زن المعادلة السابقة فى وسط حمضى.مع بيان العامل المؤكسد والعامل المختزل.

$$Cr_2O_7^{2-} + H_2S \longrightarrow Cr^{3+} + S$$

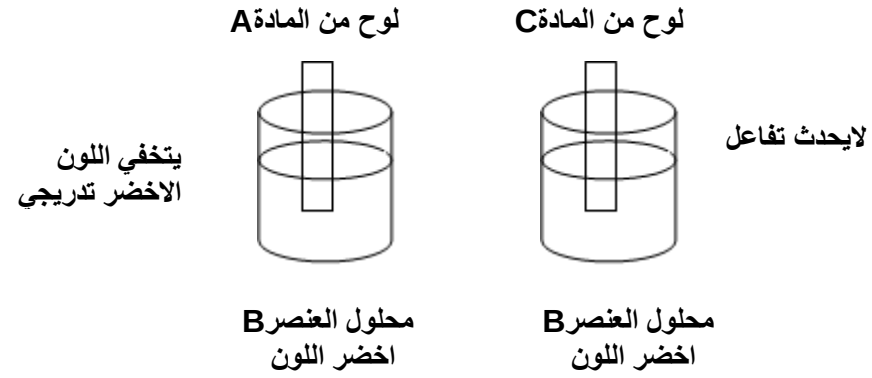
١١)زن المعادلة السابقة فى وسط حمضى. مع بيان العامل المؤكسد والعامل المختزل.

$$CuS + NO_3^- \longrightarrow Cu^{2+} + S + NO$$

١٢)زن المعادلة السابقة فى وسط حمضى. مع بيان العامل المؤكسد والعامل المختزل

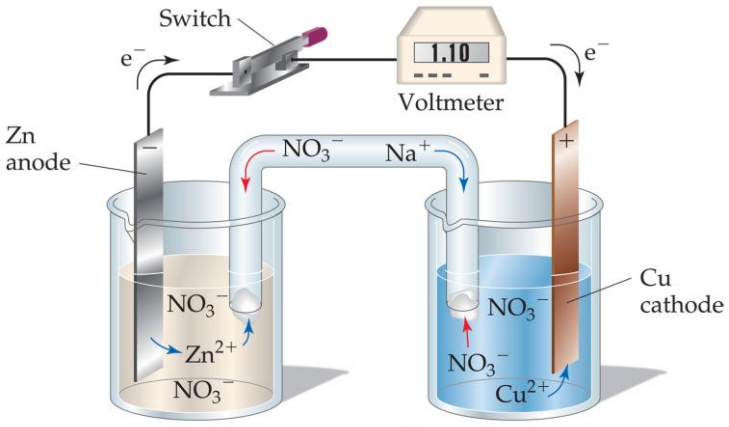
$$Cr_2O_7^{2-} + NO_2^- \longrightarrow Cr^{3+} + NO_3^-$$

السؤال الخامس:من الشكل المقابل يمكن ترتيب كاتيونات العناصر الفلزيه حسب قوتها كعوامل مؤكسده؟



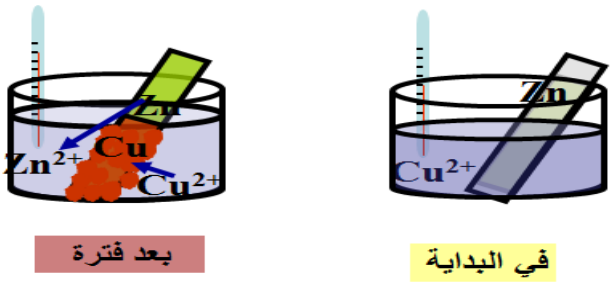
الفصل الثاني

الخلايا الكهروكيميائية



الخلايا الكهروكيميائية

علل: عند وضع لوح من الخارصين في محلول كبريتات النحاس (II) فترة مناسبة يترسب طبقة بنية حمراء على اللوح وتقل شدة لون المحلول الأزرق .



$Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$ تحدث عملية أكسدة للخارصين وينتج كاتيونات الخارصين (عديمة اللون)

$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$ بينما تحدث عملية اختزال لكاتيونات النحاس (II) ذات اللون الأزرق فتقل شدة اللون الأزرق ويترسب طبقة من النحاس (بنية حمراء)

أولا : الخلايا الجلفانية

الخلية الجلفانية

جهاز يولد تيار كهربي نتيجة حدوث تفاعل كيميائي	المصعد : المسرى الذي تخرج منه الإلكترونات ويتم عند سطحه الأكسدة	المهبط : المسرى الذي تدخل منه الإلكترونات ويتم عند سطحه الاختزال	وسيلة للحصول على تفاعل كيميائي نتيجة حدوث انتقال الإلكترونات من ذرة إلى أخرى.

أ) فائدة الخلية الجلفانية :

١- مقارنة قوة الأكسدة والاختزال

٢- موازنة معادلات الأكسدة والاختزال

*جهد القطب : مقياس لقابلية مادة المصعد للتأكسد وقابلية مادة المهبط للاختزال عند الظروف المعيارية

*فرق الجهد : مجموع ما يقيس مادة المصعد للتأكسد ومادة المهبط للاختزال

*فرق جهد الخلية : مقياس لقدرة الخلية على القيام بجهد كهربي في الظروف القياسية

ملاحظة :

١- الظروف القياسية (المعيارية): تركيز المادة ١ مولارتي للسوائل ، ١ ضغط جوي للغازات عند ٢٥ سليزي

٢- كلما زاد التركيز زاد ميل المصعد لفقدان الالكترونات زاد ميل المهبط لكسب الالكترونات زاد فرق الجهد (العكس بالعكس)

٣- الخلية من قطبين مختلفين فالأعلى جهدا (اختزال) وا لأقل جهدا (أكسدة)

٤- فرق جهد الخلية = (+) إذن التفاعل تلقائي ، فرق جهد الخلية =(-) إذن التفاعل غير تلقائي ويحتاج لتيار خارجي

٥- قطب الهيدروجين له جهد قياسي = صفر

٦- لحساب فرق الجهد يتم حسب القانون التالي :

فرق الجهد القياسي لخلية جلفانية = جهد الاختزال القياسي للمهبط – جهد الاختزال القياسي للمصعد

$$\triangle E^{o}_{cell} = E^{o}_{\text{المهبط}} - E^{o}_{\text{المصعد}}$$

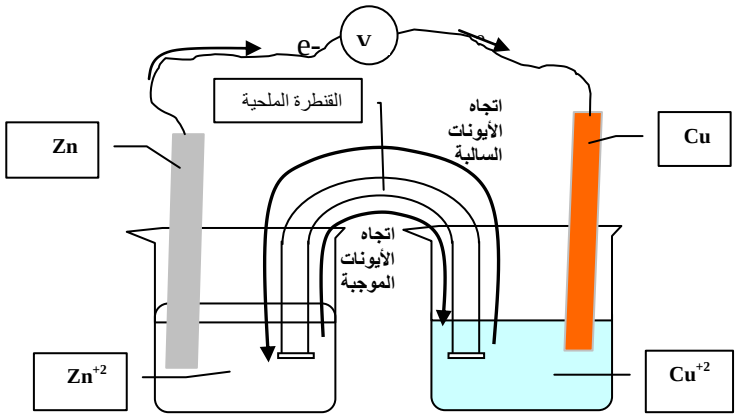
ب) العوامل المؤثرة على فرق الجهد

١- نوع مادة قطبي الخلية :
(خارصين / نحاس فرق الجهد القياسي = ١,١ فولت)
(نحاس / فضة فرق الجهد القياسي = ٠,٤٦فولت)
٢- تركيز المحاليل زيادة

مكونات الخلية الجلفانية

- وعاءان منفصلان، يتكون كل منهما من قطب فلزي ومحلول كتروليتي.
- فولتميتر لقياس فرق جهد الخلية الكهربائي
- أسلاك كهربائية لاستكمال الدائرة الخارجية
- قنطرة ملحية
  - وهي عبارة عن أنبوب على شكل حرف U يحتوي على محلول مشبع لأحد الأملاح. ويعمل على إكمال الدارة الكهربائية عن طريق انتقال الأيونات في المحاليل، ولكن دون اختلاطها. كما أنها تعمل على موازنة الشحنة الكهربائية في التوازن الكهربائي في كل من نصفي الخلية.

مثال (١)



التفاعلات الحادثة في الخلية:

نصف تفاعل التأكسد/ المصعد (-)
$Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + 2e^-$

نصف تفاعل الاختزال/ المهبط (+)
$Cu^{+2}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Cu_{(s)}$

التفاعل الكلي
$Zn_{(s)} + Cu^{+2}_{(aq)} \rightarrow Cu_{(s)} + Zn^{+2}_{(aq)}$

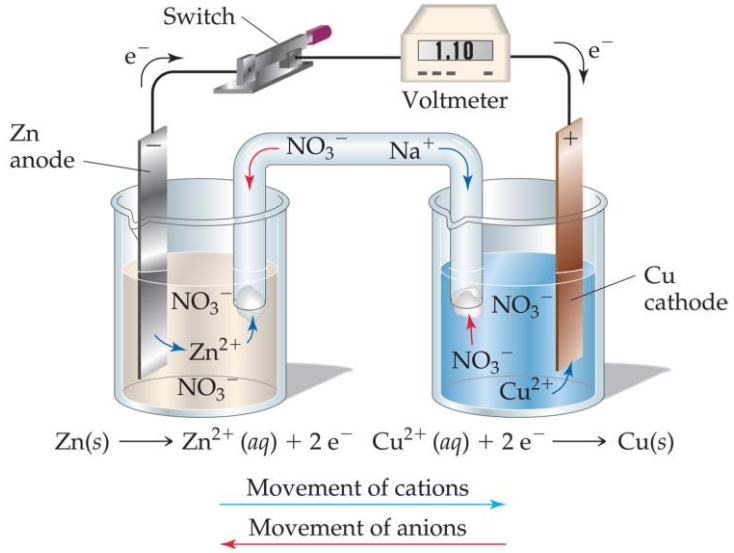
المشاهدة	الاستنتاج
اتجاه مؤشر الأميتر نحو.....	تولد تيار كهربي (إلكترونات) عند المصعد وتتجه نحو المهبط (قوة اختزال النحاس > قوة اختزال الخارصين)
تآكل قضيب	تفقد كل ذرة خارصين إلكترونين (تأكسد فلز الخارصين) وتتحول إلى أيونات تذوب في الكأس (تزداد الأيونات)
..... حجم قضيب النحاس	(تستقبل) يكتسب كل أيون نحاس إلكترونين فتختزل أيوناته وتتحول إلى ذرات تترسب على قضيب النحاس (تقل الأيونات)

الاستنتاج الأخير : هناك تيار كهربي تولد نتيجة حدوث تفاعل كيميائي (من حركة المؤشر)

(الرمز الاصطلاحي)

المهبط (+) الكاثود — حركة الإلكترونات — المصعد (-) الأنود

القطب / إلكتروليت // إلكتروليت / القطب



هناك نوعان من التوصيل الكهربائي في هذه الخلايا:
١- توصيل خارجي معدني : بالإلكترونات
٢- توصيل داخلي إلكتروليتي: بالأيونات

علل: لايمكن استخدام قطب صوديوم عند بناء خلية جلفانية مع محلول من دايكرومات الصوديوم وكيف يمكن حل المشكلة.
لان قطب الصوديوم يتفاعل مع محلول دايكرومات الصوديوم بسبب النشاط الكيميائي للصوديوم لذلك يستخدم اقطاب خاملة عوضاً عن أقطاب الصوديوم.

مثال (١)

خلية جلفانية تعتمد على التفاعل الآتي:

$$Cd_{(s)} + Pb^{+2}_{(aq)} \rightarrow Cd^{+2}_{(aq)} + Pb_{(s)}$$

١. اكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال.
٢. حدد اتجاه حركة الإلكترونات عبر الدائرة الخارجية.
٣. حدد اتجاه حركة الأيونات السالبة والموجبة عبر القنطرة الملحية.
٤. ماذا تتوقع أن يحدث لكتلة كل من قطبي Cd و Pd .

الاجابة:

١. $Cd \rightarrow Cd^{+2} + 2e$ تأكسد (-) مصعد
$Pd^{+2} + 2e \rightarrow Pd$ اختزال (+) مهبط
٢. تتحرك الإلكترونات من Cd إلى Pd
٣. تتحرك الأيونات السالبة في القنطرة الملحية من قطب الرصاص Pb إلى قطب Cd
أما الأيونات الموجبة فإنها تتحرك من قطب الكادميوم Cd إلى قطب الرصاص Pd
٤. كتلة ال Cd ستنقص لأنها ستختزل أما الرصاص فستزداد لأنه سيتكون راسب النحاس البني

جهد الخلية الجلفانية

يعتمد جهد الخلية علي جهد التأكسد للقطب (E تأكسد) [ميل نصف تفاعل التأكسد]، وعلى جهد الاختزال للقطب (E الاختزال) [ميل نصف تفاعل الاختزال] على أساس العلاقة التالية:

$$E^{\circ}_{\text{للخلية}} = E^{\circ}_{\text{الاختزال(المهبط)}} + E^{\circ}_{\text{التأكسد(المصعد)}}$$

وبما أن ميل نصف تفاعل الاختزال للحدوث في قطب معين هو عكس ميل نصف التأكسد للحدوث للقطب نفسه ... فإن:

$$E^{\circ}_{\text{الاختزال(المهبط)}} = - E^{\circ}_{\text{التأكسد(المصعد)}}$$

وبهذا يمكن تمثيل جهد الخلية على النحو التالي:

$$E^{\circ}_{\text{للخلية}} = E^{\circ}_{\text{الاختزال(المهبط)}} - E^{\circ}_{\text{الاختزال(المصعد)}}$$

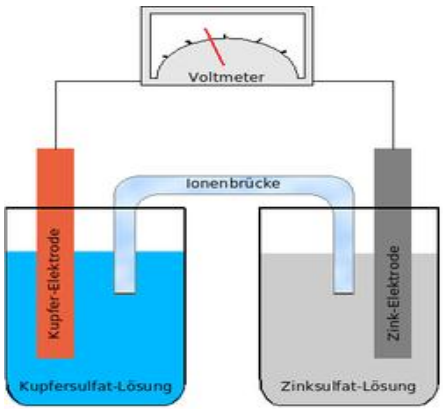
مثال (١)

- خلية جلفانية تتكون من نصفين أحدهما يحتوى على قطب نيكل مغمور في محلول نترات نيكل $Ni(NO_3)_2$ ويتكون الآخر من قطب نحاس مغمور في محلول نترات نحاس II $Cu(NO_3)_2$ بحيث يكون تركيز محلول كل منهما 1 مول / لتر وعند $25\ ^{O}C$ فإذا علمت أن جهد الاختزال القياسي لكل من للنيكل والنحاس على الترتيب

(+0.34V ، -0.23V)

. أجب عما يلي :

١ – ارسم شكلاً تخطيطياً للخلية مبيناً كلا من الأنود و الكاثود واتجاه سريان الإلكترونات ؟



٢ – أكتب التفاعل الحادث عند كل من نصفى الخلية ؟

عند الأنود ..... $Ni \longrightarrow Ni^{+2} + 2e^{-}$

عند الكاثود ..... $Cu^{+2} + 2e^{-} \longrightarrow Cu$

٣ – أحسب القوة المحركة للخلية ؟

$$E_{cell} = E_{ca} - E_{An}$$

$$E_{cell} = 0.34 - (-0.23) = 0.57\ V$$

تمرين(١)

- ارسم خلية جلفانية مكونة من (نيكل / فضة) مع كتابة البيانات وتوضيح :

١- المصعد وماذا يحدث عنده
٢- المهبط وماذا يحدث عنده
٣- اتجاه المؤشر
٤- نصفي التفاعل
٥- أكتب الرمز الاصطلاحي للخلية.
٦- حساب فرق الجهد ٠ E^0_{Ni} =- 0.25 فولت E^0_{Ag} = + 0.80 فولت

تمرين (٢) : ارسم خلية جلفانية مكونة من (حديد / نيكل) مع كتابة البيانات وتوضيح :

١- المصعد وماذا يحدث عنده
٢- المهبط وماذا يحدث عنده
٣- اتجاه المؤشر
٤- نصفي التفاعل
٥- أكتبي الرمز الاصطلاحي للخلية.
٦- حساب فرق الجهد ٠

E^0_{Ni}= -0.25V E^0_{Fe} =- 0.44V

$Ni^{2+} + Fe \longrightarrow Ni + Fe^{2+}$

تمرين(٣)

خلية جلفانية رمزها الاصطلاحي: $Fe / Fe^{2+} (1M) // Co^{2+} (1M) / Co$

فإذا علمت أن جهد الاختزال القياسي للحديد (Fe^{2+} / Fe) = - 0.409 فولت وجهد الاختزال القياسي للكوبالت (Co^{2+} / Co) = - 0.28 فولت .

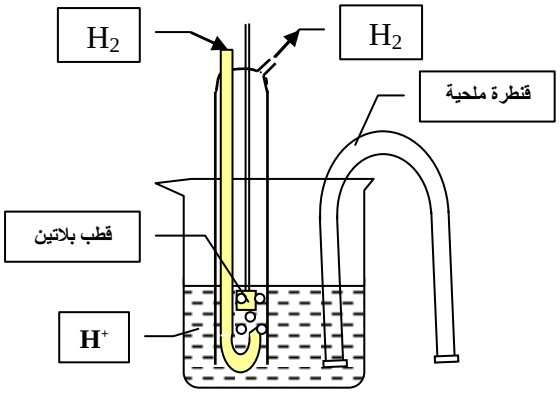
المطلـوب:

١) حدد كلاً الأنود و الكاثود واتجاه سريان الإلكترونات في الدائرة الخارجية .
٢) اكتب التفاعل الكلي للخلية .
٣) احسب القوة المحركة الكهربائية للخلية .

الجواب (١)	الجواب (٢)	الجواب (٣)

قطب الهيدروجين المعياري

تم التفكير في تحديد قطب مرجعّي لايجاد وسيلة لقياس جهد قطب منفرد، ولاستخدامه مع أي قطب آخر في خلية غلفانية وحساب جهود الأقطاب الأخرى.
وقد تم استخدام قطب الهيدروجين المعياري لحساب جهود الأقطاب المعيارية لمختلف المواد. حيث تم اعتبار أن :



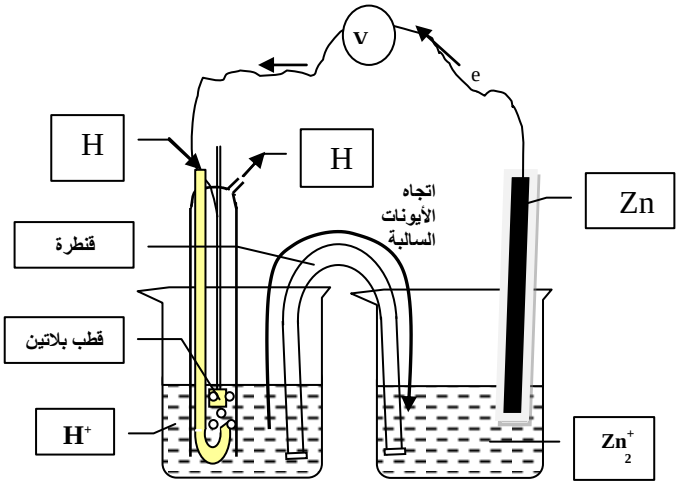
$2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightarrow H_{2(g)}$ $\quad E^\circ_{\text{اختزال}} = \text{صفر}$

$H_{2(g)} \rightarrow 2H^+_{(aq)} + 2e^-$ $\quad E^\circ_{\text{تأكسد}} = \text{صفر}$

وبهذا أمكننا حساب جهود اختزال أو تأكسد المواد الأخرى

مثال (١)

يمثل الشكل المجاور خلية غلفانية قطباها من الخارصين والهيدروجين. ومن خلال دراسة التفاعل نلاحظ:



- انتقال الإلكترونات من قطب الخارصين إلى قطب الهيدروجين .. يعني أن التأكسد حدث عند قطب الخارصين والاختزال تم عند قطب الهيدروجين

$2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightarrow H_{2(g)}$ $\quad E^\circ_{\text{اختزال}} = \text{zero}$

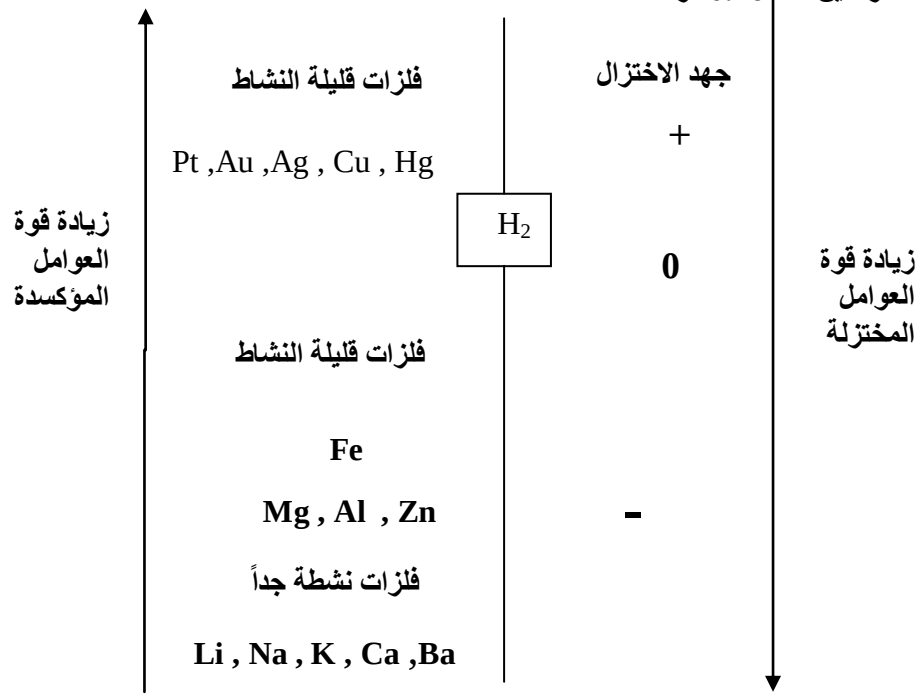
$Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + 2e^-$ $\quad E^\circ_{\text{تأكسد}} = ؟$

اذن .. التفاعل الكلي

$2H^+_{(aq)} + Zn_{(s)} \rightarrow H_{2(g)} + Zn^{+2}_{(aq)}$

$E^\circ_{\text{للخلية}} = +0.76$ فولت

اذن ... جهد تأكسد الخارصين = -0.76 فولت



تمرين(٢)

رتب الأيونات التالية تنازلياً حسب قوتها كعامل مؤكسدة :

الأيون	Ag^{+}	Mg^{+2}	Cu^{2+}	Pb^{+2}
جهد الاختزال(V)	+0.80	-2.37	+0.34	-0.13

الترتيب :(الأقوى): Ag^{+} ثم Cu^{2+} ثم Pb^{+2} ثم Mg^{+2}

تمرين(٣)

يحتوي الجدول التالي على نتائج مجموعة من التجارب والمطلوب :

تكون راسب	$Cu^{2+} + Zn$
لا تفاعل	$2Ag + Cu^{2+}$
تكون راسب	$Zn^{2+} + Mn$
تكون راسب	$Fe^{2+} + Zn$
لا تفاعل	$Cu + H_2SO_4$

١- أي الفلزات الأقوى كعامل مختزل ؟

٢- اخترفلزين يمكن استخدامهما لعمل خلية فولتية لها أكبر جهد كهربائي .

٣- أي الفلزات يستخدم لمنع تآكل أنابيب الفولاذ بطريقة الجلفنة؟

١- إذا علمت أن جهد اختزال Cu^{2+} يساوي 0.34 V فما قيمة جهد الخلية المكونة من قطبي نحاس وهيدروجين قياسيين ؟

الإجابات : ١- Mn ٢- Ag و Mn ٣- Zn ٤- ٠.٣٤ فولت

تمرين(٤)

الجدول التالي يمثل قيم جهود الإختزال المعيارية(E°) لعدد من الفلزات :

الفلز	Fe	Mg	Ag	Cu
جهد الإختزال (فولت)	- ٠,٤٤	- ٠,٣٧	+ ٠,٨	+ ٠,٣٤

١ – أي الفلزات السابقة يعتبر الأقوى كعامل مختزل

٢ – أي منها لا يذوب في محلول HCl ؟

٣ – سم الفلزين اللذين يكونان خلية غلفانية بأكبر فولتية .

الاجابة:

١. Fe لأنه أكبر جهد تأكسد
٢. النحاس والفضة
٣. أعلى تأكسد Fe وأعلى اختزال Ag^{+}

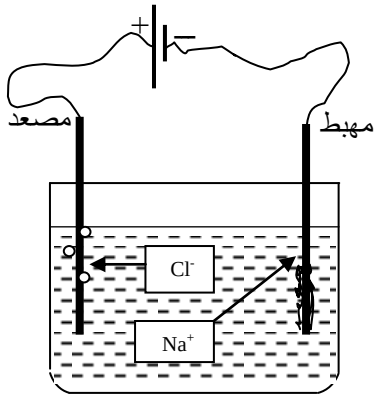
ثانيا :التحليل الكهربي

التحليل الكهربائي هي تفاعل التأكسد والاختزال الذي يحدث بتأثير إمرار التيار الكهربائي في محاليل أو مصاهير المواد الأيونية.

مكونات الخلية الكهروكيميائية:

- **وعاء التحليل: يوضع فيه المحلول أو المصهور للمادة الأيونية.**
- **قطب سالب: قطب جرافيت موصول بالقطب السالب للبطارية ويحدث عليه تفاعل الاختزال (المهبط).**
- **قطب موجب: قطب جرافيت موصول بالقطب الموجب للبطارية ويحدث عليه تفاعل التأكسد (المصعد).**

ماذا يحدث عند إمرار تيار كهربائي في مصهور كلوريد الصوديوم NaCl ؟



مهبط (-) الاختزال(E° = -٢,٧١ فولت) $2Na^+_{(l)} + 2e^- \rightarrow Na_{(s)}$

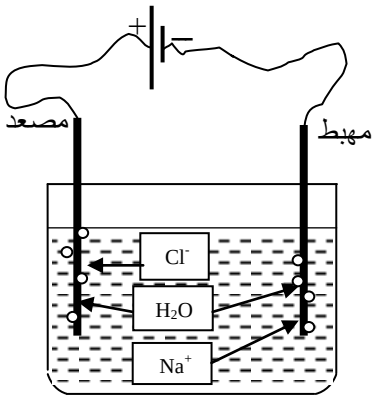
مصعد (+) التأكسد(E° = -١,٣٦ فولت) $2Cl^-_{(l)} \rightarrow Cl_{2(g)} + 2e^-$

التفاعل الكلي(E° = -٤,٠٧ فولت) $2Na^+_{(l)} + 2Cl^-_{(l)} \rightarrow Cl_{2(g)} + Na_{(s)}$

وتدل الإشارة السالبة على أن التفاعل غير تلقائي ويحتاج لطاقة البطارية لكي يحدث

هل تختلف نواتج التحليل الكهربائي لو استخدمنا محلول كلوريد الصوديوم وليس مصهوره ؟؟

استخدام محلول كلوريد الصوديوم بدلا من مصهوره يعني وجود جزيئات الماء وتنافسها على من سيتأكسد أو يختزل .. وستكون التفاعلات كالتالي:



مهبط (-) الاختزال

(E° = -٢,٧١ فولت) $Na^+_{(l)} + e^- \rightarrow Na_{(s)}$

(E° = -٠,٨٣ فولت) $2H_2O_{(l)} + 2e^- \rightarrow H_{2(g)} + 2OH^-_{(aq)}$

مصعد (+) التأكسد

(E° = -١,٣٦ فولت) $2Cl^-_{(l)} \rightarrow Cl_{2(g)} + 2e^-$

(E° = -١,٢٣ فولت) $2H_2O_{(l)} + 2e^- \rightarrow O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^-$

والآن حتى نتوصل للنواتج يجب مقارنة جهود الاختزال والتأكسد المواد ونحدد أي منها سيحدث

وعند مقارنة جهد اختزال الصوديوم والماء لوجدنا أن جهد اختزال الماء هو الأكبر .. إذن لن يختزل الصوديوم وسيبقى على شكل أيونات موجبة في الماء وسيتم اختزال جزيئات الماء وتكوّن غاز الهيدروجين عند المهبط وعند مقارنة جهد تأكسد الكلور بجهد تأكسد الماء لوجدنا أن جهد تأكسد الماء هو الأكبر .. أي أن المتوقع تصاعد غاز الأكسجين عند المصعد .. ولكن عمليا وجد أن الكلور هو من يتأكسد .. وهذه حالة شاذه فلنحفظها

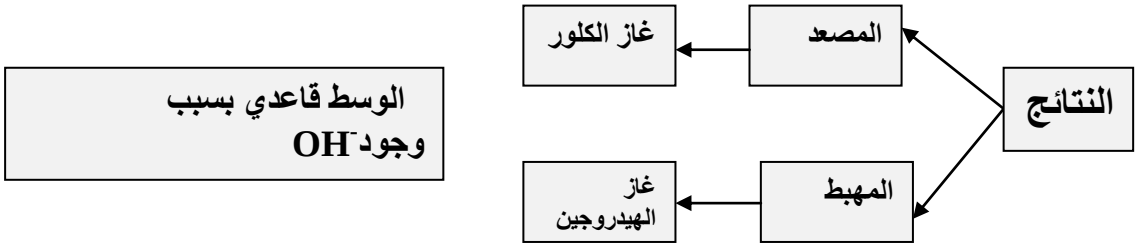
فتكون معادلات التأكسد والاختزال التي تحدث هي :

مهبط (-) الاختزال (E° = -٠,٨٣ فولت) $2H_2O_{(l)} + 2e^- \rightarrow H_{2(g)} + 2OH^-_{(aq)}$

مصعد (+) التأكسد(E° = -١,٣٦ فولت) $2Cl^-_{(l)} \rightarrow Cl_{2(g)} + 2e^-$

التفاعل الكلي (E° = -٢,١٩ فولت) $2H_2O_{(l)} + 2Cl^-_{(l)} \rightarrow H_{2(g)} + 2OH^-_{(aq)} + Cl_{2(g)}$

ولأن جهد الخلية بالسالب يعني أن التفاعل غير تلقائي وسيلزمه طاقة كهربائية ليحدث وسيتصاعد غاز الهيدروجين من الماء عند المهبط وغاز الكلور من الملح عند المصعد .. ويتبقى محلول هيدروكسيد الصوديوم في وعاء التحليل.



جدول مقارنة بين الخلايا الجلفانية والخلايا التحليلية

خلية التحليل الكهربي	الخلية الجلفانية
تحويل الطاقة الكهربية إلى طاقة كيميائية	تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربية
يحتاج التفاعل إلى تيار خارجي ليحدث	يتم التفاعل تلقائيا
المصعد (+) والمهبط (-)	المصعد (-) والمهبط (+)
الأقطاب فيها خاملة غالباً	الأقطاب فيها نشطة دائماً

تمرين(١)

ماالفرق بين التحليل الكهربائي للمحاليل الإلكتروليتية المائية ..... من التحليل الكهربائي للمصاهير الإلكتروليتية ؟

.....
.....
.....

مثال
(٢)

التحليل الكهربائي لمحلول CuSO4:

هنا قد يحدث أحد التفاعلين التاليين عند الأنود:

$$2\,SO_4^{2-}{}_{(aq)} \rightarrow S_2O_8^{2-}{}_{(aq)} + 2\,e^-$$

$$2\,H_2O_{(l)} \rightarrow O_{2\,(g)} + 4\,H^+_{(aq)} + 4\,e^-$$

و أحد التفاعلين التاليين عند الكاتود:

$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Cu_{(s)}$$

$$2\,H_2O_{(l)} + 2\,e^- \rightarrow H_{2\,(g)} + 2\,OH^-_{(aq)}$$

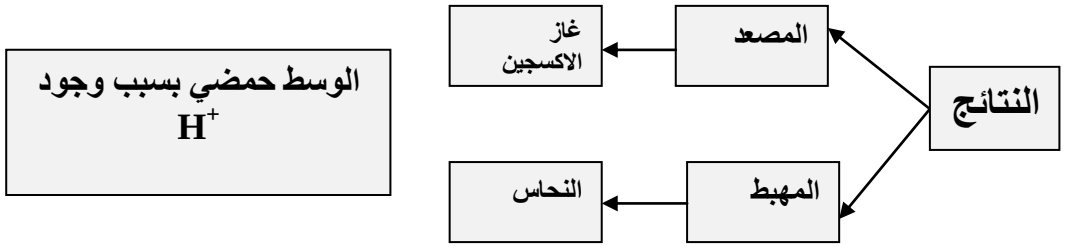
وهنا تبين التجارب أن التفاعلين الذين يحدثان عند القطبين هما:

$$2\,Cu^{2+}_{(aq)} + 4\,e^- \rightarrow 2\,Cu_{(s)}$$

$$2\,H_2O_{(l)} \rightarrow O_{2\,(g)} + 4\,H^+_{(aq)} + 4\,e^-$$

التفاعل الكلي هو

$$2\,H_2O_{(l)} + 2\,Cu^{2+}_{(aq)} \rightarrow O_{2\,(g)} + 4\,H^+_{(aq)} + 2\,Cu_{(s)}$$



التحليل الكهربائي لمحلول يوديد البوتاسيوم (KI) باستخدام قطبين من الجرافيت أو البلاتين:

يحتوي المحلول على أنيونات اليوديد (I^-) ، وكاتيونات البوتاسيوم (K^+) بالإضافة إلى الماء. وعند مرور التيار الكهربائي المستمر في المحلول تتجه الأيونات نحو الأقطاب المخالفة لها في الشحنة ، حيث يحدث ما يلي :

أ - عند الأنود :.....

ب - عند الكاثود.....

محصلة التحليل الكهربائي للمحلول المائي ليوديد البوتاسيوم باستخدام قطبين من الجرافيت أو البلاتين هي :

$$2\,H_2O + 2\,K^+ + 2\,I^- \longrightarrow \ldots\ldots + \ldots\ldots + 2\ldots\ldots$$

النتيجة النهائية:

أ) تكون ..... حول الأنود وانتشاره في المحلول .

ب) تصاعد غاز ..... عند الكاثود .

ج) ماهو وسط المحلول وماهو تأثيره على ورق تباع الشمس ؟

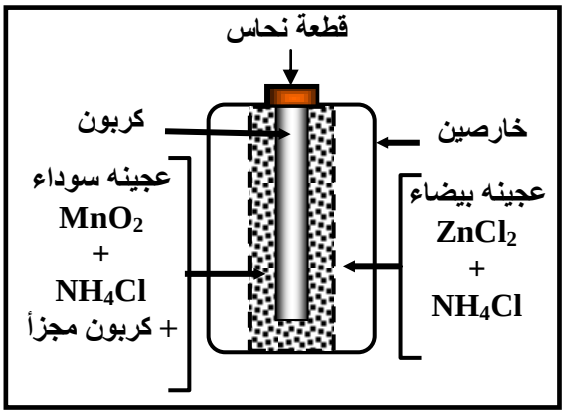
.....

اكمل الفراغات فى الجدول بما يناسبها :-

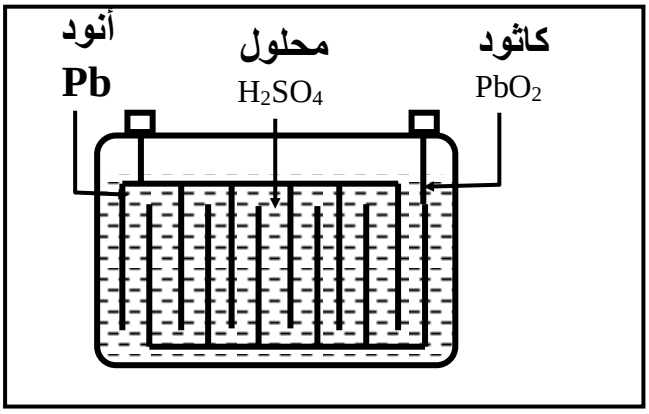
	التحليل الكهربائى لمحلول كلوريد النيكل NiCl فى الماء (أقطاب بلاتين)	التحليل الكهربائى لمحلول كبريتات صوديوم Na_2SO_4 فى الماء (أقطاب جرافيت)
الأنواع عند الأنود		
الأنواع عند الكاثود		
التفاعل عند الأنود		
التفاعل عند الكاثود		
النتيجة النهائية	١- ٢- ٣-	١- ٢- ٣-

	التحليل الكهربائى لمحلول كبريتات نحاس II $CuSO_4$ فى الماء (أقطاب بلاتين)	التحليل الكهربائى لمحلول كبريتات نحاس II $CuSO_4$ فى الماء (أقطاب نحاس)
الأنواع عند الأنود		
الأنواع عند الكاثود		
التفاعل عند الأنود		
التفاعل عند الكاثود		
النتيجة النهائية	١- ٢- ٣-	١- ٢- ٣-

[١] الخلية الجافة



[٢] الخلايا الثانوية(بطارية نيكل – كادميومالقلوية)(بطارية الرصاص)



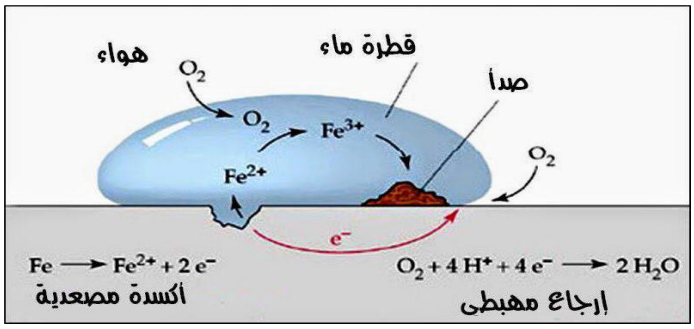
التطبيقات العملية والتقانية على الخلاياالكهروكيميائية

وجه المقارنة	خلايا الأولية	المركم الرصاصى
إمكانية إعادة الشحن		
معادلة التفاعل عند الأنود		
مميزاتها		
سلبياتها		

٦-خلية أولية وخلية الوقود من الخلايا الجلفانية العملية قارن بينهما كما بالجدول التالي :

وجه المقارنة	خلايا الأولية	خلية الوقود
المادة التي تتأكسد		
المادة التي تختزل		
نواتج التفاعل الكلي		
مميزاتها		
سلبياتها		

صدأ الحديد



١) يتأكسد سطح الحديد المعرض للرطوبة
$Fe_{(s)} \longrightarrow Fe^{2+} + 2e^-$
٢) تنتقل الالكترونات الناتجة من تأكسد الحديد إلى الاكسجين المذاب في الماء عبر سطح الحديد
$1/2O_2 + H_2O + 2e^- \longrightarrow 2OH^-$
٣) تتحد ايونات الحديد Fe^{2+} مع ايونات OH^- مكونه طبقة هشة قليلة الذوبان في الماء من $Fe(OH)_2$
٤) يتأكسد $Fe(OH)_2$ إلى $Fe(OH)_3$ الصلب ذي اللون البني المصفر بوجود الماء والاكسجين
$2Fe(OH)_2 + 1/2O_2 + H_2O \longrightarrow 2Fe(OH)_3$
٥) يتكون الصدأ $Fe_2O_3.XH_2O$ ذو اللون البني المحمر بنزع بعض الماء من هيدروكسيد الثلاثي.

تقانات منع التآكل

١- تقانات الحماية بالتغطية (الطلاء)

أ) استخدام الدهان بحيث يبقى دائماً بلا خدوش
ب) استخدام مصهور فلز اكثر نشاطا من الحديد (خارصين)

٢- تقانات الحماية المهبطية (الكاثودية)

استخدامه لحماية الخزانات وانابيب النفط المدفونة والسفن والقوارب
- توصيلها بكتل من الخارصين او الماغنيسيوم
- يعمل الحديد كمهبط (اكثر جهد اختزال) ويتاكسد المعدن الموصل بدلاً من الحديد
- توصيلها بالطرف السالب من بطارية مستمرة (يجبره على أن يكون مهبطاً ولا يتأكسد

علل لما يلي تعليلا علميا صحيحا :

١) تتكون طبقة بنية أسفنجية على سطح صفيحة الخارصين عند غمسها في محلول من كبريتات النحاس الثنائية.
(لأن جهد اختزال النحاس أعلى من جهد اختزال الخارصين فتختزل كاتيونات النحاس إلى ذرات تترسب على الخارصين بينما ذرات الخارصين تتأكسد وتتآكل)

٢) لا يوجد الصوديوم والبوتاسيوم على حالة عنصرية منفردا في الطبيعة.
(لأن هذه العناصر نشطة كيميائيا وتسبق الهيدروجين في السلسلة وجهود اختزالها منخفضة فتتأكسد بسهولة مكونة مركبات)

٣) يمكن للذهب أن يوجد بحالة عنصرية في الطبيعة.
(لأن هذه العناصرغير نشطة كيميائيا وتلي الهيدروجين في السلسلة وجهود اختزالهامرتفعةفلا تتأكسد بسهولة لتكوين مركبات)

٤) لا يصح حفظ محلول كبريتات النحاس المستخدم كمبيد حشري في أواني من الحديد
(لأن جهد اختزال الحديد أقل من جهد اختزال النحاس فتتأكسد ذرات الحديد وتتآكل فلا يمكن حفظ المحلول فيها)

٥) يمكن حفظ محلول كبريتات الحديد في أوعية من النحاس
(لأن جهد اختزال النحاسد أعلى من جهد اختزا ل الحديد فلا تتأكسد ذرات النحاس ولا تتآكل و يمكن حفظ المحلول فيها)

٦) يصدأ الحديد عند تركه معرضا للهواء الرطب
(لأن جهد اختزال الحديد أقل من جهد اختزال الهيدروجين فتتأكسد ذرات الحديد بسهولة وتحل كاتيوناته محل كاتيونات الهيدروجين في مركباته)

٧) يحفظ الصوديوم تحت الكيروسين ولا يترك معرضا للهواء
(لأنه عنصر نشط كيميائيا له جهد اختزال منخفض فيتأكسد بسهولة في الهواء فلا بد من حفظه في مواد عازلة مثل الكيروسين)

٨) يعتبر الليثيوم من العوامل المختزلة القوية بينما الفلور من العوامل المؤكسدة القوية
(لأنه عنصر نشط كيميائيا له جهد اختزال منخفض فيتأكسد بسهولةويسلك سلوك العامل المختزل
أما الفلور فيلي الهيدروجين في السلسلة وجهد اختزاله مرتفع فتختزل ذراته بسهولة فهو عامل مؤكسد

٩) بعض التفاعلات تحدث بشكل تلقائي وبعضها يحدث بشكل غير تلقائي
(لأن التفاعلات التي جهد تفاعلها له قيمة موجبة فهي تفاعلات تلقائية
و التفاعلات التي جهد تفاعلها له قيمة سالبة فهي تفاعلات غير تلقائية)

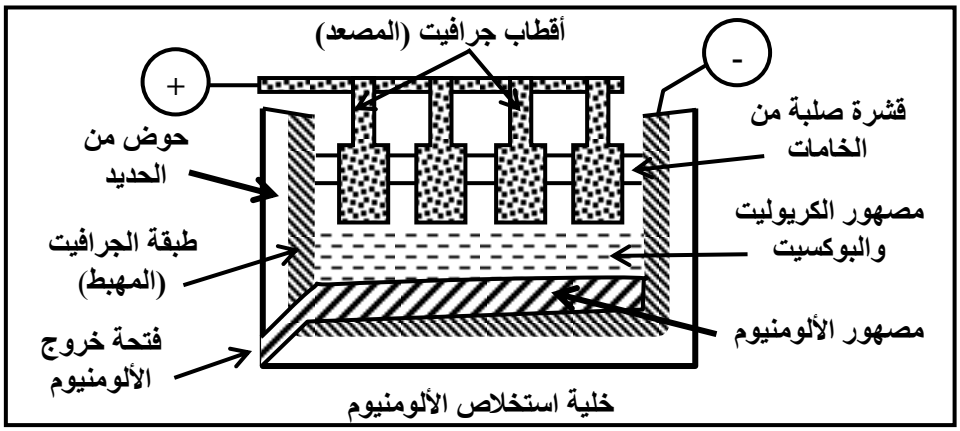
١٠) تستخدم معادن الفضة والذهب والبلاتين في صناعة الحلي
(لأن هذه العناصر تلي الهيدروجين في السلسلة فهي أقل منه نشاطا وتصعب أكسدتها ولا تحل محل الهيدروجين في الماء أو الأحماض)

(١) تكنلوجيا التحليل الكهربائي

١)التحليل الكهربائي لمصهور أكسيد الألمنيوم (Al_2O_3) باستخدام قطبين من الجرافيت (الكربون)
(طريقة " هول - هيرولت ") الحصول على الألمنيوم.

استخلاص الألومنيوم من البوكسيت (Al_2O_3)

- **بإضافة خليط من الكريولايت (Na_3AlF_6) لخفض درجة انصهاره من ٢٠٧٢ °م إلى ١٠٠٠**
- **مصهور يتميز بانخفاض درجة انصهاره وانخفاض كثافته.**
- **انخفاض كثافة المصهور يسهل فصل الألومنيوم المنصهر.**



$$Al_2O_3 \xrightarrow{\text{تأين}} 2Al^{3+} + 3O^{2-}$$

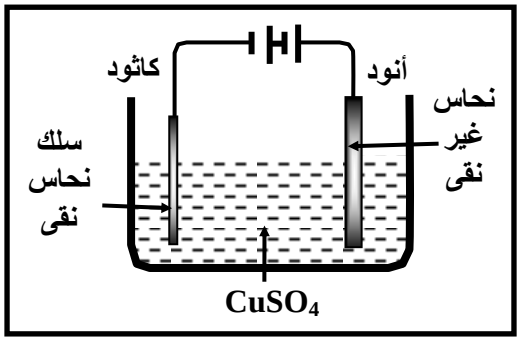
$$2Al^{3+} + 6e^- \xrightarrow{\text{اختزال}} 2Al \quad \text{مصهور} \qquad \text{عند الكاثود}$$

$$3O^{2-} - 6e^- \xrightarrow{\text{أكسدة}} \tfrac{3}{2}\ O_2 \qquad \text{عند الأنود}$$

يتفاعل الأكسجين المتصاعد مع كربون المصعد مكوناً أول وثانى أكسيد الكربون

$$2C + \tfrac{3}{2}\ O_2 \longrightarrow CO_2 + CO$$

(٢) تنقية النحاس بعد استخلاصه من خاماته بالتحليل الكهربائى



[١] يوصل لوح النحاس الغير نقى بالقطب الموجب (أنود).
[٢] يوصل سلك من النحاس النقى بالقطب السالب (كاثود).
[٣] محلول إلكتروليتى من كبريتات النحاس.

عند الأنود: يحدث أكسدة لكل من:

$$Zn \xrightarrow{\text{أكسدة}} Zn^{2+} + 2e^-$$

$$Fe \xrightarrow{\text{أكسدة}} Fe^{2+} + 2e^-$$

$$Cu \xrightarrow{\text{أكسدة}} Cu^{2+} + 2e^-$$

يتبقى الذهب والفضة مترسبين عند الأنود (لا تتأكسد)

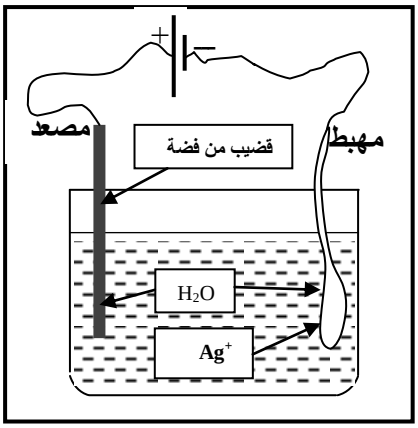
عند الكاثود: سرعة ترسيب النحاس (سهل الاختزال) أسرع من الحديد والخارصين (صعبة الاختزال).

$$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$$

ويبقى الخارصين والحديد ذائبين فى المحلول ونحصل على نحاس نقى ٩٩.٩٥% جيد التوصيل للتيار الكهربى.

(٣) الطلاء بالكهرباء:

هي عملية يتم فيها ترسيب طبقة رقيقة من الفلز المراد الطلاء به على المادة المراد طلاؤها خلال عملية التحليل الكهربائي لحمايته من التآكل ولإكسابه منظرا جميلا.



خطوات عملية الطلاء الكهربائي لملعقة بالفضة :

١. تربط الملعقة المراد طلاؤها بالقطب السالب للبطارية (المهبط).
٢. يربط قضيب من الفضة بالقطب الموجب للبطارية (المصعد).
٣. يتم غمس قطبي البطارية في محلول يحتوي على أيونات المادة المراد الطلاء منها (في هذا المثال أيونات الفضة)
٤. عند اغلاق الدارة يحدث ما يلي:

تنجذب أيونات الفضة نحو المهبط ليتم اختزالها وتترسب على الملعقة

$$Ag^+ + e \rightarrow Ag$$

أما عند المصعد فهنالك احتمالية للتأكسد، إما أن تتأكسد ذرات الفضة المكونة للمصعد أو تأكسد جزيئات الماء وبما أن جهد تأكسد الفضة أعلى فإنه يحدث لها تأكسد عند المصعد وبما أن أيونات الفضة التي تترسب عند المهبط على شكل ذرات فضة فإنه يتم تعويضها بتأكسد ذرات الفضة المكونة للمصعد وبناء على ذلك فلا يتوقع تغيير تركيز أيونات الفضة من جراء عملية التحليل الكهربائي .

حسابات التحليل الكهربائي

قانون فارادى:
(تتناسب كمية المادة الناتجة أو المستهلكة عند أي قطب تناسبا طرديا مع كمية الكهرباء المارة في الخلية بشرط ثبات شدة التيار)

مثال (١)

تم تمرير تيار كهربائي شدته 1.5 A لمدة ساعتين في خلية تحليل كهربائي تحتوي على محلول مائي لـ $CuSO_4$. كم جراما من Cu يكون قد ترسب؟

الحل:

من نصف المعادلة: $Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Cu_{(s)}$

نلاحظ أن كل 2 F ترسب مول واحد من النحاس (أي 63.55 g)

بحساب الشحنة الكهربائية الكلية من شدة التيار والزمن:

$$1.5\ A \times 2 \times 3600\ s = 11000\ C$$

بقسمة هذه الشحنة الكهربائية على 96500 نجد عدد الفاراداي المكافئ لها:

$$11000\ C / 96500\ (C/F) = 0.11\ F$$

وبضرب هذا العدد في النسبة

$$0.11\ F \times (63.55\ g\ Cu / 2\ F) = 3.5\ g\ Cu$$

مثال (٢)

كم من الوقت يلزم لإنتاج 25.0 g من Cr من محلول $CrCl_3$ بتمرير تيار كهربائي شدته 2.75 A ؟

الحل:

من نصف المعادلة: $Cr^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow Cr(s)$

نلاحظ أن كل 3 F ترسب مول واحد من الكروم (أي 52.0 g من Cr)

نقوم بحساب الشحنة الكهربائية بالفاراداي :

$$25.0\ g\ Cr \times (3\ F / 52.0\ g\ Cr) = 1.44\ F$$

ثم نحولها إلى الكولوم:

$$1.44\ F \times (96500\ C / 1\ F) = 149000\ C$$

وبقسمة هذه الشحنة على شدة التيار ينتج الزمن

$$149000\ C / (2.75\ A) = 50500\ s = 14.0\ H$$

تمرين (١)

احسب كتلة الخارصين المترسبة على الكاثود والناتجة عن امرار 9650C في محلول كبريتات الخارصين .

تمرين (٢)

احسب كمية الكهرباء بالكولوم اللازمة لترسيب 5.9g من النيكل من محلول كلوريد النيكل الثنائي .

_____

تمرين (٣)

احسب الزمن اللازم لترسيب 3.1765g من النحاس عند مرور تيار كهربائي شدته ٥ أمبير في محلول كبريتات النحاس.

_____

تمرين (٤)

أمرت كمية واحدة من الكهرباء في خليتين متصلتين على التوالي الأولى أقطابها من الخارصين في محلول Zn^{2+} والثانية أقطابها من الحديد في محلول يحتوي على Fe^{2+} فترسب 1.12g حديد. احسب كتلة الخارصين المترسبة.

_____

تمرين (٥)

- **تمر نفس كمية الكهرباء خلال خليتين متصلتين على التوالي للتحليل الكهربائي، تحتوي الأولى على محلول $AgNO_3$ والأخرى محلول $SnCl_2$ فإذا ترسب 2 جرام من الفضة في الخلية الأولى. احسب كتلة القصدير المترسبة في الخلية الثانية؟**

_____

تمرين (٦)

- **عند امرار 19300 كولوم من الكهرباء في خلية لمحلول كبريتات فلز ثنائي التكافؤ وجد أن كتلة المهبط تزداد بمقدار 6.35 جراما. المطلوب:**
  - **أ) احسب الكتلة الذرية للفلز.**
  - **ب) احسب كمية الكهرباء بالكولوم اللازمة لترسيب 8.262 جرام من الفلز.**

_____

تمرين (٧)

- **في تجربة عملية، تم توصيل خليتين للتحليل الكهربائي على التوالي، احداهما تحتوي على محلول $CuSO_4$ والأخرى تحتوي على محلول ملح لفلز مجهول. وبعد مرور تيار كهربائي لفترة زمنية كافية وجد أن كتلة النحاس المترسبة 1.271 جرام وكتلة الفلز المجهول المترسبة 2.248 جرام.**

المطلوب:

- **أ) احسب كمية الكهرباء بالكولوم المارة في الخليتين.**
- **ب) احسب الكتلة الذرية للفلز المجهول، علما بان تكافؤه ثنائي.**

أسئلة متنوعة على الفصل الثاني:

السؤال الاول: <u>ضع علامة (✓) فى المربع المقابل للإجابة الصحيحة</u>:-

١) خلية جلفانية رمزها الاصطلاحي: $Cd\ /Cd^{2+}\ (1M)\ //\ Ag^{+}\ (1M)\ /Ag$ فإذا علمت أن جهود الاختزال القياسية لكل من الفضة ، والكادميوم هي (+ 0.8 ، - 0.402) فولت علي الترتيب فإن القوة المحركة الكهربية للخلية تساوي بالفولت:

أ) +0.398 ب) +1.202 ج) - 1.202 د) + 3.216

٢) خلية جلفانية رمزها الاصطلاحي : $Pt\ /\ H_2$ (١ جو) $/\ H^{+}\ (1M)\ //\ Cu^{2+}\ (1M)\ /\ Cu$
فإذا علمت أن جهد الاختزال القياسي للنحاس (+ 0.34)فولت فإن جميع العبارات التالية صحيحة <u>عدا واحدة</u> هي :

أ) تسري الإلكترونات من قطب الهيدروجين إلي قطب النحاس في الدائرة الخارجية .
ب) القوة المحركة الكهربية للخلية = جهد الاختزال القياسي للنحاس .
ج) التفاعل الكلي للخلية : $Cu + 2H^{+} \longrightarrow Cu^{2+} + H_2$.
د) جهد الأكسدة القياسي للنحاس = القوة المحركة الكهربية للخلية مسبوقاً بإشارة سالبة .

٣) إذا علمت أن جهود الاختزال القطبية لكل من (النيكل ، الحديد ، النحاس ، الألومنيوم) هي على الترتيب (- 0.25 ، - 0.4 ، + 0.34 ، - 1.66) فولت ، فإن :

أ) النحاس يؤكسد الألومنيوم ولا يؤكسد الحديد. ب) النيكل يختزل الحديد ولا يختزل النحاس.
ج) الحديد يؤكسد الألومنيوم ويختزل النيكل. د) الألومنيوم يؤكسد الحديد ولا يؤكسد النحاس.

٤) إذا علمت أن جهود الاختزال القطبية لكل من (Zn^{2+} ، Ag^{+} ، Cu^{2+} ، Fe^{2+}) هي على الترتيب (- 0.76، + 0.8 ، + 0.34 ، - 0.41) فولت ، فإن أكبر جهد خلية يمكن الحصول عليه في الخلية المكونة من :

أ) الخارصين والفضة. ب) الخارصين والنحاس.
ج) الخارصين والحديد. د) الحيد والفضة.

١) إذا كانت قيمة جهد الإختزال للكلور (+ 1.36 فولت) وقيمة جهد الاختزال للبروم (+ 1.065 فولت) فإن قيمة
جهد التفاعل التالي : $Cl_2 + 2HBr \longrightarrow 2HCl + Br_2$ تساوى :

أ) - 2.425 فولت ب) - 0.295 فولت ج) + 0.295 فولت د) + 0.770 فولت.

٢) إذا كان جهد الإختزال القطبية لكل من (Zn^{2+} ، Ag^{+} ، Au^{3+}) هي على الترتيب (- 0.762، + 0.8 ، + 1.498) فولت فإن التفاعل الذي لا يحدث تلقائياً هو :-

أ) $Ag + Au^{3+} \longrightarrow Ag^{+} + Au$
ب) $Au + Ag^{+} \longrightarrow Au^{3+} + Ag$
ج) $Zn + Au^{3+} \longrightarrow Zn^{2+} + Au$
د) $Zn + Ag^{+} \longrightarrow Zn^{2+} + Ag$

٣) الرمز الاصطلاحي التالي: $Zn\ /\ Zn^{2+}\ (1M)\ //\ Fe^{2+}\ (1M)\ /\ Fe$ يمثل إحدى الخلايا الجلفانية ومنة نستدل على أن :

أ) الخارصين هو الكاثود ب) الحديد هو الكاثود
ج) الألكترونات تسرى في الدائرة الخارجية من الحديد آلي الخارصين د) الحديد هو الأنود.

٧) جميع ما يلي من تغيرات تحدث في خلايا الوقود المستخدم فيها الهيدروجين والأكسجين عدا واحداً هو:

أ) يتم الحصول علي طاقة كهربية مباشرةً . ب) يتأكسد الهيدروجين بتفاعله مع OH^- .
ج) تنتج مواد كيميائية ملوثة للبيئة . د) يختزل الأكسجين بتفاعله مع الماء .

٨) ما يحدث في التحليل الكهربائي لمحلول كبريتات النحاس II باستخدام أقطاب من البلاتين هو أن:

أ) أيونات Cu^{+2} تختزل عند الأنود. ب) أيونات SO_4^{-2} تختزل عند الأنود.
ج) أيونات Cu^{+2} تتأكسد عند الكاثود. د) أيونات OH^- تتأكسد عند الأنود.

٩) عند وضع قطعة من الخارصين في محلول كبريتات النحاس II فإن:

أ) كل أنيون كبريتات يفقد الكترونين ويتعادل. ب) جزيئات حمض الكبريتيك تتكون في المحلول.
ج) ذرات الخارصين تتأين ويترسب النحاس. د) لا يحدث أي تفاعل.

١٠) أثناء التحليل الكهربي لمحلول مائي من كبريتات النحاس II تركيزه مول/لتر باستخدام قطبين من النحاس فإن :

أ) الماء يتأكسد ويتصاعد غاز الهيدروجين . ب) قيمة pH للمحلول تقل تدريجياً.
ج) الزيادة في كتلة القطب الموجب تساوي النقص في كتلة القطب السالب. د) تركيز الإليكتروليت لا يتغير.

١١) لترسيب 130g من الخارصين (Zn = 65) بالتحليل الكهربائي لمحلول $ZnCl_2$ نحتاج إلى كمية من الكهرباء قدرها:

أ) فاراداى واحد. ب) 2 فاراداى. ج) 4 فاراداى. د) 8 فاراداى.

١٢)إذا أمر تيار كهربائي شدته 0.2 أمبير لمدة 30 دقيقة في محلول كبريتات النحاسII باستخدام قطبي بلاتين ،
فإن كتلة النحاس المترسبة بالجرام تساوى: (Cu = 63.5 ، الفاراداى = 96500 كولوم)

أ) 0.348 ب) 0.236 ج) 0.118 د) 0.059

السؤال الثاني:علل لما يلي تعليلا علميا سليما :

١) يمكننا الحصول على فلز النحاس بإختزال كاتيوناته من محاليله المائية بالتحليل الكهربائى بينما لا يمكنناالحصول على فلز الألومنيوم بنفس الطريقة علما بأن جهد الاختزال لكل من النحاس ، الماء ، الألومنيوم هو على الترتيب (0.34+ , 0.41 - , 1.66-) .

.....
.....
.....
.....

٢) عند وضع قطعة من فلز الخارصين في محلول كبريتات النحاس II الزرقاء تتكون طبقة بنية أسفنجية على سطح قطعة الخارصين ويبهت لون محلول كبريتات النحاس II .

.....
.....
.....
.....

٣) لا ينصح بحفظ كبريتات النحاس II التي تستخدم كمبيد حشري في أواني من الحديد ؟
(جهد اختزال كل من الحديد والنحاس هو على الترتيب + 0.34، - 0.44 فولت)

.....
.....
.....

٤) يتكون اليود بالتحليل الكهربائى لمحلول يوديد البوتاسيوم ولا يتكون الفلور بالتحليل الكهربائى لمحلول فلوريد البوتاسيوم .

.....

.....

.....

السؤال الثالث:

١) ثلاث أنصاف خلايا تحتوى على محاليل $NiSO_4$, H_2SO_4 , $CuSO$ تركيز كل منها مول/لتر عند 25C. وضع في نصف الخلية الأولى قطب من النيكل وفى النصف الثاني قطب من الهيدروجين وفى النصف الثالث قطب من النحاس ووصلت الأنصاف الثلاثة بقنطرتين ملحيتين و فإذا علمت أن جهد أكسدة النيكل 0.25 فولت وجهد أكسدة النحاس - 0.34 فولت.

فبين ما يلي :

أ) التفاعلات التي تحدث ، وأحسب القوة الدافعة الكهربائية للخلية عند توصيل قطبي النيكل والنحاس بفولتمتر، ثم بين اتجاه سريان الإلكترونات في السلك.

ب) التفاعلات التي تحدث عند توصيل قطبي الهيدروجين والنحاس ، واتجاه سريان الإلكترونات في السلك.

ج) التفاعلات التي تحدث عند توصيل قطبي النيكل والهيدروجين ، وأحسب القوة الدافعة الكهربائية لهذه الخلية ، ثم بين إتجاة سريان الإلكترونات في السلك .

٢) اكتب المعادلات الكيميائية الرمزية الدالة على كل مما يأتي :

أ) التفاعل الكلى الذي يحدث في المركم الرصاصى فى عمليتي الشحن والتفريغ .

ب) التفاعل الحادث عند الكاثود في خلية النيكل – الكاديوم .

السؤال الرابع:

(أ)

A , B , C , D أربع عناصر جهود تأكسدها على الترتيب هي (0.4) ، (-0.8) ، (0.23) ، (0.4) فولت .

- ماهي عدد الخلايا التي يمكن الحصول عليها.
- إذا كان B أحادي التكافؤ ، A وC ثنائي التكافؤ ، D ثلاثي التكافؤ. اكتب الرمز الاصطلاحي لكل خلية.
- احسب القوة الدافعة الكهربائية لكل خلية.
- إذا كانت الخلية س هي التي تعطى أكبر قوة دافعة كهربائية ، تم توصيلها بالخلية ص التي لها أقل قوة دافعة كهربائية. وضح التفاعلات الكيميائية الحادثة عند كل قطب.
- ماذا يحدث عند غمس سلك من النحاس $E^\circ Cu = -0.34$ في محلول يحتوي على كاتيونات للفلز :

١. A ٢. C

*رتب العناصر A , B , C , D تصاعديا حسب :

١. كونها عوامل مؤكسده.

٢. كونها عوامل مختزلة.

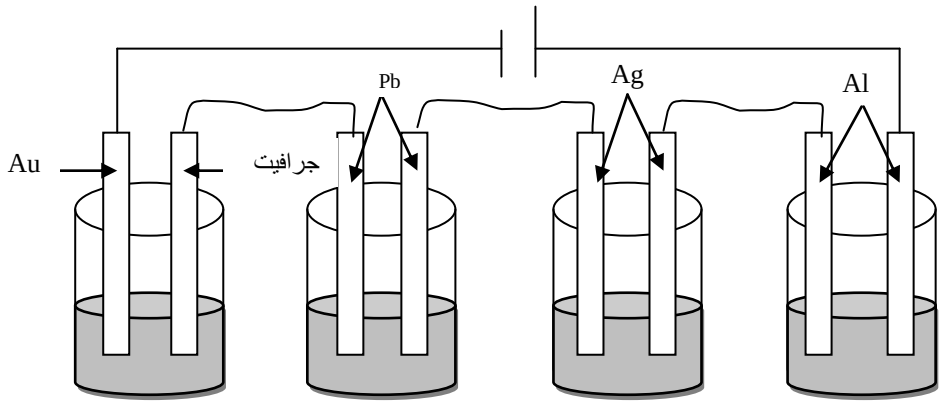
ت) خليتان إلكتروليتيتان متصلتان علي التوالي تحتوي الخلية الأولي علي محلول كبريتات النحاس II وتحتوي الخلية
الثانية علي محلول يوديد البوتاسيوم وقطباها من البلاتين وصلتا معا بمصدر للتيار الكهربائي المستمر والمطلوب :

١- رسم شكل تخطيطي للدائرة الكهربائية .
٢- كتابة معادلة التفاعل عند كاثود الخلية الثانية
علما بأن (جهود الاختزال بالفولت عند الكاثود هي للماء = - 0.41 والبوتاسيوم = - 2.92) .
٣- هل يتغير الأس الهيدروجيني لمحلول يوديد البوتاسيوم بعد حدوث التفاعل ؟ ولماذا ؟
٤- كتابة معادلة التفاعل عند أنود الخلية الأولي
علما بأن (جهود الاختزال بالفولت عند الأنود هي للماء = + 0.82 والنحاس = + 0.34 والكبريتات = + 2.0) (جهد تأكسد الماء – 1.23)
٥- حساب كتلة النحاس المترسبة علي كاثود الخلية الأولي عند مرور كمية من الكهرباء قدرها 1800 كولوم.
(الفاراداي = 96500 كولوم ، Cu = 63.5)

٣- لديك أربع أقطاب قياسية من: النيكل – الفضة – الخارصين – النحاس، المطلوب:
أ) أي قطبين منها يكونان خلية جلفانية لها أعلى جهد قياسي؟ احسب جهد هذه الخلية.
ب) أي قطبين منها يكونان خلية جلفانية لها أقل جهد قياسي؟ احسب جهد هذه الخلية.
ج) عند عمل خلية جلفانية مكونة من قطبي نيكل وخارصين:
١- أي القطبين يمثل المصعد؟
٢- أكتب الرمز الاصطلاحي لهذه الخلية.
٣- وضح اتجاه الالكترونات في الدائرة الخارجية.

السؤال الخامس:

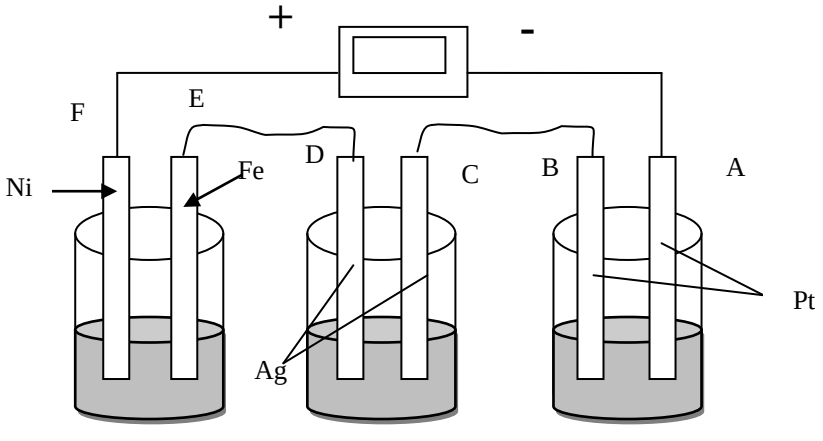
ادرس خلايا التحليل الكهربائي التالية جيدا، ثم أجب عن الاسئلة التي تليها إذا علمت أن كتلة مصعد الفضة قبل غلق الدائرة 16.5 جرام وعند نهاية التحليل 9.5 جرام.



$Au(NO_3)_3$ $Pb(NO_3)_2$ $AgNO_3$ $Al_2(SO_4)_3$

١. أحسب كمية الكهرباء المارة في الخلية؟
٢. أحسب كتلة المادة المتكونة عند قطب الجرافيت؟
٣. حدد نوع مادة القطب الذي يتصاعد عنده غاز الهيدروجين ثم أحسب حجمة
٤. أي المحاليل السابقة يبقى تركيزه ثابت في نهاية التفاعل؟
٥. أي المحاليل السابقة ستكون له قيمة PH أكبر من 7 بعد نهاية التفاعل؟

٢) مررت كمية من الكهرباء في ثلاث خلايا الكتروليتية متصلة على التوالي تحتوي الأولى على محلول كبريتات الحديد(II) ذي اللون الأخضر والثانية على محلول بروميد الفضة والثالثة على محلول هيدروكسيد النيكل فترسب (16.76) جرام من الحديد عند القطب A أمعن النظر جيدا في الشكل أدناه الذي يوضح هذه الخلايا ، ثم أجب عن الأسئلة التي تلية.



$Ni(OH)_2$ (٣) AgBr (٢) $FeSO_4$ (١)

أولاً: أكتب معادلتي التفاعل الموزونتين اللتين تمثلان التفاعل الحاصلين عند القطبين(D , E) مع بداية عملية التحليل الكهربائي؟

ثانياً: ١) احسب كتلة غاز الأكسجين المتصاعد عند القطب B مقدارة بالجرام إذا علمت أنة قد تكون فقط (2.4) جراما من غاز الهيدروجين عند القطب A. (موضحا جميع خطوات الحل)

٢) حدد أيا من الخلايا الثلاث يمثل خلية:

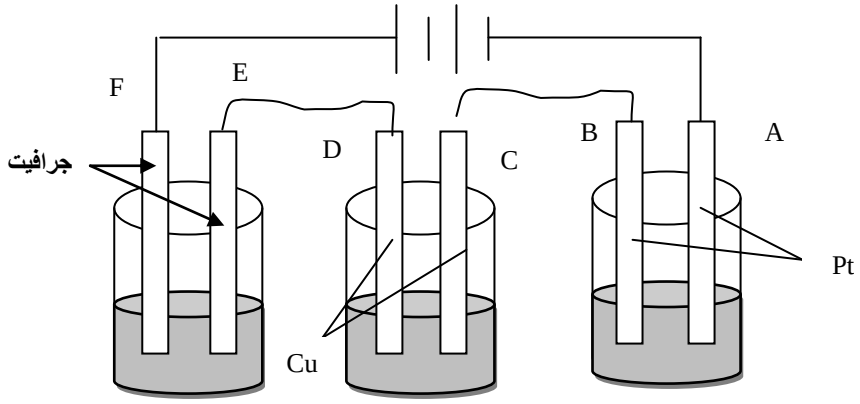
(الطلاء الكهربائي – تنقية الفلزات – تحليل المحاليل الالكتروليتية)

ثالثاً: عند نهاية عملية التحليل الكهربائي وماهي التغير الذي طرا على كل من:

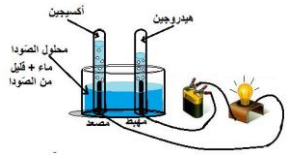
١) لون المحلول الالكتروليتي في الخلية الأولى؟

٢) PH للمحلول الالكتروليتي في الخلية الثالثة؟

٣) عند إمرار تيار كهربائي ثابت الشدة لمدة 30 دقيقة في ثلاث خلايا الكتروليتية متصلة على التوالي تحتوي الأولى على محلول حمض الكبريتيك وتحتوي الثانية على محلول كبريتات النحاس وتحتوي الثالثة على محلول بروميد الصوديوم كما أدناه ترسب 3.81 جرام من النحاس في الخلية الثانية:



$NaBr$ (٣) $CuSO_4$ (٢) H_2SO_4 (١)



ادرس الشكل جيدا ثم أجب عن الأسئلة الأتية:
أ- أكتب معادلتي التفاعل الحاصلين عند الأقطاب A , B ؟
ب- أحسب شدة التيار المار في الخلايا الثلاث؟
ج- أحسب مجموع الكتل الهيدروجين المتصاعد في الخلايا الثلاث؟
د- أحسب كتلة المادة الناتجة عند مصعد الخلية الأولى؟

السؤال السادس: ١) تم استخدام كل فلز من الفلزات (A , B , C , D) لعمل خلية جلفانية مع Ni وكانت النتائج كما بالجدول التالية:

قطب الخلية	E	سريان الالكترونات	
		من	الى
Ni- A	1.40	A	Ni
Ni – B	1.05	Ni	B
C - Ni	0.50	C	Ni
D - Ni	0.60	Ni	D

أ) رتب الفلزات السابقة حسب قوتها كعوامل مختزلة متضمنه النيكل؟
ب) هل يمكن حفظ محلول أحد أملاح الفلز C في وعاء من الفلز D ؟
ت) احسب E للخلية المكونه من B , D وحددي اتجاه سريان الالكترونات؟

٢) الجدول المجاور يوضح جهود الاختزال لبعض العناصر ، أدرسه جيداً ، ثم:
أ) أجب عن الأسئلة التي تليها:

العنصر	جهد الاختزال
Zn	-0.76
Ag	+ 0.80
Cu	+ 0.34
F_2	+ 2.8
Al	– 1.66
Li	– 3.04
Pb	– 0.13
Br_2	+1.06

١ - العنصر الذي يمكنه طرد الألومنيوم من أملاحه هو .....
٢ - أقوى العوامل المختزلة في هذا الجدول هو .....
٣ - أقوى العوامل المؤكسدة في هذا الجدول هو .....
٤ - جهد تأكسد الفضة =.....
٥- عنصر الرصاص يمكن طرده من أملاحه بواسطة .....

٣) شكلت ثلاث خلايا جلفانية أحد قطبي كل منها قطب الهيدروجين القياسي والقطب الآخر في كل منها عناصر النحاس والرصاص والألمنيوم على التوالي .أدرس الشكل واستكمل المعلومات الناقصة .

الخلية	القطب الأول	القطب الثاني	التفاعل الذي يحدث عند القطب الثاني	اتجاه حركة الإلكترونات	المصعد	المهبط
أ	H_2	Cu				
ب	H_2	Pb				
ج	H_2	Al				

٤) لديك أربع أقطاب قياسية من: النيكل – الفضة – الخارصين – النحاس، المطلوب:
أ) أي قطبين منها يكونان خلية جلفانية لها أعلى جهد قياسي؟ احسب جهد هذه الخلية.
ب) أي قطبين منها يكونان خلية جلفانية لها أقل جهد قياسي؟ احسب جهد هذه الخلية.
ج) عند عمل خلية جلفانية مكونة من قطبي نيكل وخارصين:
أ) أي القطبين يمثل المصعد؟
ب) أكتب الرمز الاصطلاحي لهذه الخلية.
ج) وضح اتجاه الالكترونات في الدائرة الخارجية.

---

٥) ماذا يحدث في كل من الحالات الآتية (مع التوضيح بالمعادلات):
أ) وضع مسحوق الخارصين في محلول كلوريد الرصاص II.
ب) وضع مسمار حديد في محلول كبريتات الماغنيسيوم.
ج) امرار غاز الهيدروجين في محلول كبريتات النحاس II لفترة طويلة.
د) وضع سلك من الفضة في محلول مخفف من HCl .

الوحدة الثانية
الفصل الثالث
تغيرات الطاقة في التفاعلات الكيميائية

قياس كمية الحرارة

الكيمياء الحرارية: تدرس انتقال الطاقة على صورة حرارة والذي يصاحب التفاعلات الكيميائية والتغيرات الفيزيائية.

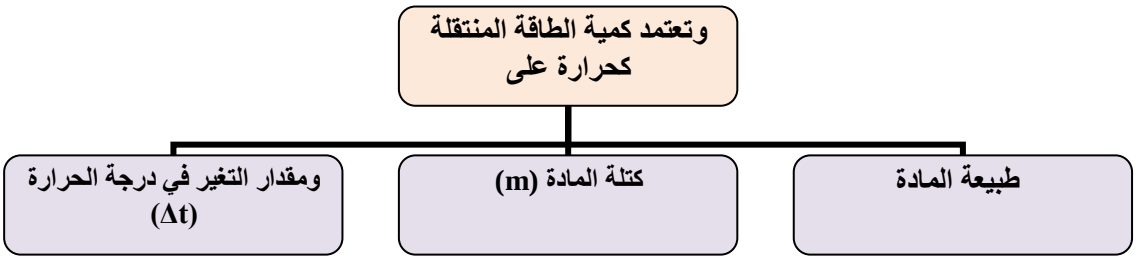
الحرارة ودرجة الحرارة : المسعر الحراري:

جهاز قياس الطاقة الممتصة او المنطلقة في التغيرات الكيميائية والفيزيائية... حيث يقاس التغير في درجة الحرارة كمية الماء المعلومة والمحيطة بحجرة التفاعل.

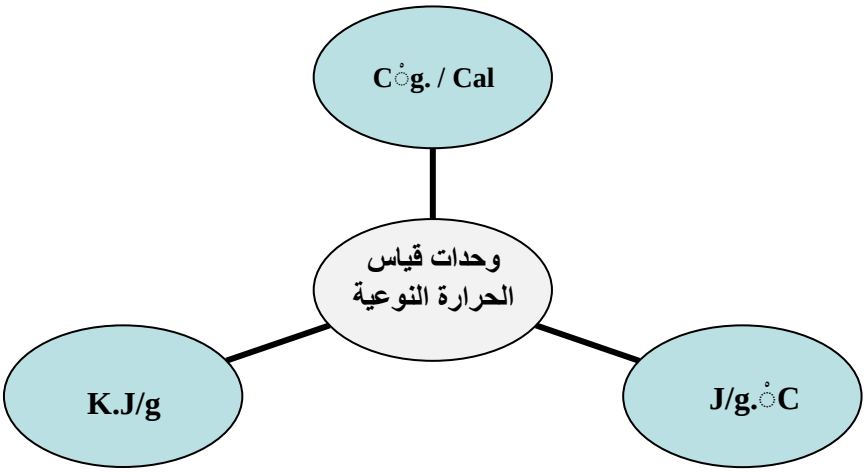
درجة الحرارة : قياس معدل الطاقة الحركية لجسيمات عينة من المادة وتزداد بزيادة الطاقة الحركية.
يستخدم لقياسها المقياس المئوي $^{\circ}C$ أو الكلفن K حيث $K = 273 + ^{\circ}C$

الجول: هو وحدة قياس الطاقة المنتقلة كحرارة ، وهو وحدة الحرارة في النظام الدولي . وفي الغالب ستخدم وحدة الكيلو جول kJ وهي تساوي 1000 J .

الحرارة : هي صورة للطاقة تنتقل تلقائيا من جسم أعلى في درجة الحرارة إلى جسم أقل في درجة الحرارة .



الحرارة النوعية C : هي كمية الطاقة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من المادة درجة مئوية واحدة (1^0C) أو كلفناً واحداً (1K).



الحرارة النوعية للماء السائل (4.18 J/g .K) : هي الأعلى بين معظم المواد الشائعة .
تستخدم الحرارة النوعية لمقارنة الاختلاف : بين المواد في قدرتها على امتصاص الطاقة.
(نسيم البر- نسيم البحر – مبرد السيارة)

قانون كمية الحرارة رياضياً

$q = C_p \cdot m \cdot \Delta t$

- q: كمية الطاقة المكتسبة أو المفقودة
- C_p: الحرارة النوعية
- m: كتلة العينة
- Δt: الفرق بين درجتي الحرارة الابتدائية والنهائية

مثال (١)

- سخن 4.0 g من الزجاج من 274 K إلى 314 K فامتص طاقة حرارية مقدارها 32 J .

أ ـ ما الحرارة النوعية لهذا النوع من الزجاج ؟ $\Delta t = 40$ K

ب ـ كم يكتسب من الطاقة هذا النوع من الزجاج عند تسخينه من 314 K إلى 344 K ؟ $\Delta t = 30.0$K

الحل : أ – الحرارة النوعية

$$c_p = \frac{q}{m \times \Delta T} \qquad c_p = 32 \text{ J} \div (4.0 \text{ g} \times 40.0 \text{ K}) = 0.20 \text{ J/(g.K)}$$

ب – كمية الطاقة $q = c_p \times m \times \Delta T = 0.20 \times 4.0 \times 30.0 = 24$ J

مثال (٢)

- احسب الطاقة اللازمة لرفع درجة حرارة (180.0 g) من الماء من (10.0^0C) إلى (40.0^0C) ، علماً بأن الحرارة النوعية للماء تساوي (4.18 J/g.^{0}C) .

الحل :

$\Delta t = 40.0 - 10.0 = 30.0^0$C

$q = c_p \times m \times \Delta t$

$= (4.18 \text{ J/g.}^0\text{C})\ (180.0 \text{ g})\ (30.0^0\text{C})$

$= 2.26 \times 10^4$ J

مثال (٣)

- إذا أضيف 980 kJ من الطاقة إلى 6.2 L من الماء عند درجة حرارة 291K . ما درجة الحرارة النهائية للماء ؟ علماً بأن الحرارة النوعية للماء = 4.18 J (g*K) . (كثافة الماء = 1 g/cm^3) فتكون كتلة الماء = 6.2 kg = (6200 g

الحل : $q = c_p \times m \times \Delta T$

الطاقة = ٩٨٠ kJ = ٩٨٠٠٠٠ جول ، الكتلة = 6.2 kg = 6.2×1000 g

$$\Delta T = \frac{q}{m \times c_p} \qquad \Delta T = \frac{980000}{6.2 \times 1000 \times 4.18}$$

$= 38$K

درجة الحرارة النهائية $T = T_1 + \Delta T = 291 + 38 = 329$ K

تمرين(١)

- إذا أضيف 980 kJ من الطاقة إلى 6.2 L من الماء عند درجة حرارة 291 K فما درجة الحرارة النهائية للماء ؟ (الحرارة النوعية للماء 4.18 J/g.K)

تمرين(٢)

- احسبي مقدار الطاقة الحرارية اللازمة لتسخين (300g) من الحديد من 15C الى 80C وإذا اكتسب كتلة مساوية من الزجاج في 15C نفس المقدار من الطاقة فهل ترتفع درجة حرارة الزجاج إلى 80C أيضاً. وضح إجابتك حسابياً علما بأن السعة الحرارية النوعية للزجاج هي (0.500J/g.C) والسعة الحرارية النوعية للحديد (0.444J/g.C)

تمرين (٣)

كتلتان (A, B) من مادتين مختلفتين أكتسبا كميتين متساويتين من الطاقة الحرارية فإذا كانت النسبة بين كتلتيها هي (2:4) والنسبة بين السعة الحرارية النوعية لها (2:4) على الترتيب فكم تكون النسبة بين مقداري الارتفاع في درجتي حرارة هاتين الكتلتين؟

تمرين (٤)

الجدول التالي يوضح قيم السعة الحرارية النوعية لكل من الذهبوالنحاس والحديد والألومنيوم. أستخدم هذه القيم للاجابة عن السؤال التالي:

المادة	الذهب	النحاس	الحديد	الألومنيوم
السعة الحرارية النوعية J/g.C	0.13	0.39	0.45	1.01

فإن المادة التي تحتوي أكبر كمية من الحرارة من بين المواد التالية هي:

أ)(150g) من الذهب سخن بمقدار 30C.

ب)(100g) من النحاس سخن بمقدار 30C.

ج)(75g) من الحديد سخن بمقدار 60C.

د) (50g)من الألومنيوم سخن بمقدار 60C.

أساسيات كتابة المعادلات الكيميائية الحرارية

- عند كتابة المعادلات التي تعبر عن التغيرات الحرارية المصاحبة للتفاعل الكيميائي يراعي ما يلي :

١- يعبر عن المعلومات الكيميائية الحرارية عادة بكتابة المعادلات الموزونة للتفاعل الكيميائي أى يكون عدد ذرات كل عنصر في المواد المتفاعلة = عدد ذرات نفس العنصر في المواد الناتجة من التفاعل طبقا لقانون بقاء المادة.

٢- تكتب الحالة الفيزيائية التي توجد عليها العناصر والمركبات المتفاعلة والناتجة من التفاعل حيث يختلف المحتوي الحراري للمادة باختلاف الحالة الفيزيائية.

٣- توضع قيمة التغير في المحتوي الحراري ΔH بعد التفاعل وتكون وحدات ΔH بالكيلو جول لكل مول.

❁ ملحوظة:

- قيمة ΔH سالبة إذا كان التفاعل طارد للحرارة.
- قيمة ΔH موجبة إذا كان التفاعل ماص للحرارة.
- عند قياس المحتوى الحرارى للمركبات نفترض أن المحتوى الحرارى للمادة العنصرية (أى للعناصر) = صفرا

حرارة التفاعل

المحتوى الحرارى H : هومجموع الطاقات لمكونات نظام . وهو رمز لكمية لا توجد طريقة لقياسها في نظام مباشرة .

التغير في المحتوى الحرارى ΔH : هو كمية الطاقة الممتصة أو المنطلقة على صورة حرارة من قبل نظام معين خلال عملية تجري تحت ضغط ثابت .

$$\Delta H = H\,(\text{النواتج}) - H\,(\text{المتفاعلات})$$

حرارة التفاعل : هي كمية الطاقة المنتقلة (الممتصة أو المنطلقة) كحرارة أثناء التفاعل الكيميائي .

التفاعلات الطاردة للحرارة : عند حرق الهيدروجين في جو من الأكسجين تنطلق طاقة ، وتكتب المعادلة كالتالي :

$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)} + 483.6\ kJ$$

وانطلاق الطاقة يعني أن المحتوى الحراري للنواتج أقل من المحتوى الحراري للمتفاعلات ، والفرق خرج على صورة طاقة حرارية منطلقة . وحيث أن .

$$\Delta H = H\,(\text{النواتج}) - H\,(\text{المتفاعلات})$$

فإن إشارة ΔH تكون سالبة (H للمتفاعلات أكبر من H للنواتج) . تكوّن الماء طارد للحرارة .

ولذا فإنه يمكن كتابة المعادلة كالتالي : $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)}$, $\Delta H = -483.6\ kJ$

علل: تكون قيمة ΔH سالبة في التفاعلات الطاردة للحرارة ؟
ج: لأن المحتوي الحراري للنواتج أقل من المحتوي الحراري للمتفاعلات

التفاعلات الماصة للحرارة : إذا أردنا أن نعكس المعادلة السابقة ، أي إذا أردنا الحصول على الهيدروجين والأكسجين من الماء ، فإننا نحتاج إلى الطاقة التي انطلقت لنعيد المواد إلى ما كانت عليه ، وتكتب المعادلة كالتالي :

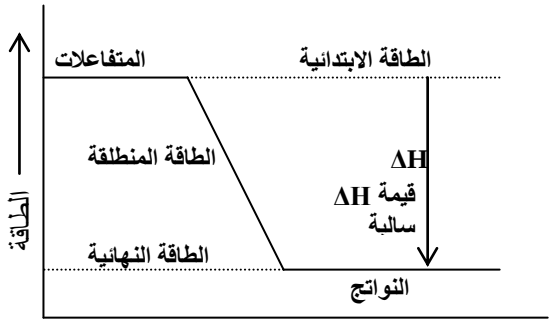
$$2H_2O_{(g)} + 483.6\ KJ \rightarrow 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$$

وحيث أن المحتوى الحراري للنواتج أكبر من المحتوى الحراري للمتفاعلات فإن إشارة ΔH تكون موجبة ، وتكتب المعادلة كالتالي : $2H_2O_{(g)} \rightarrow 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$, $\Delta H = +483.6\ kJ$

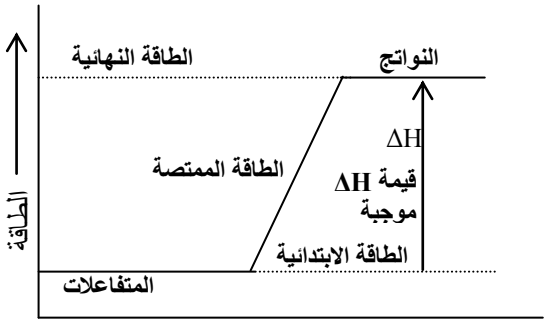
إشارة ΔH موجبة ، تفكك الماء ماص للحرارة .

علل : تكون قيمة (ΔH) موجبة في التفاعلات الماصة للحرارة ؟
ج: لأن المحتوى الحراري للنواتج أكبر من المحتوى الحراري للمتفاعلات .

الشكلين التاليين يبينان العلاقة بين سير التفاعل والطاقة لكل من التفاعلات الطاردة والماصة للحرارة :



مسار التفاعلات الطاردة للحرارة



مسار التفاعلات الماصة للحرارة

التفاعل الكيميائي:

هو عبارة عن كسر الروابط بين ذرات جزيئات المواد المتفاعلة وتكوين روابط جديدة بين ذرات جزيئات المواد الناتجة عن التفاعل. فأي هاتان العمليتان تمتص طاقة وأيهما ينطلق عنها طاقة أن كسر الرابطة تفاعل ماص تكوين روابط تفاعل طارد

لدى استخدامك المعادلات الكيميائية الحرارية لاحظ أن :

١) المعاملات فيها تمثل عدد مولات وليس جزيئات فيمكن أن تكون كسوراً

٢) الحالة الفيزيائية للمواد عامل مهم فيجب ذكره في المعادلات .

٣) التغير في الطاقة الممثل في المعادلة الحرارية يتناسب طردياً مع عدد المولات

٤) قيمة تغير الطاقة ΔH لا تتأثر عادة بتغير درجة الحرارة

المعادلة الكيميائية الحرارية:

هى معادلة كيميائية متزنة موضح فيها الحالة الفيزيائية والتغيرات الحرارية المصاحبة.

أساسيات كتابة المعادلات الكيميائية الحرارية:

(١) أن تكون موزونة لتحقيق قانون بقاء المادة {المادة لا تفن ولا تستحدث من العدم}

(٢) كتابة الحالة الفيزيائية للمتفاعلات والنواتج وذلك أن المحتوى الحرارى للمادة يختلف باختلاف حالتها الفيزيائية.

(٣) توضع قيمة التغير فى المحتوى الحرارى (ΔH) فى نهاية المعادلة وتكون وحدة قياسها كيلو جول لكل مول.

عند حساب المحتوى الحرارى للمركبات:

[١] يفترض أن المحتوى الحرارى للمادة العنصرية صفر.

[٢] نعين كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند تكوين المركب من عناصره.

أولاً: التفاعلات الطاردة للحرارة:

عند تفاعل مول من الكربون مع مول من الأكسجين يتكون مول من ثانى أكسيد الكربون وتنطلق حرارة مقدارها ٣٨٣.٧ ك جول.

$$C + O2 \longrightarrow CO2 + ٣٨٣.٧ \text{ ك جول}$$

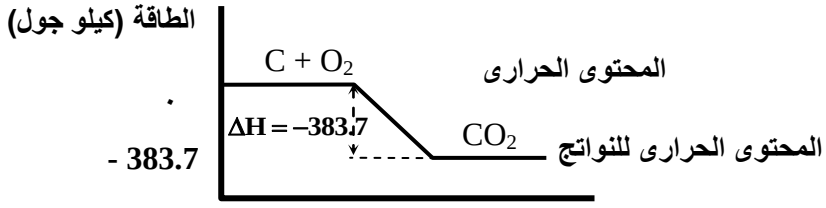
طاقة الطرف الأيمن = طاقة الطرف الأيسر (طبقاً لقانون بقاء الطاقة "الطاقة لا تفن")

٣٨٣.٧ + س = صفر + صفر

المحتوى الحرارى لثانى أكسيد الكربون (س) = - ٣٨٣.٧ ك جول

وتكتب معادلة التفاعل كما يلى:

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2, \Delta H = -383.7 \text{ K j}$$



مخطط الطاقة لتفاعل طارد للحرارة

ثانياً: التفاعلات الماصة للحرارة:

عند تفاعل مول من الهيدروجين مع مول من اليود يتكون ٢ مول من يوديد الهيدروجين مع امتصاص طاقة مقدارها ٥١.٩ كيلو جول.

$$H_2 + I_2 \longrightarrow 2HI + (- 51.9KJ)$$

طاقة الطرف الأيمن = طاقة الطرف الأيسر

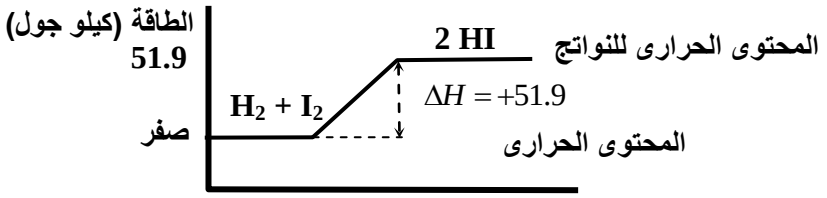
صفر + صفر = X + (- 51.9)

X = 51.9 KJ +

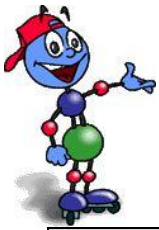
وتكتب معادلة التفاعل كالآتى:

$$H_2 + I_2 \longrightarrow 2HI, \quad \Delta H = + 51.9 \text{ K J}$$

المحتوى الحرارى ليوديد الهيدروجين = $\frac{51.9}{2}$ = 25.95 كيلو جول



مخطط الطاقة لتفاعل ماص للحرارة



مقارنة بين التفاعل الطارد للحرارة والماص للحرارة

التفاعل الطارد للحرارة	التفاعل الماص للحرارة
يصحبه انطلاق طاقة	يصحبه امتصاص طاقة
المحتوى الحرارى للنواتج أقل من المحتوى الحرارى للمتفاعلات	المحتوى الحرارى للنواتج أكبر من المحتوى الحرارى للمتفاعلات
التغير فى المحتوى الحرارى سالب $\Delta H <$ صفر	التغير فى المحتوى الحرارى موجب $\Delta H >$ صفر
ينتج عنه مركبات طاردة للحرارة وهى ثابتة	ينتج عنه مركبات ماصة للحرارة وهى غير ثابتة
المركبات الناتجة يكون محتواها الحرارى سالب	المركبات الناتجة يكون محتواها الحرارى موجب

التغير فى المحتوى الحرارى والتفاعلات الكيميائية

التفاعل الكيميائى:

عبارة عن كسر الروابط الموجودة بين ذرات جزيئات المواد المتفاعلة وتكوين روابط جديدة بين ذرات جزيئات المواد الناتجة عن التفاعل.

$$\underset{\text{كسر رابطة}}{H-H + Cl-Cl} \longrightarrow \underset{\text{تكوين رابطة}}{2\ H-Cl}$$

ملحوظة:

١- طاقة كسر الروابط في المواد المتفاعلة طاقة ممتصة (إشارة موجبة). لأنه لكى تتحول الجزيئات إلى ذرات مفردة تشترك فى التفاعل لابد أن تبذل طاقة للتغلب على قوى الترابط بين الذرات داخل الجزىء.

٢- طاقة تكوين الروابط في المواد الناتجة طاقة منطلقة (إشارة سالبة): لأنه نتيجة إرتباط الذرات المفردة مع بعضها لتكوين جزيئات جديدة تنطلق طاقة حرارية تسمى طاقة الترابط.

٣- قيمة ΔH = المجموع الجبري لطاقتي كسر وتكوين الروابط.

حرارة التكوين ΔH^0_f

هو تغير الحرارة الذي يحصل لدى تكوين مول واحد من مركب من عناصره في حالتها القياسية . والحالة القياسية هي حالة المادة عند درجة حرارة 25^0C وتحت ضغط 1atm .

ففي التفاعل $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)}$, $\Delta H = -483.6\ kJ$

بالقسمةعلى ٢ نجد $H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)}$, $\Delta H^0_f = -241.8\ kJ$

تكون حرارة تكوين الماء (١ مول) في الحالة الغازية = −241.8 KJ

استقرار المركبات وحرارة تكوينها

أما المركبات التي تكون إشارة ΔH^0_f لها موجبة (تفاعلات التكوين لها ماصة للحرارة) ، فإنها تكون غير ثابتة حرارياً ، وتتفكك تلقائياً ، لأنها تريد أن تتخلص من هذه الطاقة الزائدة عن حاجتها للثبات . وكلما كانت القيمة العددية لحرارة التكوين بإشارتها الموجبة كبيرة ، تكون أقل استقراراً .

في التفاعل $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)}$, $\Delta H = -483.6\ kJ$

يتكون الماء وتنطلق طاقة حرارية ، ولكي يتفكك الماء فإنه يحتاج إلى هذه الطاقة ، أي أن جزيئات الماء تكون ثابتة ولا تتفكك إلا إذا اكتسبت هذه الطاقة .

المركبات التي تكون إشارة ΔH^0_f لها سالبة (تفاعلات التكوين الطاردة للحرارة) تكون ثابتة حرارياً ، وكلما كانت القيمة العددية لحرارة التكوين بإشارتها السالبة كبيرة كان المركب أكثر ثباتاً حرارياً .

والمركبات التي لها حرارة تكوين موجبة وعالية غير مستقرة تماماً ، وقد تتفاعل أو تتفكك بشدة . فالأسيتيلين C_2H_2 (ΔH^0_f = + 226.7 kJ/mol) يتفاعل بقوة مع الأكسجين لذا فهو يحفظ في اسطوانات محلولاً في الأسيتون . كما أن فلمينات الزئبق $HgC_2N_2O_2$ له حرارة تكوين عالية جداً (+ 270 kJ/mol) ولكونه غير مستقر فإنه يستخدم كصاعق للمتفجرات .

مثال

رتب تصاعدياً المركبات التالية تبعاً لدرجة الثبات الحراري اعتماداً على قيم ΔH^0_f (KJ/mol) .
NO_2 $(\Delta H^0_f = +33.2)$, NH_3 $(\Delta H^0_f = -45.9)$, CO $(\Delta H^0_f = -110.5)$ $(\Delta H^0_f = +90.92)$, NO .

الحل : الترتيب هو الأقل ثباتاً هو NO ثم NO_2 ثم NH_3 ثم CO أكثرها استقراراً .

علل لما ياتى

١) في التفاعل الطارد للحرارة تنطلق طاقة حرارية وتكون ΔH سالبة.
ج: لأن المحتوى الحرارى للمتفاعلات أكبر من المحتوى الحرارى للنواتج.

٢) كسر الرابطة تفاعل ماص للحرارة وتكوين الرابطة تفاعل طارد للحرارة.
ج: لأن كسر الرابطة يحتاج امتصاص طاقة حرارية للتغلب على قوى الترابط وتكوين الرابطة يصاحبه انطلاق طاقة حرارية.

٣) المركبات الماصة للحرارة غير ثابتة حرارياً، ΔH للتفاعل الماص تكون موجبة.
ج: لأن المحتوى الحرارى للمتفاعلات < المحتوى الحرارى للنواتج.

٤) يختلف المحتوى الحرارى تبعاً لاختلاف نوع المادة.
ج: بسبب اختلاف طاقة الذرة وطاقة الجزئ وطاقة الترابط بين الجزيئات والحالة الفيزيائية للمادة.

٥) عند كتابة المعادلة الكيميائية الحرارية يجب توضيح الحالة الفيزيائية للمواد المتفاعلة والمواد الناتجة.
ج: لأن المحتوى الحرارى يختلف باختلاف الحالة الفيزيائية.

٦) تكتب الحالة الفيزيائية للمتفاعلات والنواتج في المعادلة الحرارية؟
ج: لان المحتوى الحرارى للمادة الواحدة يختلف باختلاف الحالة الفيزيائية لها.

٧) يصاحب التفاعلات الكيميائية تغيرات حرارية ؟
ج : لإختلاف المحتوى الحرارى للنواتج عن المتفاعلات

ويوضح الجدول التالي مقارنة بين التغيرات التي تحدث لكل من المحتوى الحراري لمواد التفاعل و المحتوى الحراري للمحلول لكل من التفاعلات الطاردة والتفاعلات الماصة للحرارة.

نوع التفاعل	التغيرات للمحتوى الحراري لمواد التفاعل	التغيرات للمحتوى الحراري للمحلول
طارد للحرارة	- طاقة المواد المتفاعلة أعلى من طاقة المواد الناتجة. - تعطي مقدار من الطاقة الحرارية قدرها (q-) جول للمذيب.	- طاقة المحلول أعلى من طاقة المذيب النقي. - يمتص المحلول كمية من الطاقة قدرها (q) جول من التفاعل.
ماص للحرارة	- طاقة المواد الناتجة أعلى من طاقة المواد المتفاعلة. - يمتص مقدار من الطاقة الحرارية قدرها (q) جول من المذيب.	- طاقة المحلول أقل من طاقة المذيب النقي. - يفقد المحلول كمية من الحرارة قدرها (q-) جول للتفاعل.

وعليه يمكن أن نقول : $q_{soln} = -q_{rxn}$ (المحلول) (التفاعل)

إن التغير في طاقة المحلول (التغير في المحتوى الحراري للمحلول) الناتج من التفاعل الكيميائي يعطي مؤشرا عكسيا لما حدث في التفاعل الكيميائي من تغير في محتواه الحراري. فالتفاعل الطارد للحرارة يطلق كمية من الطاقة للمحلول (q-) ، في نفس الوقت يمتص المحلول هذه الطاقة (q).

اما في التفاعل الماص للحرارة يستهلك التفاعل كمية من حرارة المحلول (q) اثناء حدوثه وفي نفس الوقت يفقد المحلول كمية من حرارته (q-).

ولحساب الطاقة التي اكتسبها أو فقدها المحلول اثناء التفاعل الكيميائي فإننا نفترض ان الطاقة التي اكتسبها او فقدها المحلول مساويا للطاقة التي اكتسبها او فقدها المحلول النقي.

إن التغير في المحتوى الحراري للمحلول (ΔH_{soln}) يمكن حسابه كالآتي:

$$\Delta H_{soln} = q_{soln} = mc\Delta T$$

ولحساب التغير في المحتوى الحراري المولاري لمواد التفاعل (تقدر بـ n مول)

$$\Delta H_{rxn} = \frac{q_{rxn}}{n}$$

وعليه فإن : $q_{rxn} = n\Delta H_{rxn}$

وبما أن $q_{soln} = -q_{rxn}$

$$\Delta H_{soln} = -q_{rxn} = -n\Delta H_{rxn}$$

مثال

عند اذابة 9.55g من هيدروكسيد الصوديوم في 100g من الماء في مسعر ارتفعت درجة الحرارة من 23.6^oC إلى 47.4^oC . افترض ان السعة الحرارية للمحلول تساوي السعة الحرارية للماء النقي .

١- واحسب تغير المحتوى الحراري المولاري لاذابة هيدروكسيد الصوديوم؟

٢- مثل بيانيا التغير في المحتوى الحراري لكل من المواد الداخلة والناتجة من التفاعل والمحلول.

الاجابة: $q = mc\Delta T$

q_{soln} = 100.0 g x 4.184J/g K x (47.4-23.6)K = 9960 J

$q_{soln} = -q_{rxn}$

q_{rxn}= -9960 J

نحسب عدد مولات الهيدروكسيد.

9.55 g NaOH x 1 mol NaOH/40.0 g NaOH

= 0.239 mol

- 9960 J/0.239 mol = -41700 J/mol

ΔH_{rxn} = -41.7 kJ/mol.

تمرين (١)

- عند اذابة 23.6g من كلوريد الكالسيوم تم اذابته في الماء في مسعر بسيط فارتفعت درجة الحرارة من 25.0 ◦C حتى 38.7 ^oC ، فاذا كانت السعة الحرارية النوعية لكل من المسعر والمحلول تساوي 1258 $J/^oC$. احسب التغير في المحتوى الحراري المولاري لكلوريد الكالسيوم.

الاجابة : $-81.1\,kJ/mol$

تمرين (٢)

- **في احدى التجارب تم إذابة 10g من اليوريا ($(NH_2)_2CO$) في 150ml من الماء في مسعر فانخفظت درجة الحرارة بمقدار 3.7°C . احسب التغير في المحتوى الحراري المولاري لليوريا.**

\الاجابة: -2.66 Kj/mol

تمرين (٣)

- **تم اذابة 6.85g من المادة X في 300ml من الماء لترتفع درجة حرارة المحلول بمقدار 4.0 °C فاذا كان التغير المحتوى الحراري المولاري لهذه المادة 80.52KJ/mol - ، احسب الكتلة المولية للمادة X.**

الاجابة: 110 g/mol

التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الفيزيائية

(١)حرارة الذوبان

تعريف حرارة الذوبان :

هي مقدار التغير الحراري الناتج (كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة) عن إذابة مول من المذاب في كمية معلومة من المذيب.

تعريف حرارة الذوبان المولارية :

هي مقدار التغير الحراري الناتج عن إذابة مول من المذاب في كمية من المذيب لتكون لتر من المحلول

ملحوظة: إذا كان السائل المذيب من الماء تسمي عملية الذوبان (الإماهه)

المحلول المولاري: هو محلول يحتوى اللتر منه على مول واحد من المذاب مقدرا بالجرامات.

حرارة التكوين

تعريف حرارة التكوين : هي كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند تكوين مول واحد لمركب من عناصره الأولية بحيث تكون العناصر في حالتها القياسية.

الحالة القياسية : هي الحالة التي تكون فيها المادة في أكثر حالاتها استقرار في ٢٥م° وتحت ضغط ٧٦سم/ زئبق.

حساب حرارة التكوين :

حساب حرارة تكوين CO من عنصرية عملية صعبة ، لإنه عند حرق الكربون في كمية محدودة من الأكسجين ينتج مزيج من CO_2 , CO ، ولكن يمكن حسابها من معرفة حرارة تكوين CO_2 وحرارة احتراق CO كالتالي:

$$C_{(S)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow CO_{(g)} \quad , \Delta H^0_f = ?$$

الحل :

$\frac{1}{2} O_2$

$$1 - C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \quad , \Delta H^0_f = -393.5 \text{ kJ}$$

$$2 - CO_{(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \quad , \Delta H^0_C = -283.0 \text{ kJ}$$

نعكس المعادلة ٢ لحاجتنا إلى CO كناتج ونجمع ١ و ٣ ونختصر

$$3 - CO_{2(g)} \rightarrow CO_{(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \quad , \Delta = +283.0 \text{ kJ}$$

فينتج لدينا معادلة تكون CO

$$C_{(s)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow CO_{(g)} \quad , \Delta H^0_f = -110.5 \text{ kJ}$$

تمرين (١)

يتم استخلاص الحديد من خام الهيمياتيت بالاختزال بواسطة غازCO فإذا كانت معادلة التفاعل الكلي هي

$$Fe_2O_{3(s)}+3CO_{(g)}\rightarrow 2Fe_{(s)}+3CO_{2(g)}$$

احسبي التغير في المحتوى الحراري القياسي للتفاعل $\Delta H°rxn$ علما بأن $\Delta H°f$ لكل من

(Fe2O3= -825.5KJ\mol ,,,,,,, CO= -110.5KJ\mol)

المركب	الحالة	$\Delta H^{\ominus}_{298}$ كيلو جول مول$^{-1}$	المركب	الحالة	$\Delta H^{\ominus}_{298}$ كيلو جول مول$^{-1}$
H_2O	غاز	٢٤١.٨٢٦-	H_2S	غاز	٢٠.٦٣ -
H_2O	سائل	٢٨٥.٨٣٠ -	H_2SO_4	سائل	٨١٤.٠٠ -
H_2O_2	غاز	١٣٣.٢ -	SO_4	غاز	٢٩٦.٨٠ -
HF	غاز	٢٧١.١ -	SO_3	غاز	٣٩٥.٧٠ -
HCl	غاز	٩٢.٣١٢ -	CO	غاز	١١٠.٥٢٣ -
HB	غاز	٣٦.٤٨ -	CO_2	غاز	٣٩٣.٥١٣ -
Hl	غاز	٢٦.٤٨ -	$COCl_2$	سائل	٢٠٥.٩ -
HlO_3	صلب	٢٣٨.٦ -	S_2Cl_2	غاز	٢٨.٨٥ -
NO	غاز	٩٠.٢٥ +	NH_3	غاز	٤٦.١١ -
N_2O	غاز	٨٢.٠٥ -	HN_3	غاز	٢٩٤.١٠ +

<u>حساب حرارة التفاعل</u> :

يمكن إعادة ترتيب معادلات الكيمياء الحرارية وجمعها لتعطي تغيرات في قيم حرارةالتفاعل وذلك بتطبيق قانون هس.

قانون هس

التغير في المحتوي الحراري ΔH لأي تفاعل كيميائي قيمته ثابتة ـ سواء تم التفاعل في خطوة واحدة أو في عدة خطوات .وهذا يتيح لنا حساب حرارة التفاعلات ، وكذا حرارات التكوين التي يصعب أو يستحيل قياسها في الواقع .

نستنتج من قانون هس...

١ – حرارة تكوين أى مركب ثابتة مهما اختلفت طرق تحضيره.

٢ – حرارة تكوين أى مركب = المجموع الجبري لمجموع الحرارة الناتجة من خطوات التفاعل.

أهمية قانون هس...

١–حساب التغير في المحتوي الحراري للتفاعلات التي لا يمكن قياسها بطريقة مباشرة ولكن يمكن قياسها بواسطة تفاعلات أخري يمكن قياس حرارة تفاعل كل منها عمليا.

٢–أمكن معاملة المعادلات الكيميائية الحرارية كأنها معادلات جبرية.

مثال (١)

لحساب حرارة تكوين غاز الميثان من عنصريه (C , H) والتي يصعب قياسها عملياً نحسبها بقانون هس .

$$C_{(s)} + 2H_{2(g)} \rightarrow CH_{4(g)} \quad , \Delta H = \ ?$$

الحل : نأخذ معادلات احتراق كل من الكربون والهيدروجين والميثان :

1 - $C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \quad , \Delta H^0_C = -393.5\ kJ$

2 - $H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(l)} \quad , \Delta H^0_C = -285.8\ kJ$

3 - $CH_{4(G)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \quad , \Delta H^0_C = -890.8\ kJ$

نضرب المعادلة الثانية في ٢ ، ونعكس المعادلة الثالثة ثم نجمع ونختصر:

$1 - C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$	$\Delta H^0_C = -393.5\ kJ$
$2 - 2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$	$\Delta H^0_C = 2(-285.8\ kJ)$
$3 - CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow CH_{4(g)} + 2O_{2(g)}$	$\Delta H^0 = +890.8\ kJ$
$C_{(s)} + 2H_{2(g)} \rightarrow CH_{4(g)}$	$\Delta H^0_f = -74.3\ kJ$

حيث نجد بالحساب أن حرارة تكوين الميثان من عنصريه = –74.3KJ حسابياً .

وإذا كان لدينا حرارات تكوين جميع المواد المتواجدة في تفاعل ، فإنه يمكن حساب حرارة التفاعل كالتالي :

ΔH^0 = مجموع ΔH^0_f للنواتج – مجموع ΔH^0_f للمتفاعلات.

مثال (٢)

احسب حرارة التفاعل لاحتراق غاز أول أكسيد النيتروجين NO لتكوين غاز ثاني أكسيد النيتروجين NO_2 كما في المعادلة الكيميائية الحرارية التالية : $NO_{(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow NO_{2(g)}$

الحل : هناك طريقتان للحل ، حسب المعطيات ، فإذا أعطينا معادلات تكوين NO , NO_2 فإنه يمكن استخدام قانون هس . أما إذا أعطينا قيم حرارات التكوين كما في الملحق (٥ ـ أ) فيمكن حلها باستخدام قانون ΔH^0 = الفرق بين حرارات تكوين النواتج والمتفاعلات .

من الجدول نجد أن , $\Delta H^0_f (NO_2) = + 33.2$ mol , $\Delta H^0_f (NO) = + 90.29$ kJ/mol

$\Delta H^0_f (O_2) = 0$ kJ/mol

يمكن استخدام العلاقة :

ΔH^0 = مجموع ΔH^0_f للنواتج − مجموع ΔH^0_f للمتفاعلات

$$\Delta H^0 = \Delta H^0_f (NO_2) - [\Delta H^0_f (NO) + \Delta H^0_f (O_2)]$$
$$= + 33.2 \text{ kJ / mol} - (+ 90.29 \text{ kJ / mol} + 0 \text{ kJ / mol})$$
$$= + 33.2 \text{ kJ / mol} - 90.29 \text{ kJ / mol}$$
$$= - 57.1 \text{ kJ}$$

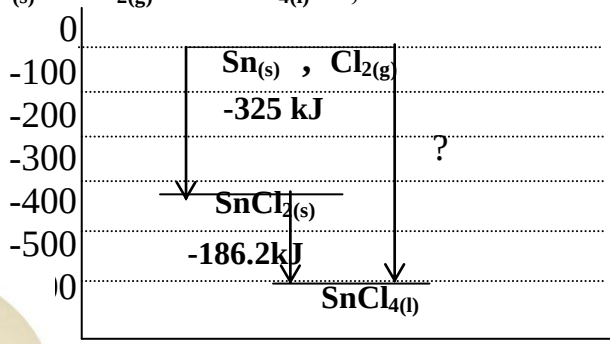
تمرين(١)

يمثل الشكل البياني المجاور قانون هس للتفاعل $Sn_{(s)} + 2Cl_{2(g)} = SnCl_{4(l)}$ استخدم الشكل البياني لتحديد قيمة ΔH لكل خطوة من الخطوات التالية :

$Sn_{(s)} + Cl_{2(g)} \rightarrow SnCl_{2(s)}$, ΔH = ?

$SnCl_{2((s)} + Cl_{2(g)} \rightarrow SnCl_{4(l)}$, ΔH = ?

$Sn_{(s)} + 2Cl_{2(g)} \rightarrow SnCl_{4(l)}$, ΔH = ?

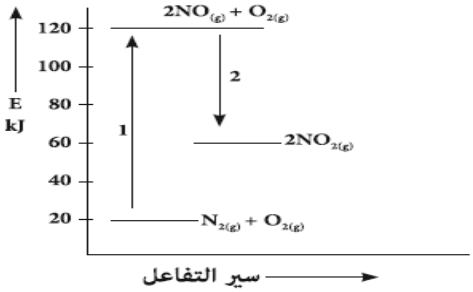


الإجابة :

($\Delta H = -511.3$ k J ، $\Delta H = -186.2$ k J ، $\Delta H = -325.1$ k J)

تمرين (٢)

يوضح الشكل المقابل خطوات تحضير غاز ثاني أكسيد النيتروجين. ادرس الشكل ثم أجب عن الأسئلة الأتية:



١ـ أي التفاعلين (2 , 1) طارد للحرارة وأيهما ماص للحرارة؟

٢ـ اكتب خطوتي تحضير غاز ثاني أكسيد النيتروجين بالمعادلات؟

٣ـ ما قيمة التغير الحراري في المعادلة الأتية؟

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

تمرين (٣)

ادرس المعادلات التالية ثم أجب عن السؤال الذي يليها:

1) $Fe_3O_4(s) + CO(g) \longrightarrow 3FeO(s) + CO_2(g)$, $\Delta H^\circ = +38\ kJ$

2) $3Fe_2O_3(s) + CO(g) \longrightarrow 2Fe_3O_4(s) + CO_2(g)$, $\Delta H^\circ = -59\ kJ$

3) $Fe_2O_3(s) + 3CO(g) \longrightarrow 2Fe(s) + 3CO_2(g)$, $\Delta H^\circ = -28\ kJ$

احسب قيمة ΔH° بالكيلوجول للتفاعل:

$$FeO(s) + CO(g) \longrightarrow Fe(s) + CO_2(g)$$

تمرين (٤)

٣)أحسبي ΔHللتفاعل: $2NH_{3(g)} + 3N_2O_{(g)} \longrightarrow 4N_{2(g)} + 3H_2O_{(g)}$

مستخدما المعادلات التي تحدث تحت ظروف معينة وهي:

$4NH_{3(g)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2N_{2(g)} + 6H_2O_{(g)}$, $\Delta H = -1531kJ$

$N_2O_{(g)} + H_{2(g)} \longrightarrow N_{2(g)} + H_2O_{(g)}$, $\Delta H = -367.4kJ$

$H_{2(g)} + 1/2O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(g)}$, $\Delta H = -285.9kJ$

تمرين (٥)

في تجربة لقياس الحرارة النوعية لفلز تمت الخطوات التالية :

أولاً : تعيير الكالوريمتر : لحساب ثابت الكالوريمتر 'c حصلنا على النتائج التالية :

جدول بيانات التعيير			
	ماء بارد	ماء ساخن	كالوريمتر
درجة الحرارة الأولية	25.0^0C	75.0^0C	25.0^{0C}
درجة الحرارة النهائية	49.5^0C	49.5^0C	49.5^0C
التغير في درجة الحرارة	24.5^0C	-25.5^0C	24.5^0C
الحجم	50mL	50mL	لا حاجة له
الكتلة	50.0g	50.0g	لا حاجة له
السعة الحرارية للكالوريمتر	لا حاجة لها	لا حاجة لها	$8.2J/^0C$

- احسب كمية الحرارة التي فقدها الماء الساخن علماً بأن c_p للماء= ٤.١٨٤

القانون $q = c_p \times m \times \Delta T$ للماء الساخن

$= 4.184 \times 50\ g \times 25.5 = 5330\ J = 5.33\ kJ$

احسب كمية الحرارة التي اكتسبها الماء البارد

القانون $q = c_p \times m \times \Delta T$ للماء البارد

$q = 4.184 \times 50\ g \times (49.5 - 25) = 5130J = 5.13kJ$ للماء البارد

احسب كمية الحرارة التي اكتسبها الكالوريمتر

القانون q للكالوريمتر $= q$ للماء ساخن $- q$ للماء بارد

$q = 5.33 - 5.13 = 0.20\ kJ$ للكالوريمتر

احسب ثابت الكالوريمتر من القانون $q = c' \times \Delta T$

$0.20 = c' \times 24.5$ ومنها $c' = 8.0$ للكالوريمتر J

تمرين (٦)

لتعيين الحرارة النوعية لفلز مجهول c_p للفلز باستخدام الكالوريمتر معلوم ثابت الكالوريمتر له c' . وقد تم رصد النتائج التالية :

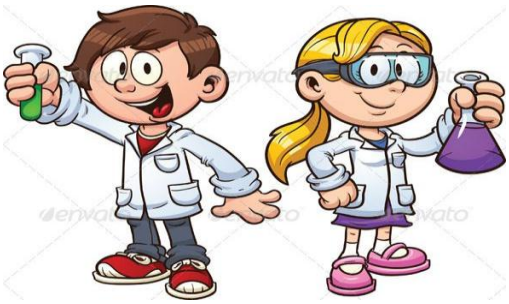
تجربة الحرارة النوعية لفلز مجهول		
	الماء	الفلز
الحرارة الأولية	21.0^0C	99.0^0C
الحرارة النهائية	28.1^0C	28.1^0C
تغير الحرارة	7.1^{0C}	-70.9^0C
الكتلة	75.0g	69.2g

-اكتب القانون المستخدم لتحديد الحرارة النوعية للفلز c_p للفلز .

$$c_p = \frac{\Delta T\ (\ m_{\text{ماء بارد}} \times c_p\ _{\text{ماء بارد}}\ )\ +\ c'_{\text{لمسعر}}\ \text{للماء البارد}}{m_{\text{للفلز}} \times \Delta\ T\ _{\text{للفلز}}}$$

$$c_p = \frac{7.1\ (\ 75_{\text{ماء بارد}} \times 4.184\ _{\text{ماء بارد}}\ )\ +\ 8.2_{\text{لمسعر}}\ \text{للماء البارد}}{69.2_{\text{للفلز}} \times \Delta 70.9\ _{\text{للفلز}}} = 0.47\ J/(g.^0C$$

وهذه هي الحرارة النوعية للحديد حسبما ورد في الجدول



أسئلة متنوعة على الفصل الثالث

السؤال الاول: ضع علامة (✓) فى المربع المقابل للإجابة الصحيحة:-

١) فيما يتعلق بالتفاعل : $2\,S_{(s)} + 3\,O_{2\,(g)} \rightarrow 2SO_{3\,(g)}\ ,\ \Delta H = -792\ kJ$
أي العبارات التالية صحيحة :
أ) التفاعل ماص للحرارة ✓ ب) حرارة تكوين $SO_{3(g)}$ = حرارة احتراق $S_{(S)}$
ج) حرارة تكوين $SO_{3(g)}$ = حرارة التفاعل د) حرارة احتراق $S_{(s)}$ = حرارة التفاعل

٢) ما كتلة عينة من النحاس تمتص طاقة 53.9 J عندما تسخن من 274 K إلى 314 K ولها حرارة نوعية تساوي (0.385J/g*K) ؟
أ) 4.0 g ✓ ب) 3.5 g ج) 8.0 g د) 0.04 g

٣) أي المعادلات التالية تمثل تكوُّن مول واحد من $B_5H_{9(g)}$ من عناصره في حالاتها القياسية عند درجة حرارة 298 K وضغط 1 atm ؟
أ) $5B_{(g)} + 9H_{(g)} \rightarrow B_5H_{9(g)}$ ب) $5/2\ B_{2(g)} + 9/2H_{2(g)} \rightarrow B_5H_{9(g)}$
✓ ج) $5B_{(s)} + 9/2\ H_{2(g)} \rightarrow B_5H_{9(g)}$ د) $2B_{(s)} + 3BH_{3(g)} \rightarrow B_5H_{9(g)}$

٤) بالنسبة للتفاعل التالي : $10\ N_2O_{5(g)} + C_3H_{8(g)} \rightarrow 10N_{2(g)} + 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(g)}$
$\Delta H = -1436.7\ kJ$,
فإنه يكون :
✓ أ) تلقائي عند جميع درجات الحرارة . ب) غير تلقائي عند جميع درجات الحرارة .
ج) تلقائي عند درجات الحرارة العالية فقط د) تلقائي عند درجات الحرارة المنخفضة فقط

(قيمة ΔH سالبة والإنتروبي عالية حيث يتكون ١٧ مول غاز بينما المتفاعل ١١ مول غاز فقط والنتيجة تكون قيمة ΔG دائما سالبة)

٥ – أي المركبات التالية أكثر استقراراً :
أ) $CuO\ \ \Delta H^0_f = -175\ kJ/mol$ ✓ ب) $CaO\ \ \Delta H^0_f = -635\ kJ/mol$
ج) $NO_2\ \ \Delta H^0_f = +82\ kJ/mol$ د) $C_2H_2\ \ \Delta H^0_f = +228\ kJ/mol$

٦ – قيمة ΔH للتفاعل $N_{2(g)} + O_{2(g)} + 106.5\ kJ \rightarrow 2NO_{(g)}$ تعبر عن :
أ) حرارة التكوين ✓ ب) ضعف حرارة التكوين
ج) ضعف حرارة الاحتراق د) نصف حرارة التكوين

٧ – ما الذي يجعل التفاعلات تلقائية :
أ) تخفيض H وتخفيض S ✓ ب) تخفيض H وزيادة S
ج) زيادة H وزيادة S د) زيادة H وتخفيض S

٨ – أي مما يلي يصف حرارة تكوين المركب الأقل استقراراً ويتفكك بسهولة ؟
أ) صغيرة وسالبة ب) صغيرة وموجبة ج) كبيرة وسالبة ✓ د) كبيرة وموجبة

السؤال الثاني:

١) مسعر يحتوي على (125g) من الماء عند حرارة (24.2C) أضيف إلية (10.5C) من (KBr) فوصلت درجة حرارة الماء إلى (21.1C) أحسبي قيمة(H_{sol}) لبروميد البوتاسيوم بوحدة J/g وبوحدة KJ/mol (افترض أن السعة الحرارية النوعية للمحلول هي السعة الحرارية النوعية للماء)

---

٢) أحسبي حرارة ذوبان (4) مول من هيدروكسيد الصوديوم إذا كانت حرارة ذوبان (2) مول (160) كيلوجول.

---

٣) احسبي التغير في المحتوى الحراري لعملية الذوبان الاتية:

قام طالب بإذابة (13.7g) من نترات الرصاص ($Pb(NO_3)_2$) في (85g) من الماء ولاحظ انخفاضاً في درجة حرارة من 23.4C إلى 19.7C

---

٤) من التفاعل التالي $H2S(g)+3O2(g)\rightarrow 2H2O(l)+2SO2(g)$ $\Delta H°= -1125$ KJ\mol٢

احسبي $\Delta H°f$ لغاز H2S

---

٥) احسب حرارة تكوين غاز الإيثيلين تبعا لمعادلة احتراقه التالية :

$C_2H_{4(g)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} + 2CO_{2(g)}$, $\Delta H = -1322.86$ KJ

علما بأن حرارة تكوين كل من الماء وغاز ثاني أكسيد الكربون هي :-٢٨٥.٨٥ ، -٣٩٣.٥ كيلو جول / مول علي الترتيب.

---

٦) احسب حرارة تكوين غاز الأسيتيلين ، تبعا لمعادلة احتراقه التالية :

$C_2H_{2(g)} + 5/2O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)} + 2CO_{2(g)}$, $\Delta H = -1300$KJ

علما بأن حرارة تكوين كل من الماء وغاز ثاني أكسيد الكربون هي :-٢٨٥.٨٥ ، -٣٩٣.٥ كيلو جول / مول علي الترتيب

السؤال الثالث:

١-احسب ΔH للتفاعل :

$S_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow SO_{2(g)}$

بدلالة المعادلات الكيميائية الحرارية التالية :

(1) $2SO_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2SO_3(g)$ ، $\Delta H1 = -196$ K.J

(2) $2S(s) + 3O_2(g) \longrightarrow 2SO_3(g)$ ،$\Delta H2 = -790$ K.J

٢-احسب ΔH للتفاعل :

$FeCl_3(s) + 3/2\ H_2(g) \longrightarrow 3HCl(g) + Fe(s)$

بدلالة المعادلات الكيميائية الحرارية التالية :

$(1) Fe_{(s)} + 3/2\ Cl_2(g) \longrightarrow FeCL_{3(g)}$ ، $\Delta H_1 = -339.4\ K.J$

$(2)\ H_2(g) + Cl_2(g) \longrightarrow 2HCl(g)$ ، $\Delta H2 = -184\ KJ$

٣-احسب ΔH للتفاعل :

$H_{2(9)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow 2HCl_{(g)}$

-بدلالة المعادلات الكيميائية الحرارية التالية :

$(1) NH_{3(g)} + HCl_{(g)} \longrightarrow NH_4\ Cl_{(V)}$ ، $\Delta H_1 = -176\ K.J$

$(2)\ N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)}$ ، $\Delta H_2 = -92.22\ KJ$

$(3)\ N_{2(g)} + 4H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow 2NH_4\ Cl_{(V)}$ ، $\Delta H_3 = -628.86\ KJ$

٤- وظف المعادلات الحرارية التالية في الإجابة على الأسئلة التي تليها :

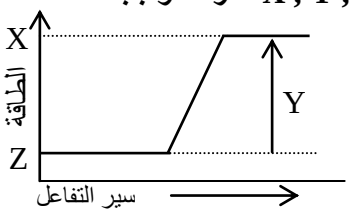
1) $N_{2(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow 2NO_{2(g)}$, $\Delta H = +66.4\ kJ/mol$

2) $H_{2(g)} + ½\ O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)}$, $\Delta H = -241.8\ kJ/mol$

3) $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$, $\Delta H = -91.8\ kJ/mol$

$2NH_{3(g)} + 7/2\ O_{2(g)} \rightarrow 2NO_{2(g)} + 3H_2O_{(g)}$, $\Delta H = ??$ احسب حرارة التفاعل

السؤال الرابع : فيما يلي رسم لمنحنى تفاعل كيميائي حراري وعليه النقاط الثلاث X , Y , Z ادرسه وأجب عما يليه :



☜ ماذا تمثل كل من النقاط :

X . تمثل الطاقة النهائية (المحتوى الحراري للمواد الناتجة)

Y . تمثل ΔH (التغير في المحتوى الحراري)

Z . تمثل الطاقة الابتدائية (المحتوى الحراري للمواد الكتفاعلة)

☜ توقع نوع التفاعل طارد / ماص للحرارة ؟ فسر إجابتك .

التفاعل ماص للحرارة . لأن الطاقة النهائية أعلى من الطاقة الابتدائية ، ΔH موجبة .

السؤال الخامس:

١) احسب حرارة التفاعل ΔH للتفاعل الاتي:

$3C_{(s)} + 4H_{2(g)} \longrightarrow C_3H_{8(g)}$

1) $C_3H_{8(g)} + 5O_{2(g)} \longrightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(L)}$, $\Delta H = -2219.2KJ/mol$

2) $C_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$, $\Delta H = -393.5KJ/mol$

3) $H_{2(g)} + 1/2O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(L)}$, $\Delta H = -285.8KJ/mol$

٢)أحسبيΔHللتفاعل:

$$C_6H_4(OH)_{2(aq)} + H_2O_{2(aq)} \longrightarrow C_6H_4O_{2(aq)} + 2H_2O_{(L)}$$

مستخدما المعادلات التي تحدث تحت ظروف معينة وهي:

1) $C_6H_4(OH)_{2(aq)} \longrightarrow C_6H_4O_{2(aq)} + H_{2\,(g)}$, $\Delta H = +177.4$ kJ

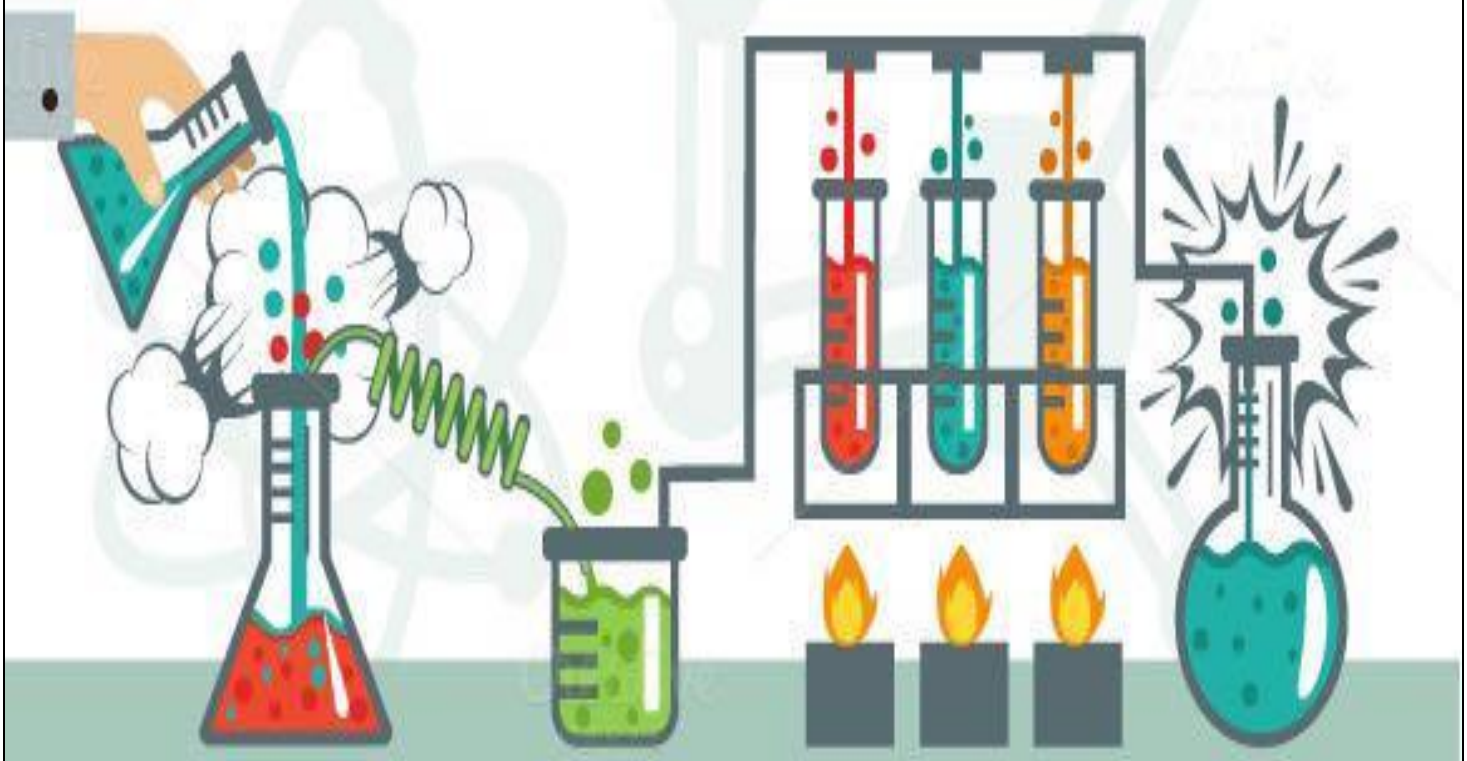
2) $H_{2\,(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{2(aq)}$, $\Delta H = -191.2$ kJ

3) $H_{2(g)} + 1/2O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(g)}$, $\Delta H = -241.8$ kJ

4) $H_2O_{(g)} \longrightarrow H_2O_{(L)}$, $\Delta H = -43.8$ kJ

الفصل الرابع

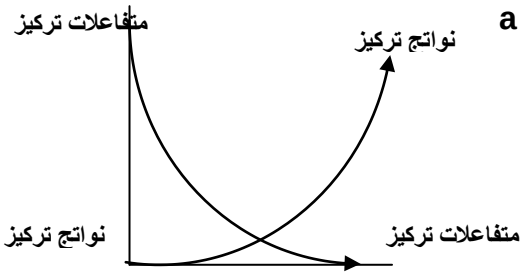
سرعة التفاعلات الكيميائية



سرعة التفاعل الكيميائي

الكيمياء الحركية : فرع الكيمياء الذي يعني بسرعة التفاعل وآلياته .

سرعة التفاعل : معدل التغير في كميات (تركيز) المواد المتفاعلة أو الناتجة في وحدة الزمن .	**تقاس: معدل اختفاء أحد المواد المتفاعلة أو معدل تكون أحد المواد الناتجة .**



$$aA + bB \longrightarrow cC + dD$$

معدل = $\frac{1}{\text{عدد المولات}}$ ---------

القياس : $\frac{1}{a}$ ----- معدل اختفاء A أو $\frac{1}{b}$ ------- معدل اختفاء B

$\frac{1}{c}$ ------ معدل تكون C أو $\frac{1}{d}$ ------- معدل تكون D

أمثلة : كيف يمكن قياس سرعة التفاعلات التالية :

$CO + NO_2 \longrightarrow CO_2 + NO$	$H_2 + I_2 \longrightarrow 2HI$
$N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3$	

طبيعة المواد المتفاعلة :

أ ـ الحالة الفيزيائية ب- عدد الروابط ج- النشاط الكيميائي

- ✓ **الحالة الفيزيائية : يسهل تفاعل المادة الصلبة عند إذابة في الماء لسهولة تحرك الأيونات (تصبح نشطة)**
- ✓ **عدد الروابط : كلما قلت عدد الروابط زادت سرعة التفاعل (تناسب عكسي) .**
- ✓ **النشاط الكيميائي : يعتمد على موقع العنصر في الجدول . تتفاعل ذرة البوتاسيوم مع الماء أسرع من تفاعل ذرة الصوديوم مع الماء أسرع من تفاعل ذرة الكالسيوم مع الماء عند نفس الظروف لنشاطها الكيميائي (علل)**

مثال / يختفي اللون الأرجواني للبرمنجنات مع أيونات الحديد الثنائي أسرع منه مع أيونات الأكسلات (علل) .

$MnO_4^- + Fe^{++} + H^+ \longrightarrow Fe^{+++} + Mn^{++} + H_2O$

$MnO_4^- + C_2O_4^{--} + H^+ \longrightarrow CO_2 + Mn^{++} + H_2O$

مثال / يتأكسد الميثان CH_4 أسرع من تأكسد البروبان C_3H_8 عند نفس الظروف (علل) .

تفاعل الأيون أسرع من تفاعل الذرة أسرع من تفاعل الجزيء الصغير أسرع من تفاعل الجزيء الكبير .

$Na_2CO_3 < NaCl < Na < Na^+$

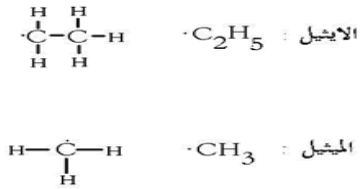
طبيعة المواد المتفاعلة

تتأثر سرعة التفاعل الكيميائي باختلاف طبيعة المواد المتفاعلة ويقصد بطبيعة المواد المتفاعلة عدة أمور منها :

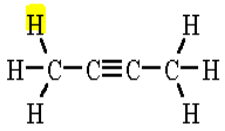
١ ـ عدد الروابط

أن التفاعلات التي تصاحبها تفكك روابط كيميائية كثيرة تكون سرعتها	اقل
ان التفاعلات التي يصاحبها تفكك عدد قليل من الروابط الكيميائية تكون سرعتها	عالية

مثال



مثال



٢ ـ نوع الروابط

نجد أن المواد المتفاعلة عندما تكون أيونية الرابطة فان تفاعلها يكون لحظي(سريع جد)ا وذلك بسبب سهولة سرعة تبادل الايونات بمجرد خلطها معا .

أما إذا كانت المواد المتفاعلة مرتبطة بروابط تساهميه فان التفاعلات تكون (بطيئة) عادة لأنها لا تتفكك ايونيا والتفاعلات تتم بين الجزيئات .

ومما سبق فان تفاعلات الايونات أسرع من تفاعل الذرات آو الجزيئات وتفاعل الذرات أسرع من تفاعل الجزيئات.

٣ ـ حالة المواد

ان بعض المواد لا يمكن أن تتفاعل مع بعضها في الحالة الصلبة بينما محاليلها تتفاعل بسهولة .

٤ ـ الصفات الكيميائية

انه كلما كانت المادة المتفاعلة أكثر نشاطا و فاعلية . زادة سرعة التفاعل الكيميائي

مثال على عناصر ذات نشاط كيميائي عالي

البوتاسيوم — الصوديوم — اليثيوم

مثال على عناصر ذات نشاط كيميائئ بطئ

الماغنيسيوم

٢ ـ المساحة السطحية للمتفاعل الصلب:

* في المخاليط الغازية والجسيمات الذائبة في المحاليل تختلط الجسيمات وتتصادم بحرية ، فتحدث تفاعلاتها بسرعة.

* في التفاعلات غير المتجانسة (المواد في حالات فيزيائية مختلفة) يحدث التفاعل عند تلامس الحالتين ، وهنا نجد

أن المساحة السطحية للصلب عامل مهم في تحديد سرعة التفاعل .

مثال : أ) يتفاعل مسحوق الخارصين مع حمض الهيدروكلوريك لإنتاج الهيدروجين بسرعة أكبر آلاف المرات من تفاعل مكعب من الخارصين مع نفس الحمض . (علل)

ب) قطعة الفحم الحجري تشتعل ببطء في الهواء ، لكن مسحوق الفحم الحجري يشتعل بانفجار (كما يحدث في المناجم) . (علل)

تمرين(١)

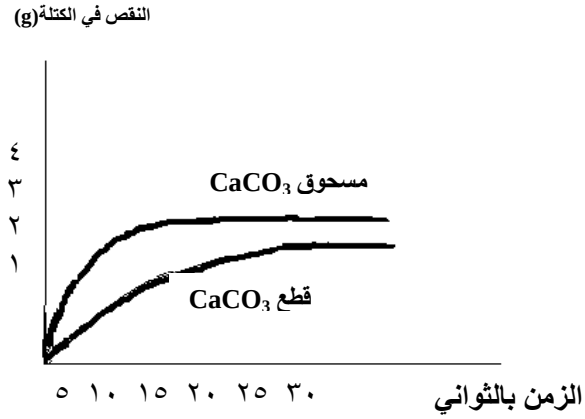
الرسم التالي يوضح العلاقة بين الزمن و النقص في كتلة $CaCO_3$ في حالة مسحوق و قطع عند تفاعله مع تركيز ثابت من حمض HCl ، ادرسيه جيدا ثم أجب على الاسئلة

أ) اكتبي معادلة التفاعل؟

ب) ما العلاقة بين النقص في كتلة $CaCO_3$ و زمن التفاعل

ج) في أي الحالتين يكون التفاعل أسرع، فسري ذلك؟

د) في أي الحالتين يكون تصاعد فقاعات غاز CO_2 أسرع



٣ ـ درجة الحرارة :

* رفع درجة الحرارة يزيد الطاقة الحركية للجسيمات مما يؤدي لحدوث عدد أكبر من التصادمات الفعالة ، وبالتالي يزيد من سرعة التفاعل .

* طاقة التصادم المؤثرة هي تلك الطاقة التي تساوي قيمتها طاقة التنشيط ، أو أكبر منها ، والحرارة المرتفعة تكسب

عدداً أكبر من الجسيمات طاقة كافية لتكوين معقدات منشطة ، مما يزيد من طاقة التصادمات وعددها ، وبالتالي

زيادة سرعة التفاعل . ورفع درجة الحرارة (10^0C) يضاعف سرعة التفاعل غالباً .

* خفض درجة الحرارة يقلل الطاقة الحركية للجسيمات ، مما يقلل عدد التصادمات الفعالة فتقل سرعة التفاعل .

زيادة درجة الحرارة تؤدي إلى زيادة الطاقة المنشطة لدى الجزيئات المتصادمة التي تزيد من التصادمات المثمرة التي تزيد من سرعة التفاعل .

علل:

١) يذوب فوار فيتامين C في كأس من الماء الحار أسرع من ذوبانه في كأس من الماء البارد .

٢) يذوب السكر في كوب من الشاي الحار أسرع من ذوبانه في كوب من العصير البارد .

٣) تزداد سرعة التفاعل بزيادة درجة الحرارة (تناسب طردي) كلما زادت الحرارة زادي كمية المادة الناتجة .

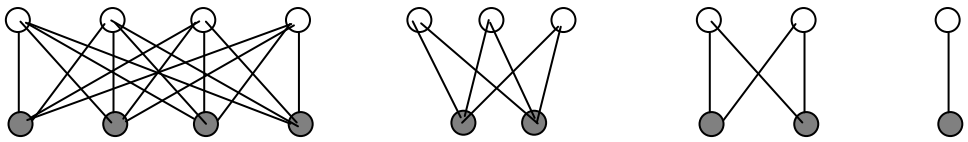
٤ ـ التركيز :

تزداد سرعة التفاعلات بزيادة تركيز المادة المتفاعلة :

١) في التفاعلات غير المتجانسة ، مثل احتراق الفحم في الأكسجين (تفاعل غير متجانس) ، نجد أن الضوء المنبعث من عملية الاحتراق في الأكسجين النقي (تركيز الأكسجين فيه يزيد عن تركيزه في الهواء الجوي ٥ مرات) أكبر من الضوء المنبعث من عملية احتراق الفحم في الهواء (سرعة احتراق الفحم في الاكسجين النقي أكبر لزيادة التركيز) .

في هذا التفاعل غير المتجانس لا تعتمد سرعة التفاعل على مساحة السطح الصلب فقط بل أيضاً على التركيز .

٢) في التفاعلات المتجانسة ، زيادة تركيز أحد المتفاعلات يزيد احتمالية عدد الصدمات الفعالة ، مما يزيد من سرعة التفاعل . إذن تعتمد سرعة التفاعل على تركيز واحد أو أكثر من المتفاعلات .



يؤثر عدد جزيئات الأنواع المتفاعلة في عدد التصادمات المحتملة ، وبالتالي في سرعة التفاعل

قوانين سرعة التفاعل : عند دراسة تأثير التركيز على سرعة تفاعل ـ تثبت درجة الحرارة ، كما تثبت مختلف تراكيز المتفاعلات الأخرى عدا تلك المادة التي يدرس تأثير تغير تركيزها على سرعة التفاعل . ويتم ذلك غالبا بتجارب عملية

مثلاً : يتفاعل غاز الهيدروجين مع أول أكسيد النيتروجين عند ثبات الحجم ودرجة حرارة مرتفعة وثابتة كالتالي :

$$2H_{2(g)} + 2NO_{(g)} \rightarrow N_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

١ – سرعة التفاعل R تتناسب طردياً مع تركيز الهيدروجين . $R \propto [H_2]$

٢ – سرعة التفاعل R تتناسب طردياً مع مربع تركيز NO . $R \propto [NO]^2$

$$R \propto [H_2].[NO]^2 \quad , \quad R = k[H_2].[NO]^2 \quad , \quad R = k[A]^n.[B]^m$$

حيث k ثابت السرعة النوعية ، n , m رتبة المتفاعلات . والرتبة الكلية للتفاعل = n+m للمتفاعلات فقط .

تمرين (١)

- لقياس السرعة الابتدائية للتفاعل $2HI_{(g)} \rightarrow H_{2(g)} + I_{2(g)}$ ، أجريت ثلاث تجارب مختبرية تحت شروط متماثلة ، وكانت النتائج في الجدول التالي :

التجربة	[HI][M]	السرعة (M/s) تعني مول / ثانية
١	0.015	1.1×10^{-3}
٢	0.030	4.4×10^{-3}
٣	0.045	9.9×10^{-3}

☜ اكتب قانون سرعة التفاعل . جد قيمة ثابت السرعة النوعية ووحداته .

الحل : صيغة قانون السرعة العام لهذا التفاعل هي $R = k[HI]^n$

$$k = \frac{R}{[HI]^n}$$

ولهذا لابد من معرفة قيمة الأس n .

ومن التجربتين ١ ،٢ يمكننا إيجاد نسبة التركيز ونسبة السرعة :

نسبة التركيز : $\frac{[HI]_2}{[HI]_1} = \frac{0.030M}{0.015M} = 2.0$ نسبة السرعة : $\frac{R_2}{R_1} = \frac{4.4 \times 10^{-3}\ M/s}{1.1 \times 10^{-3}\ M/s} = 4.0$

إذن الرتبة = ٢ لأن السرعة تتناسب مع مربع التركيز .

ونجد أنه عندما يتضاعف التركيز (يضرب في المعامل ٢) تزداد السرعة إلى ٤ أمثال (يضرب المعامل في ٤ أو 2^2 .) قيمة n = ٢

فيصبح القانون هو $R = k[HI]^2$ ولإيجاد قيمة k نعوض في القانون السابق لأي تجربة ، فنجد أن $k = 4.9\ M^{-1}s^{-1}$.

ملاحظة : عند التعويض عن تركيز $[HI]^2$ نعوض بالتركيز الابتدائي $(0.015)^2$ في جميع التمارين المتعلقة بهذه المسألة .

تمرين (٢)

- في التفاعل: $2NO_2F_{(g)} \rightarrow (Pt_{(s)}) \quad 2NO_{2(g)} + F_{2(g)}$ أعطت ثلاث تجارب عملية النتائج المرفقة، وظفها للإجابة على الأسئلة التالية :

رقم التجربة	$[F_2]$ M	$[NO_2]$ M	السرعة M /s
١	4×10^{-5}	1×10^{-5}	$1.1\times^{-2}$
٢	8×10^{-5}	1×10^{-5}	$4.4\times^{-2}$
٣	8×10^{-5}	2×10^{-5}	$8.8\times^{-2}$

☜ اكتب قانون سرعة التفاعل :...

نقارن نتائج التجربتين ١ ، ٢ لأن تركيز NO_2 فيهما ثابت

نسبة التركيز $= \frac{[F_2]_2}{[F_2]_1} = \frac{8\times10^{-5}\ M}{4\times10^{-5}\ M} =$ ٢

نسبة السرعة $= \frac{R_2}{R_1} = \frac{4.4\times10^{-2}\ M/s}{1.1\times10^{-2}\ M/s} =$ ٤

لذلك عندما يتغير تركيز F_2 بمعامل ٢ تتغير السرعة بمعامل ٤ إذا رتبة F_2 هي الثانية .

نقارن نتائج التجربتين ٣ ، ٤ لأن تركيز F_2 فيهما ثابت

نسبة التركيز $= \frac{[NO_2]_3}{[NO_2]_1} = \frac{2\times10^{-5}\ M}{1\times10^{-5}\ M} =$ ٢

نسبة السرعة $= \frac{R_3}{R_2} = \frac{8.8\times10^{-2}\ M/s}{4.4\times10^{-2}\ M/s} = 2$

لذلك عندما يتغير تركيز NO_2 بمعامل ٢ ، تتغير السرعة بمعامل ٢ ، إذا رتبة NO_2 هي الأولى .

∴ القانون هو $R = k[F_2]^2[NO_2]^1$

☜ احسب قيمة ثابت السرعة النوعية للتفاعل

$$k = \frac{R}{[F_2]^2[NO_2]} = \frac{1.1\times10^{-2}\ M/s}{(4\times10^{-5}\ M)^2(1\times10^{-5}\ M)^1} = 6.9\times10^{11} M^{-2}s^{-1}$$

☜ احسب سرعة التفاعل عندما $[F_2] = [NO_2] = (0.5\ M)$

$$R = k[F_2]^2[NO_2]^1 = 6.9\times10^{11}(0.5)(0.5)^2 = 8.6\times10^{10}\ M/s$$

☜ هل يحدث التفاعل في خطوة واحدة ؟ ... لا

فسر إجابتك . ... لأن الأس الذي يرفع إليه التركيز المولاري لكل متفاعل في قانون السرعة لا يساوي معامل التفاعل في المعادلة الكيميائية الموزونة .

تمرين (٣)

- يعمل ثاني أكسيد النيتروجين (NO_2) الناتج عن احتراق الوقود في السيارات على تفكك طبقة الأوزون وفق التفاعل التالي :

$$2NO_{2(g)} + O_{3(g)} \rightarrow N_2O_{5(g)} + O_{2(g)}$$

أجريت ثلاث تجارب عملية لقياس السرعة الإبتدائية لهذا التفاعل ، وكانت الظروف متماثلة في التجارب الثلاث باستثنـاء تركيز المتفاعلات التي كانت متغيرة . وكانت النتائج كما يلي :

التجربة	$[NO_2]$M	$[O_3]$M	السرعة(m/s)
١	0.0016	0.0025	4.7×10^{-8}
٢	0.0024	0.0025	7.0×10^{-8}
٣	0.0024	0.0050	1.4×10^{-7}

والمطلوب :

☜ ما رتبة O_3 ؟ ☜ ما رتبة NO_2 ؟

☜ اكتب قانون سرعة التفاعل مع تحديد الرتبة الكلية .

☜ احسب قيمة ثابت السرعة النوعية مع تحديد وحدته.

☺ نقارن التجربتين (١ و ٢) لأن تركيز O_3 فيهما ثابت .

نسبة التركيز = $\frac{[NO_2]_2}{[NO_2]_1} = \frac{0.0024\ M}{0.0016\ M}$ = ١.٥ نسبة السرعة = $\frac{R_2}{R_1} = \frac{7.0\times10^{-8}}{4.7\times10^{-8}}$ = ١.٥

لذلك عندما يتغير تركيز NO_2 بمعامل ١.٥ تتغير السرعة بمعامل ١.٥ .

- رتبة NO_2 هي الأولى .

☺ نقارن التجربتين (٢ و ٣) لأن تركيز NO_2 فيهما ثابت .

نسبة التركيز = $\frac{[O_3]_3}{[O_3]_2} = \frac{0.0050\ M}{0.0025\ M}$ = ٢ نسبة السرعة = $\frac{R_3}{R_2} = \frac{1.4\times10^{-7}}{7.0\times10^{-8}}$ = ٢

لذلك عندما يتغير تركيز NO_2 بمعامل ١.٥ تتغير السرعة بمعامل ١.٥ .

- رتبة O_3 هي الأولى .

☺ قانون السرعة $R = K\,[NO_2].\,[O_3]$ الرتبة الكلية للتفاعل هي الثانية .

☺ لإيجاد قيمة K نعوض القيم المعلومة لأي من التجارب (التجربة الأولى مثلاً)

$4.7\times10^{-8}\ M/s = K\ (0.0025\ M) \times (0.0016\ M)$ ومنها $\underline{K = 0.012\ M^{-1}s^{-1}}$

تمرين (٣)

يحدد تفاعل بين المتفاعلين X , Y بآلية الخطوة الواحدة : $X + 2Y \rightarrow XY_2$

اكتب قانون سرعة هذا التفاعل ثم حدد تأثير كل مما يلي في سرعة التفاعل :

أ ـ مضاعفة تركيز X . ب ـ مضاعفة تركيز Y . جـ ـ استخدام ثلث تركيز Y .

الحل : بما أن المعادلة تمثل آلية الخطوة الواحدة ، فإنه يمكن كتابة قانون السرعة من المعادلة مباشرة (وإلا تعذر كتابته)

قانون سرعة التفاعل هو $R = k\,[X][Y]^2$

أ ـ مضاعفة تركيزX تضاعف السرعة $R = k\,[2X][Y]^2$ ب ـ مضاعفة تركيزY تزيد السرعة إلى أربعة أمثالها $R = k\,[X][2Y]^2$

جـ ـ استخدام ثلث تركيز Y يقلل السرعة إلى تُسع قيمتها الابتدائية $R = k\,[X][⅓Y]^2$.

ملاحظات :

١) التعويض عن التركيز يكون بالتركيز الابتدائي .
٢) لتعيين نسبة السرعة ، نقسم السرعة الكبيرة في تجربة على السرعة الصغيرة في تجربة أخرى .
٣) إذا كان التفاعل من عدة خطوات ، نستخدم الخطوة الأبطأ ونهمل باقي الخطوات .

نظرية التصادم :

لحدوث تفاعل كيميائي بين المواد يجب أن تتصادم جسيماته (جزيئات أو ذرات أو أيونات) بعد أن تتغلب على أي قوى تنافر بينها . ونظرية التصادم تفسر نجاح أو فشل هذه التصادمات لتكوين نواتج .

السبب في فشل التصادمات وعدم حدوث تفاعل :

١ـ عدم وجود طاقة كافية في الجسيمات المتصادمة لدمج إلكترونات التكافؤ وكسر روابط الجزيئات . أو
٢ ـ لا يكون وضع الجسيمات المتصادمة في اتجاه مناسب لحدوث التفاعل.

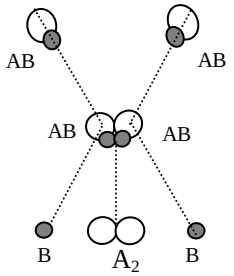
والسبب في نجاح التصادمات الفعالة وحدوث تفاعل :

١ ـ امتلاك الجسيمات المتصادمة الطاقة الكافية . و
٢ ـ يكون وضع الجسيمات المتصادمة في الاتجاه المناسب لحدوث التفاعل.

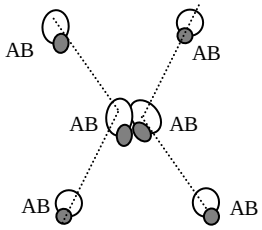
نظرية التصادم : فروضها ١ـ لحدوث التفاعل يجب حدوث تصادم (تصادم مثمر) ٢ـ ليس كل تصادم يؤدي لحدوث تفاعل (تصادم غير مثمر)	**شروط التصادم المثمر :** ١ـ يجب أن تكون للجزيئات المتصادمة وضع واتجاه مناسب . ٢ـ يجب أن تكون للجزيئات المتصادمة طاقة منشطة .
الطاقة المنشطة : الطاقة التي تفوق طاقة التفاعل . أو تحويل المواد المتفاعلة إلى المركب النشط .	**المركب النشط :** مركب لحظي وغير مستقر ويتكون عندما تمتلك المواد المتفاعلة الطاقة المنشطة .

لنأخذ التفاعل المتجانس $AB + AB \leftrightarrows A_2 + 2B$

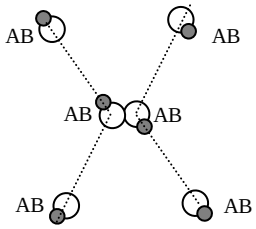
يحدث التفاعل إذا امتلكت جسيمات AB طاقة كافية ، وكان وضع الجسيمات المتصادمة مناسباً لحدوث التفاعل بحيث يكون أطراف الجزيئات المتفاعلة والتي سيتكون منها مركبات جديدة متوافقة وفي اتجاه واحد .



(أ) تصادم فعال
اتجاه وطاقة مناسبان



(ب) تصادم غير فعال
طاقة غير كافية



(جـ) تصادم غير فعال
اتجاه غير مناسب

طاقة التنشيط

مثال توضيحي

في التفاعل $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)}$, $\Delta H = -483.6\ kJ$
حرارة التكوين مرتفعة جداً وسالبة $\Delta H^0_f = -285.8\ kJ/mo$ (كان من المفترض أن يكون التفاعل تلقائيا) ، والتغير في الطاقة الحرة $\Delta G^0 = -237.1 kJ/mol$ (قيمة سالبة) إلا أن هذا التفاعل لا يحدث تلقائياً عند درجة حرارة الغرفة ، فلماذا ؟

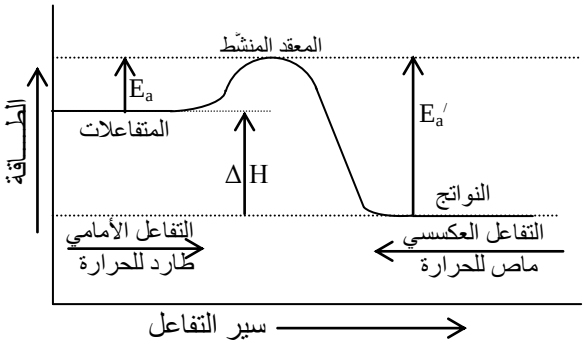
السبب: ١ ـ عند تقارب جزيئات O_2 , H_2 تتنافر السحب الإلكترونية مما يقلل احتمال التصادم .
٢ ـ عدم توفر الطاقة اللازمة لكسر الروابط $O = O$, $H - H$.
٣ ـ عدم توفر الطاقة الحركية للجزيئات المتصادمة لمزج إلكترونات التكافؤ لتكوين الروابط في جزيئات الماء.

ولحدوث هذا التفاعل يلزمنا طاقة لكسر روابط المتفاعلات وتكوين روابط جديدة ، وهذه تسمى طاقة التنشيط

طاقة التنشيط E_a : هي الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لتحويل المتفاعلات إلى الخليط منشَّط .

وهذه الطاقة تعمل على وضع التفاعلات الطاردة للحرارة على مسار التفاعل ، حيث أن الطاقة الناتجة عن التفاعل بعد ذلك تعمل على تنشيط الجزيئات الأخرى واستمرار التفاعل حتى النهاية .

والشكل المجاور يظهر مساراً عاماً أمامياً لتفاعل طارد للحرارة

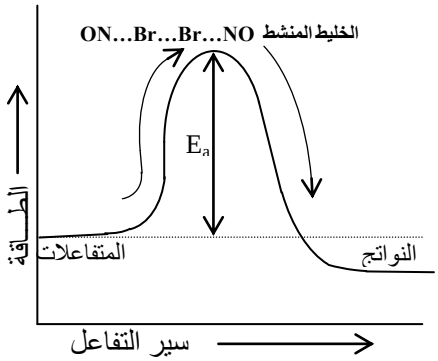


وطاقة التنشيط هي E_a .
ـ التفاعل العكسي $2H_2O_{(l)} \rightarrow 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$ تفاعل ماص للحرارة ، لأن طاقة الماء المتفاعل أقل من طاقة النواتج (H_2, O_2) ، لذلك فإن الطاقة اللازمة لتنشيط هذا التفاعل العكسي E_a' أكبر من الطاقة اللازمة لتنشيط التفاعل الطردي .

ـ الفرق بين الطاقة اللازمة لتنشيط التفاعل العكسي E_a' والطاقة اللازمة لتنشيط التفاعل الطردي E_a يساوي التغير في المحتوى الحراري ΔH لهذا التفاعل . إذن طاقة التفاعل = الفرق بين طاقتي تنشيط التفاعلين الأمامي E_a والعكسي $E_{a'}$.
ـ تكون قيمة ΔH للتفاعل الطردي مساوية عددياً قيمة ΔH للتفاعل العكسي مع تغيير الإشارة .

الخليط المنشَّط :
ـ عند تصادم الجسيمات يتحول جزء من طاقتها الحركية العالية إلى طاقة كامنة داخل الجسيمات المتصادمة ، وإذا كانت الطاقة المتحررة كافية ، تتنشط الجزيئات ذات الاتجاه المناسب وتتكون روابط جديدة .
ـ في الفترة القصيرة لتكسر وتكون الروابط ، يتكون تركيب في حالة انتقالية ، وفيه يبقى بعض الترابط موجود جزئياً .

الخليط المنشَّط : هو التركيب الانتقالي الناتج عن التصادم الفعال ، والذي يبقى أثناء تكسر الروابط الأصلية وتكون الروابط الجديدة ، وهو يمثل أعلى نقطة في منحنى الطاقة . ولا بد من أن تحتوي التصادمات بين جزيئات المتفاعلات على كمية كافية من الطاقة لكي يتكون المعقد المنشط ، وإلا فإن التفاعل لن يحدث .والمعقد المنشط عمره قصير تتكون خلاله روابط جديدة لتكوين النواتج أو إعادة تكوين المتفاعلات .
مثال: تفكك غاز بروميد النيتروز الطارد للحرارة. $2BrNO \leftrightarrows Br_2 + 2NO$
ـ في هذا التفاعل تتكسر رابطتان من $Br{-}N$ (وذلك من جزيئين من $BrNO$) وهذا يتطلب طاقة عالية . ويتكون بالمقابل رابطة واحدة $Br - Br$ (Br من كل جزيْ) .



- أثناء التصادم الفعال ، يحدث خلال فترة زمنية قصيرة تكسّر جزئـــي للرابطة Br-N ، وفي ذات الوقت يحدث تكوّن جزئي للرابطة Br-Br
- وعندما يرفع التصادم الفعال الطاقات الداخلية للمتفاعلات إلى الحـــد الأدنى الملائم للتفاعل ، يتكون تركيباً انتقالياً ON…Br…Br…NO يعرف بالخليط المنشط ، والذي يمثل أعلى نقطة في منحنى الطاقة .
- في التفاعل العكسي يمر التفاعل أيضاً بالخليط المنشط ذاته، والرابطة التي انكسرت في الخليط المنشط في التفاعل الأمامي يعاد تكوينهـــا في التفاعل العكسي .

- حسب النظرية الحركية للجزيئات فإن سرعة الجزيئات وطاقتها الحركية تزداد برفع درجة الحرارة .
- تزايد السرعة يسبب تصادمات أكثر مما يزيد من عدد التفاعلات . لكن الزيادة في معدل التفاعلات لا يعتمد فقط على الزيادة في عدد التصادمات ، لأنها ليست جميعها فعالة ، والتصادمات الفعالة هي التي تحوي طاقة كافية لتكوين خليط منشط .
- ورفع درجة الحرارة يعرض جزيئات أكثر إلى طاقة التنشيط مما يزيد من معدل التفاعل .

يكون للخليط المنشط في مراحل تكونه القصيرة ترابط جزئي (حالة وسطى) وهو إما :

١ - أن يكون روابط جديدة ، وينفصل إلى جسيمات الناتج أو

٢ - يعيد تكوين الروابط الأصلية فيعود وينفصل إلى جسيمات المتفاعلات .

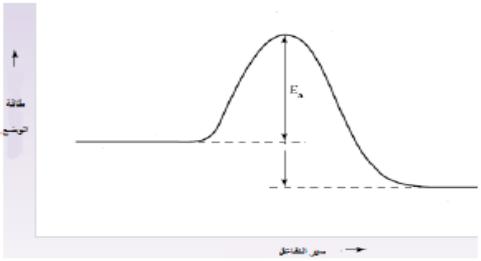
وعمر الخليط المنشط قصير جداً تخضع خلاله الروابط لعملية تكسر وتكوين روابط جديدة في النواتج (الأمامي) ، أو إعادة تكوين الروابط الأصلية للمتفاعلات(العكسي).

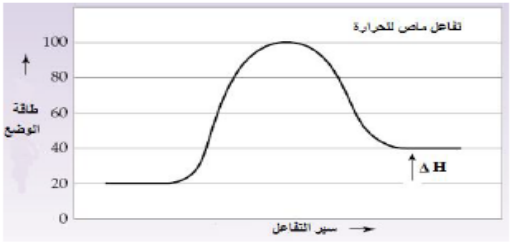
مثال

في التفاعلات الانعكاسية قارن بين طاقة التنشيط اللازمة للتغير الطارد الحرارة ، وطاقة التنشيط اللازمة للتغير الماص للحرارة .

(تكون طاقة التنشيط اللازمة لحصول التغير الماص للحرارة أكبر من طاقة التنشيط اللازمة لحصول التغير الطارد للحرارة بمقدار كمية حرارة التفاعل في النظام .)

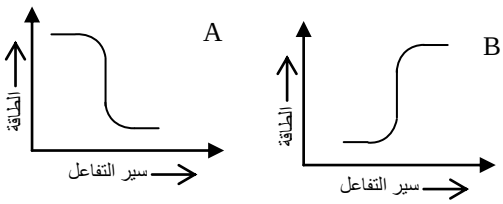
مقارنة بين التفاعلات الماصة للحرارة والتفاعلات الطاردة للحرارة:





التفاعل الماص للحرارة	التفاعل الطارد للحرارة
ΔH موجبة	ΔH سالبة
طاقة تنشيط اكبر	طاقة تنشيط اقل
تفاعل أبطأ	تفاعل أسرع

تمرين (١)



تأمل كلاً من الشكلين والتفاعلين التاليين ، وأجب عن الأسئلة التي تليها :

$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)} + 483.6\ kJ \quad (1)$$

$$Ca(OH)_{2(s)} \xrightarrow{\Delta} CaO_{(s)} + H_2O_{(g)} \quad \Delta H = +106.5\ kJ/mol \quad (2)$$

- أي الشكلين يمثل المعادلة رقم (٢) ؟ B
- لا تمثل ΔH في التفاعل الأول حرارة تكوين بخار الماء . فسر ذلك .

لأنه ينتج في التفاعل مولين من بخار الماء ، وبالتالي فإن ΔH للتفاعل تمثل ضعف حرارة تكوين بخار الماء .

- في التفاعل الثاني إذا تكون الماء السائل بدلاً من بخار الماء . ماذا تتوقع لقيمة ΔH . مع التفسير .

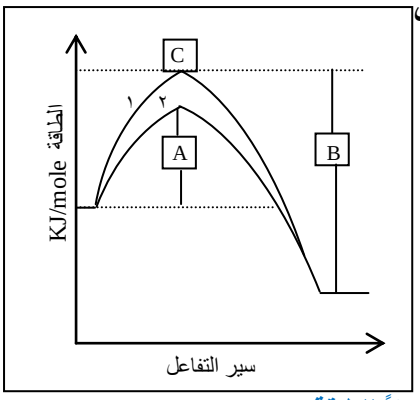
قيمة ΔH سوف تقل ، لأن جزء من الطاقة المستخدمة كان يستهلك في تحويل الماء السائل إلى بخار ، وبما أنه سوف ينتج ماء سائل فسوف يتم توفير جزء من الطاقة .

- في الشكل A تكون المواد الناتجة أكثر استقراراً من المواد المتفاعلة . فسر ذلك .

لأن طاقة النواتج أقل من طاقة المواد المتفاعلة ، ولذلك تكون أكثر مقاومة للتغيير .

تمرين (٢)

الرسم البياني يمثل سير التفاعل لتفكك فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 ادرس الشكل ثم أجب عن الأسئلة التالية :



- على ماذا تدل الرموز A , B , C ؟

A : تدل على طاقة التنشيط للتفاعل الأمامي

B : تدل على طاقة التنشيط للتفاعل غير المحفز العكسي .

C : تدل على الخليط المنشط للتفاعل غير المحفز.

- هل التفاعل في المسار ١ ماص أم طارد للحرارة ؟

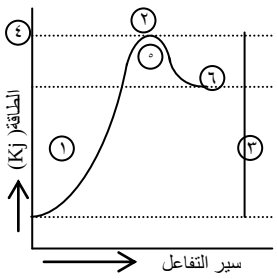
التفاعل طارد للحرارة .

- أي المسارين ١ أم ٢ يكون فيه التفاعل أسرع ؟ ولماذا ؟

المسار ٢ يكون فيه التفاعل أسرع ، وذلك بسبب وجود حفاز يوفر مساراً بديلاً للطاقة .

تمرين (٣)

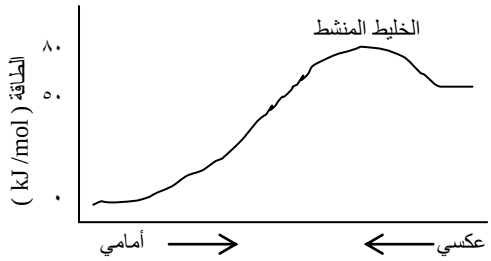
الرسم البياني المجاور يوضح تغير طاقة أحد التفاعلات بوحدة (Kj)



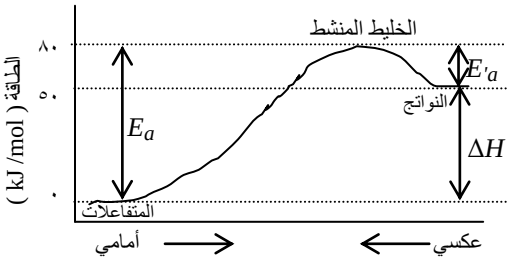
ادرسه وأجب عما يلي :

- ما الذي يمثله الرقم (١) ؟ يمثل ΔH
- أي من الأرقام يمثل قيمة طاقة الخليط المنشط ؟ الرقم (٢)
- هل هذا التفاعل ماص للحرارة أم طارد للحرارة ؟ التفاعل ماص للحرارة .

تمرين (٤)



تأمل الشكل البياني للطاقة المبين في الرسم التالي ،
وضع علامات للمتفاعلات ، والنواتج ، ΔH و ΔE_a و $\Delta E_{a'}$ ،
ثم احسب قيم كل من ΔH أمامي ، عكسي ΔH و ΔE_a و $\Delta E_{a'}$ ،



الحل : **يقع مستوى طاقة المتفاعلات دائماً في الطرف الأيسر من المنحـــنى وطاقة النواتج في الطرف الأيمن من المنحنى ، والتغير في المحتـوى الحراري ΔH هو الفرق بين المستويين.**
وتختلف طاقة التنشيـــط بين اتجاهي التفاعلين الأمامي والعكسي وهي أدنى طاقة لازمـــة لتحقيق تفاعل فعال في كلا الاتجاهين .
أما E_a فهو الفرق بين مستوى طاقـة المتفاعلات وطاقة الخليط المنشط
$E_{a'}$ هو الفرق بين مستوى طـــاقة النواتج وطاقة الخليط المنشط .

ΔH أمامي = طاقة النواتج − طاقة المتفاعلات
ΔH أمامي = 50 kJ/mol − 0 kJ/mol = + 50 kJ/mol
ΔH عكسي = طاقة المتفاعلات − طاقة النواتج
ΔH عكسي = 0 kJ/mol − 50 kJ/mol = − 50 kJ/mol
E_a = طاقة المعقد المنشط − طاقة المتفاعلات
E_a = 80 kJ mol − 0 kJ/mol = 80 kJ/mol
$E_{a'}$ = طاقة المعقد المنشط − طاقة النواتج
$E_{a'}$ = 80 kJ/mol − 50 kJ/mol = 30 kJ/ mol

٥ ـ وجود الحفازات :

الحفاز : هو مادة تغير من سرعة التفاعل الكيميائي (إما بزيادة السرعة أو بإبطائها) دون أن تستهلك .

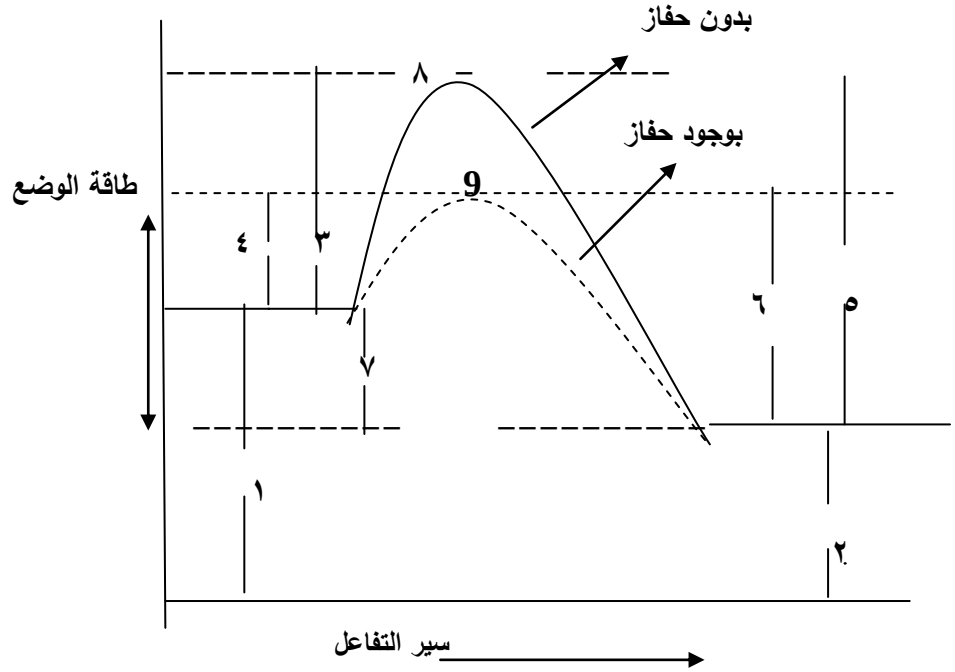
صفات (خصائص) الحفازات :ـ

١ـ لا تستهلك الحفازات في التفاعل الكيمائي بل تعود الى اصلها بعد انتهاء التفاعل .
٢ـ يقدم الحفاز مساراً اضافياً للتفاعل بطاقة تنشيط جديدة اصغر من طاقة التنشيط المطلوبة في غياب الحفاز مما يزيد من سرعة التفاعل وثابت سرعة التفاعل K .
٣ـ لا يؤثر الحفاز على قيمة حرارة التفاعل ΔH ؟ علل
(لان طاقة المواد المتفاعلة والناتجة لا تتغيروانما تبقى ثابتة بوجود او بغياب الحفاز وبالتالي سيبقى الفرق في الطاقة ثابت وقيمةΔH ثابتة)
٤ـ لا يؤثر الحفاز على قيمة ثابت الاتزان K_C ولكنه يقلل من الزمن اللازم للوصول الى حالة الاتزان.

علل: اضافة الحفاز الى التفاعل يعمل على زيادة سرعة التفاعل؟!
لان الحفاز يعمل على خفض طاقة التنشيط للتفاعل مما يزيد من عدد الجزيئات التي تمتلك طاقة التنشيط وهذا يزيد من عدد التصادمات الفعّالة وزيادة سرعة التفاعل

مثال

ماذا تمثل الارقام من (١-٩) في الشكل االتالي لتفاعل طارد للحرارة :



" تفاعل طارد الحرارة " ΔH (-) لان طاقة المواد الناتجة اقل من المتفاعلة

ماذا تمثل الارقام من (١-٩) في الشكل السابق:

١- طاقة الوضع للمواد المتفاعلة ٢- طاقة الوضع للمواد الناتجة

٣- طاقة التنشيط للتفاعل الامامي بدون حفاز ٤- طاقة التنشيط للتفاعل الامامي بوجود حفاز

٥- طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بدون حفاز ٦- طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بوجود حفاز

٧-حرارة التفاعل (ΔH) ٨- طاقة المعقد المنشط بدون حفاز ٩- طاقة المعقد المنشط بوجود حفاز

**** ما هو اثر اضافة الحفاز على كل من : أ- طاقة وضع المواد المتفاعلة: ⟵ لا يؤثر**

ب - طاقة وضع المواد الناتجة : ⟵ لا يؤثر

ج- طاقة وضع المعقد المنشط : ⟵ تقل

د- طاقة التنشيط للتفاعل الامامي: ⟵ تقل

هـ -حرارة التفاعل (ΔH): ⟵ لا يؤثر

و- ثابت السرعة K : ⟵ يؤثر (يزداد)

***** بالاستعانة بالشكل السابق ما هو مبدأ عمل الحفاز ؟! خفض طاقة التنشيط وزيادة سرعة التفاعل**

**انواع الحفازات حسب حالتها في التفاعل **

١- **الحفازات المتجانسة:-** وهي الحفازات التي توجد في حالة فيزيائية مشابهة للحالة الفيزيائية لوسط التفاعل

مثال(١) : استخدام غاز $NO_{(g)}$ كحفاز متجانس لزيادة سرعة انتاج $SO_{3(g)}$

$$SO_{2(g)} + O_{2(g)} \xrightarrow{NO_{(g}} 2SO_{3(g)}$$

مثال (٢) تفاعل الكحول لانتاج الكين بوجودالحفاز

$$CH_3CH_2OH_{(aq)} \xrightarrow[\text{حرارة}]{H+_{(aq)}} CH_2 == CH_{2(aq)}$$

٢- **الحفازات غير المتجانسة :-** وهي الحفازات التي توجد في حالة فيزيائية مختلفة عن الحالة الفيزيائية لحالة المواد المتفاعلة.

مثال: ١- تحضير الامونيا NH_3 : $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \xrightarrow{Fe_{(s)}} 2NH_{3(g)}$

الحالة الفيزيائية للعامل المساعد Fe صلب المواد المتفاعلة في الحالة الغازية .

٢- هدرجة الالكينات :-

$$CH_2{=}CH_{2(g)} + H_{2(g)} \xrightarrow[Ni(s)]{Pt_{(s)}} CH_3\,CH_{3(g)}$$

٣- استخدام مركبات البلاتين Pt، او البلاديوم pd كحفازات غير متجانسة في عادم السيارة للتخلص من الغازات الضارة الناتجة عن احتراق الوقود مثل CO ، NO .(المحول الحفاز)

$$2CO_{(g)} + 2NO_{(g)} \xrightarrow{Pt_{(s)}\ ,\ Pd_{(s}} 2CO_{2(g)} + N_2$$

- الانزيمات : هي عبارة عن حفازات تتواجد بتراكيز صغيرة جدا في الكائنات الحية وهي ضرورية لتسريع التفاعلات الكيميائية الحيوية فيها .
  مثل تأكسد السكر في جسم الانسان بسرعة مناسبة على درجة حرارة الجسم ٣٧ سْ بتحضير انزيم خاص به.
- ملاحظة: يعتبر تسريع بعض التفاعلات الكيميائية ضروري مثل تفاعل الهدرجة في الصناعه ، وابطاء تفاعلات اخرى مطلوب مثل ابطاء حدوث تكسر الاوزون في الجو.

فسر أجابتك تفسيراً علمياً صحيحاً

١) **تزداد سرعة التفاعل الكيميائي بزيادة درجة الحرارة .**

بزيادة درجة الحرارة تزيد الطاقة الحركية لجسيمات المادة ما يؤدي إلى حدوث عدد أكبر من التصادمات الفعالة. وكلما زاد عدد التصادمات الفعالة ، تزداد سرعة التفاعل . كذلك عند درجات الحرارة العالية ، يكتسب عدد أكبر من الجسيمات طاقة كافية لتكوين معقدات منشطة ، أي تزداد طاقة التصادمات وعددها بزيادة درجة الحرارة .

٢) **تزداد سرعة تفكك بيروكسيد الهيدروجين عند إضافة ثاني أكسيد المنجنيز .**

لأنه يعمل على تكوين الخليط منشط يحتاج إلى طاقة تنشيط أقل من خلال إيجاد مسار بديل للطاقة .

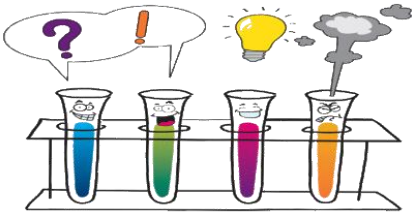
٣) **إضافة حفاز للنظام المتزن لا يؤثر على قيمة ثابت الاتزان .**

لأن إضافة حفاز يزيد من سرعة التفاعل الأمامي والعكسي بنفس المقدار ، ولذلك لا يؤثر على الكميات النسبية للمتفاعلات والنواتج عند الاتزان .

٤) تفاعل الكربون مع أكسجين نقي أسرع من تفاعله مع أكسجين الهواء الجوي .
لأن تركيز الأكسجين في الحالة الأولى أعلى منه في الحالة الثانية مما يجعل عدد التصادمات الفعالة في الحالة الأولى أكبروالتفاعل أسرع .

٥) لا يحدث تفاعل أحياناً حتى وإن كان للتصادم طاقة تفيض عن طاقة التنشيط .
(لحدوث أي تفاعل ، من الضروري أن يكون التصادم ذا طاقة كافية ، كما أن الجزيئات يجب أن تكون في الاتجاه الصحيح والمناسب لحظة التصادم . فإذا انعدم أحد هذين الشرطين فلن يكون هناك تفاعل . وهنا انعدم شرط الاتجاه .)

٦) لا تتغير قيمة ثابت السرعة النوعية k بتغير قيم تراكيز المتفاعلات والنواتج .
لأنه عند تغير التركيز فإن السرعة تتغير بنفس المعدل .



أسئلة منوعة على الفصل الرابع

السؤال الاول: ضع علامة (✓) فى المربع المقابل للإجابة الصحيحة:-

١) تفاعل فلز البوتاسيوم (العدد الذري ١٩) مع الماء أسرع من تفاعل فلز الصوديوم (العدد الذري ١١) مع الماء عند نفس الظروف بسبب:			
أ) نشاط البوتاسيوم أكبر من الصوديوم	ب) نشاط البوتاسيوم أقل من الصوديوم	ج) عدد روابط البوتاسيوم أكبر من الصوديوم	د)عدد روابط البوتاسيوم أقل من الصوديوم
٢) يحترق السكر في جسم الإنسان عند ٣٧ ° م بينما يحتاج حرق السكر في المختبر إلى درجات حرارة عالية بسبب:			
أ) وجود الأنزيمات في جسم الإنسان	ب)عدم وجود الأنزيمات في جسم الإنسان	ج) انخفاض درجات الحرارة في جسم الإنسان	د- (ب و ج)
٣) تعرف سرعة التفاعل بـ			
أ) معدل الزيادة في كمية المواد المتفاعلة في وحدة الزمن	ب) معدل التغير في كمية المواد المتفاعلة أو الناتجة في وحده الزمن	ج) معدل التغيير في كمية المواد الناتجة في وحدة الزمن	د) معدل الزيادة في كمية المواد في وحدة الزمن
٤) أحد الطرق التالية تستخدم لقياس سرعة التفاعل التالي : $H_2 + 1/2\ O_2 \rightarrow H_2O$			
أ) ضعف معدل اختفاء O_2	ب) نصف معدل اختفاء O_2	ج) ضعف معدل تكون O_2	د) نصف معدل تكون O_2
٥) يمكن قياس التفاعل ($H_2 + I_2 \rightarrow 2HI$) بـ :			
أ)معدل احتفاء H_2	ب) معدل اختفاء I_2	ج- نصف معدل ظهور HI	د- جميع ما سبق
٦) يمكن قياس التفاعل ($N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$) بـ :			
أ) معدل احتفاء H_2	ب)نصف معدل اختفاء N_2	ج) نصف معدل ظهور NH_3	د) جميع ما سبق
٧) أحد العبارات تعد فرضاً من فروض نظرية التصادم			
أ) تصادم الجزئيات شرط لحدوث التفاعل	ب) هناك تصادمات بين الجزئيات غير مثمرة	ج) جميع التصادمات بين الجزئيات مثمرة	د) الإجابتان (أ ، ب)
٨) كلما قلت عدد الروابط في المتفاعلات فإن سرعة التفاعل			
أ) تقل	ب) تزداد	ج) تثبت	د) لا تتغير
٩) أسرع هذه المواد تأكسداً عند نفس الظروف هو :			
أ) C_4H_{10}	ب) CH_4	ج) C_2H_6	د) C_3H_8
١٠) (يقصد بطبيعة المواد المتفاعلة) :			
أ) الحالة الفيزيائية	ب) عدد الروابط	ج) النشاط الكيميائي	د) جميع ما سبق
١١) أحد ما يأتي يعد ترتيباً تصاعدياً للمواد التالية من حيث سرعتها			
أ) الأيونات ، الذرات ، الجزئيات البسيطة ، الجزئيات المعقدة	ب) الذرات ، الأيونات ، الجزئيات المعقدة ، الجزئيات البسيطة	ج) الأيونات ، الذرات ، الجزئيات المعقدة ، الجزئيات البسيطة	د) الجزئيات المعقدة ، الجزئيات البسيطة والذرات ، والأيونات
١٢) إذا علمت أن التفاعل التالي يتم في خطوة واحده:- $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightarrow C_{(g)}$ فإن أحد ما يلي يزيد من سرعة التفاعل بمقدار أكبر:			
أ) مضاعفة كمية الغاز (A)	ب) زيادة حجم وعاء التفاعل	ج) نقص حجم وعاء التفاعل إلى النصف	د) مضاعفة كمية الغاز (B)

١٣) أسرع هذه المواد تفاعلاً هو

أ) Na^+	ب) Na	ج) NaCl	د) Na_2CO_3

١٤) الأسرع سرعة في التفاعل

أ) مسحوق ألومينيوم	ب) كرات ألومينيوم	ج) صفائح ألومينيوم	د) قطع ألومينيوم

١٥) تحترق نشارة الخشب أسرع من احتراق قطعة خشب لها نفس الكتلة ، كون مساحة منطقة التماس في حالة النشارة :

أ)أقل	ب) أكبر	ج) متساوية	د) أصغر

١٦) دور المادة الحافزة

أ) تزيد من سرعة التفاعل دون أن تستهلك في التفاعل	ب) تزيد من سرعة التفاعل وتستهلك في التفاعل	ج) تقلل من سرعة التفاعل دون أن تستهلك في التفاعل	د) تقلل من سرعة التفاعل وتستهلك في التفاعل

١٧) تعمل المادة الحافزة على

أ) رفع الطاقة المنشطة للجزيئات المتفاعلة	ب) خفض الطاقة المنشطة للجزيئات المتفاعلة	ج) رفع الطاقة المنشطة للتفاعل	د) خفض الطاقة المنشطة للتفاعل

١٨) حسب نظرية التصادم فإن ارتفاع درجة الحرارة يؤدي إلى

أ) زيادة الطاقة الحركية للجزئيات	ب) زيادة احتمال حدوث تصادمات مثمرة	ج) زيادة عدد الجزئيات المنشطة	د) جميع ما تقدم

١٩)حسب نظرية التصادم فإن المادة الحافزة تزيد من سرعة التفاعل وذلك لأنها :

أ) تجعل اتجاه الجزيئات المتصادمة مناسبا	ب) تقلل الكمية اللازمة من الطاقة المنشطة	ج) تزيد الكمية اللازمة من الطاقة المنشطة	د) الإجابتان (أ،ب)

٢٠) إذا وجد تفاعلين الأول (ΔH فيه سالبة) والثاني (ΔH فيه موجبة) فإن :

أ) التفاعل الأول أسرع	ب) التفاعل الثاني أسرع	ج) التفاعلين متساويين في السرعة	د) لا علاقة بين(ΔH) وسرعة التفاعل

٢١) زيادة أحد هذه العوامل تقلل من الطاقة المنشطة للتفاعل :

أ) التركيز	ب) الحرارة	ج) الضغط	د) المواد الحافزة

٢٢) عندما تمتلك الجزيئات لحظة التصادم الحد الأدنى اللازم من الطاقة المنشطة ، يكون التصادم حينها ..

أ) تصادم غير مثمر	ب) تصادم مثمر	ج) لا يحدث تصادم	د) لا يحدث تفاعل

٢٣) المركب .....هو مركب لحظي وغير مستقر ويتكون عندما تمتلك المواد المتفاعلة الطاقة المنشطة :

أ) المثمر	ب) النشط	ج) الخامل	د) البسيط

٢٤) هي فرق الطاقة بين المتفاعلات و المركب النشط :

أ) الطاقة المنشطة	ب) حرارة التفاعل	ج) الطاقة الكامنة	د) طاقة المركب النشط

٢٥) تنخفض الطاقة المنشطة لتفاعل ما عند إضافة :

أ) حرارة	ب) ضغط	ج) جزيئات أخرى	د) عامل حافز

٢٦) لكي يكون التصادم فعالاً ، يلزمه أن يكون ذا:

أ) طاقة كافية فقط ب) اتجاه مناسب فقط جـ) طاقة واتجاه مناسبين معاً د) آلية تفاعل

الخطوة البطيئة $O_3 \rightarrow O_2 + O$

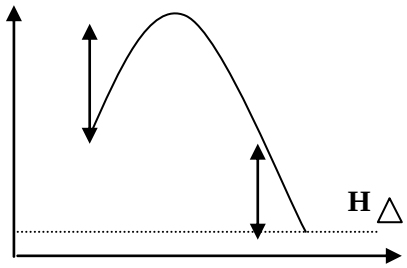
الخطوة السريعة $NO + O \rightarrow NO_2$

المعادلة النهائية $NO + O_3 \rightarrow NO_2 + O_2$

٢٧) قانون سرعة التفاعل هو

أ) $k [O_3]$	ب) $k [NO] [O_3]$	ج) $k [NO] [O]$	د) $k [NO_2] [O_2]$

٢٨) أكتب جميع البيانات على الرسم البياني التالي ثم حدد أي من الاختيارات أسفل الرسم تمثل نوع التفاعل:



أ) التفاعل طارد للحرارة	ب) التفاعل ماص للحرارة	ج) لتفاعل سريع	د) التفاعل بطيء

٢٩) كيف تقارن طاقة الخليط المنشط بطاقات المتفاعلات والنواتج ؟

أ) تكون أقل من طاقة المتفاعلات وأكبر من طاقة النواتج ب) تكون أقل من كلتا الطاقتين

✓ ج) تكون أقل من طاقة المتفاعلات وأكبر من طاقة النواتج د) تكون أكبر من كلتا الطاقتين

٣٠) إذا كان التصادم بين الجزيئات ضعيفاً ، تكون الجزيئات :

أ) في الاتجاه المناسب ب)في الاتجاه غير المناسب

✓ د) قابلة للارتداد دون تفاعل . جـ) قابلة للتفاعل

٣١) الأنواع التي تغير سرعة تفاعل ما دون أن تستهلك أو تتغير هي :

✓ أ) حفاز ب) الخليط منشط جـ) مركب وسيط د) متفاعل

٣٢) يربط قانون السرعة بين :

✓ أ) سرعة التفاعل والتركيز ب) سرعة التفاعل ودرجة الحرارة

جـ) درجة الحرارة والتركيز د) الطاقة والتركيز

٣٣) في الشكل البياني الذي يوضح تغير الطاقة مع سير التفاعل ، يظهر الخليط المنشط في :

أ) يسار نهاية المنحنى ب) يمين نهاية المنحنى حـ) أسفل المنحنى ✓د) قمة المنحنى

٣٤) تسمى الخطوة الأبطأ في الآلية :

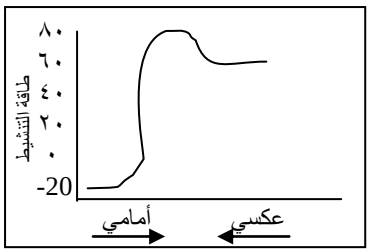
✓ أ) الخطوة المحددة للسرعة ب) التفاعل غير المحفز

جـ) خطوة التنشيط د) لا شيء مما ذكر

٣٥) تفاعل معين رتبته صفر في المتفاعل A ، ورتبته ثانية في المتفاعل B ، فما الذي يحصل لسرعة التفاعل عندما يتضاعف تركيز كل من المتفاعلين B , A ؟

أ) تبقى سرعة التفاعل كما هي . ب) يزداد التفاعل بمعامل مقداره ٢ .

✓ حـ) تزداد سرعة التفاعل بمعامل قدره ٤ د) تزداد سرعة التفاعل بمعامل قدره ٨.

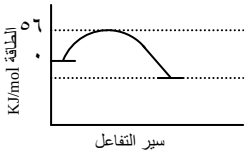


٣٦) قيمة طاقة التنشيط (kJ / mol) للتفاعل العكسي الممثل بالشكل المجاور :
✓ أ) +20 ب) +100
ج) − 20 د) − 80

٣٧) إذا علمت أن أحد التفاعلات يتم بالخطوتين التاليتين :
$H_2O_2 + I^- \rightarrow H_2O + IO^-$
$H_2O_2 + IO^- \rightarrow H_2O + I^- + O_2$
أي من المواد التالية يمثل عاملاً حفازاً :
أ) IO^- ✓ ب) I^- ج) H_2O د) H_2O_2

١	تركيز عالي
٢	طاقة كافية
٣	اتجاه مناسب
٤	وجود حفاز

٣٨) أي من التالية ضروري لحدوث تصادم فعال بين جزيئات المتفاعلات ؟
أ) ١ و ٢ فقط ✓ ب) ٢ و ٣ فقط
ج) ٣ و ٤ فقط د) ١ و ٣ فقط



٣٩) في التفاعل $2NH_2H_4 + N_2O_4 \rightarrow 3N_2 + 4H_2O$, $\Delta H = -33$ kJ
قيمة طاقة التنشيط (kJ/mol) للتفاعل العكسي الممثل في الشكل المجاور تساوي :
أ) ٢٣ ✓ ب) ٨٩
ج) ٥٦ د) ٣٣

(من المعادلة يتضح أن التفاعل طارد للحرارة وأن الفرق بين طاقة المتفاعلات والنواتج = 33kJ .
وطاقة المتفاعلات = صفر إذن تكون قيمة طاقة النواتج = − 33 kJ ، وطاقة التنشيط للتفاعل العكسي = 56 + 33 = ٨٩ .)

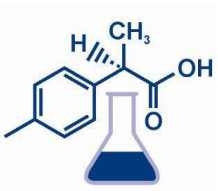
٤٠) ما الصورة التي يجب أن يكون عليها الماغنيسيوم لدى تفاعل كميات متساوية منه مع كميات محددة من محلول حمض HCl (0.1 M) ليكون التفاعل أسرع .
أ) قطع كبيرة ب) قطع صغيرة ✓ ج) مسحوق د) صفائح

٤١) يلزم لحدوث التصادم الفعَّال توفر :
أ) الاتجاه المناسب ب) آلية تفاعل من خطوة واحد
✓ ج) الطاقة الكافية والاتجاه المناسب د) طاقة كافية

٤٢) تغير درجة الحرارة يؤثر في سرعة التفاعل لأنه يؤثر في :
أ) طاقة الخليط المنشط ✓ ب) عدد التصادملت الفعالة
ج) حرارة التفاعل د) مساحة السطح المعرض

٤٣) التصادم الذي ينتج مواداً جديدة يكون :
أ) ضعيفاً في اتجاه مناسب ب) قوياً في اتجاه مناسب
ج) ضعيفاً في اتجاه غير مناسب ✓ د) قوياً في اتجاه مناسب

٤٤) ما المادة التي تغير سرعة التفاعل دون أن تستهلك أو تتغير ؟
أ) الخليط النشط ✓ ب) الحفاز
ج) المركب السيط د) المتفاعل



السؤال الثاني: أولاً: علل

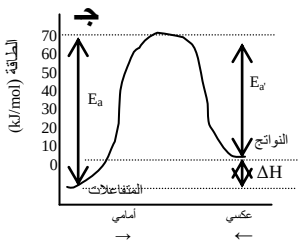
١) احترق نشارة الخشب أسرع من احتراق قطعة الخشب لها نفس الكتلة .

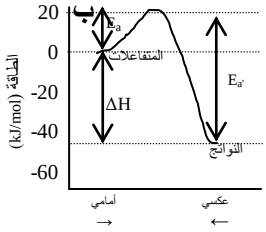
٢) تصدأ برادة الحديد أسرع من قطعة الحديد لها نفس الكتلة .

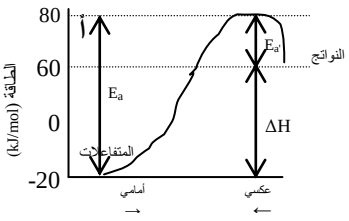
٣) يذوب السكر الناعم في كوب من الماء أسرع من السكر القالب في نفس الحجم من الماء .

٤) يتفاعل مسحوق البيكنج بودر مع حمض الخل أسرع من تفاعل قطعة منه لها نفس الكتلة في نفس الحجم من الحمض.

ثانياً: لكل من الأشكال التالية للطاقة المبينة في ما يلي رمّز :
المتفاعلات والنواتج و ΔH وE_a و$E_{a'}$.
كذلك حدد قيم E_a و $E_{a'}$







السؤال الثالث :

أ. اعتمادا على الشكل المجاور الذي يمثل منحنى طاقة الوضع للتفاعل :

$$A \rightleftharpoons 2AB$$

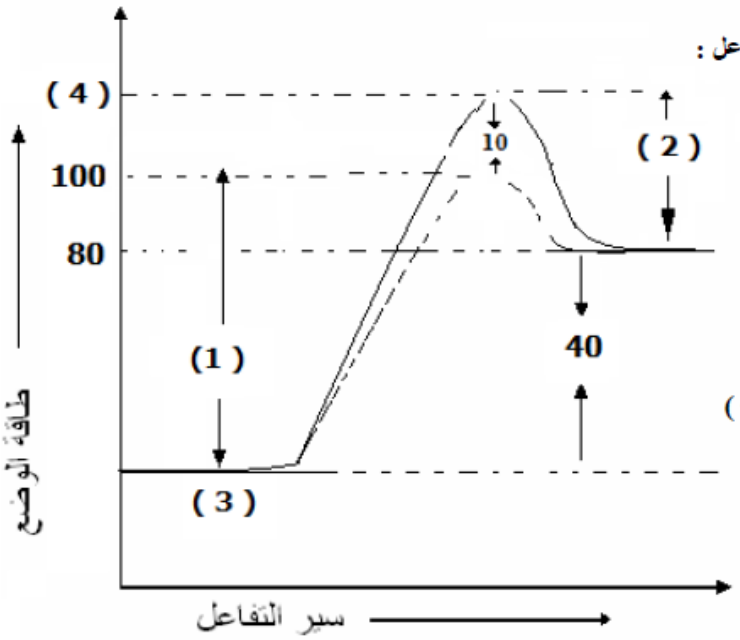
أ. ما قيمة كل من :

1. طاقة التنشيط للتفاعل العكسي بدون عامل مساعد .
2. طاقة التنشيط للتفاعل الامامي بوجودعامل مساعد .
3. طاقة الوضع للمواد المتفاعلة .
4. التغير في المحتوى الحراري ($H\Delta$)

ب. أذكر ما تشير اليه الارقام من (1 الى 4)

جـ. ما أثر العامل المساعد على كل من : (تقل ، تزداد ، تبقى ثابتة)

1. قيمة طاقة التنشيط للتفاعل العكسي.
2. طاقة وضع المعقد المنشط للتفاعل الامامي.
3. قيمة $H\Delta$.
4. سرعة التفاعل .
5. طاقة وضع المواد الناتجة.
6. حالة الاتزان .



السؤال الرابع:

١) اذا كان ثابت السرعة للتفاعل الاولي الاتي $A_2B + B$ $2A_2 + B_2$ يساوي ٠.٢ لتر٢/مول٢ .ث
احسب القيم المجهولة في الجدول في كل تجربة:

التجربة	[A_2] مول/لتر	[B_2] مول/لتر	سرعة التفاعل (مول/لتر.ث)
١	١.٢٥	؟؟	٠.٣٩٠٦
٢	؟؟	١.٢٥	٠.٥٦٢٥
٣	١.٥	١.٥	؟؟

---

٢) اعتمادا على البيانات الواردة في الجدول المجاور للتفاعل الآتي :

$A + B \rightarrow C$

رقم التجربة	[A] مول/لتر	[B] مول/لتر	السرعة مول/لتر.ث
١	٠,٢	٠,٢	$٣,٥ \times ١٠^{-٤}$
٢	٠,٤	٠,٤	$٢,٨ \times ١٠^{-٣}$
٣	٠,٨	٠,٤	$١,١٢ \times ١٠^{-٢}$

ما رتبة التفاعل بالنسبة إلى المادة A ؟ما رتبة التفاعل بالنسبة إلى المادة B ؟ سرعة التفاعل = $k [A]^{١} [B]^{٢}$

١. احسب قيمة k مع ذكر وحدته؟
٢. - احسب سرعة التفاعل في التجربة ٣عند انكماش حجم وعاء التفاعل الى النصف

---

٣) اعتماداً على البيانات الواردة في الجدول الآتي للتفاعل :

$2A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightarrow C_{(g)} + 2D_{(g)}$

رقم التجربة	[A] (مول/لتر)	[B] (مول/لتر)	سرعة تكون C (مول/لتر . ثانية)
١	٠,٠١	٠,٠١	$١,٢ \times ١٠^{-٣}$
٢	٠,٠٢	٠,٠١	$٢,٤ \times ١٠^{-٣}$
٣	٠,٠١	٠,٠٢	$٤,٨ \times ١٠^{-٣}$

١) احسب رتبة التفاعل بالنسبة إلى المادة A
٢) احسب رتبة التفاعل بالنسبة إلى المادة B
٣) اكتب قانون السرعة للتفاعل السابق
٤) احسب قيمة ثابت سرعة التفاعل السابق (k) مع ذكروحدته؟
٥) ما أثر زيادة درجة الحرارة على قيمة ثابت السرعة (k)؟

---

٤) أجريت ثلاث تجارب عملية لقياس السرعة الابتدائية للتفاعل $A + B \longrightarrow C$ كانت الظروف متماثلة في التجارب الثلاث ، باستثناء تراكيز المتفاعلات التي كانت متغيرة . والنتائج كانت كما يلي :

التجربة	[A] (M)	[B] (M)	السرعة (M/s)
١	1.2	2.4	$8x10^{-8}$
٢	1.2	1.2	$4x10^{-8}$
٣	3.6	2.4	$7.2x10^{-7}$

اكتب قانون السرعة للتفاعل جد قيمة ثابت السرعة النوعية (k) ووحداته

السؤال الخامس:

*** ادرس الشكل التالي ثم أجب عن الأسئلة التالية :**

١- على ماذا يدل الرمز A وما قيمته ؟ .....

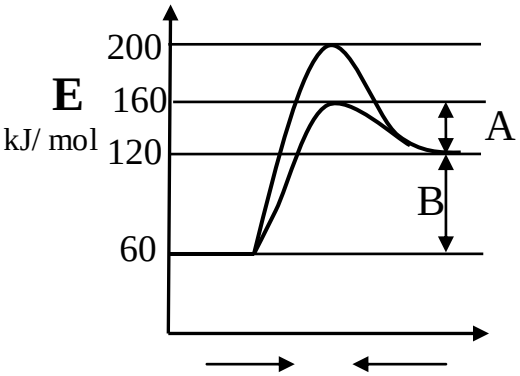
وعلى ماذا يدل الرمز B ؟ .....

٢- احسب مقدار الطاقة الذي يوفره استخدام الحفاز ؟ .....

٣- ضع حرف C على المكان الذي يمثل المعقد المنشط للتفاعل المحفز .

٤-احسب قيمة ΔH للتفاعل العكسي غير المحفز .....

٥- هل تختلف قيمة ΔH للتفاعل المحفز عنها لغير المحفز ؟ .....



الملحق

الجدول الدوري للعناصر

العدد الذري ← 11
رمز العنصر ← Na
الكتلة الذرية ← 22.99

1 H 1.01																	2 He 4.00
3 Li 6.941	4 Be 9.012											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.31											13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.07	17 Cl 35.45	18 Ar 40.00
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.88	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.59	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3
55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57 La* 138.9	72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.9	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra 226	89 Ac+ (227)															

سلسلة اللانثانيدات	58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm (145)	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0
سلسلة اللاكتينيدات	90 Th 232.0	91 Pa (231)	92 U 238.0	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	83 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (260)

جدول جهود الأختزال القياسية

نصف التفاعل	جهد الاختزال E^0_r /
$F_{2(g)} + 2e^- \rightleftharpoons 2F^-_{(aq)}$	+2.87
$MnO_4^-{}_{(aq)} + 8H^+_{(aq)} + 5e^- \rightleftharpoons Mn^{2+}_{(aq)} + 4H_2O_{(1)}$	+1.51
$ClO_4^-{}_{(aq)} + 8H^+_{(aq)} + 8e^- \rightleftharpoons Cl^-_{(aq)} + 4H_2O_{(1)}$	+1.39
$Cl_{2(g)} + 2e^- \rightleftharpoons 2Cl^-_{(aq)}$	+1.36
$Cr_2O_7^{2-}{}_{(aq)} + 14H^+_{(aq)} + 6e^- \rightleftharpoons 2Cr^{3+}_{(aq)} + 7H_2O_{(1)}$	+1.23
$O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^- \rightleftharpoons 2H_2O_{(l)}$	+1.23
$2IO_3^-{}_{(aq)} + 12H^+_{(aq)} + 10e^- \rightleftharpoons I_{2(s)} + 6H_2O_{(l)}$	+1.20
$Br_{2(l)} + 2e^- \rightleftharpoons 2Br^-_{(aq)}$	+1.07
$Hg^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Hg_{(s)}$	+0.85
$ClO^-_{(aq)} + H_2O_{(l)} + 2e^- \rightleftharpoons Cl^-_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$	+0.84
$Ag^+_{(aq)} + e^- \rightleftharpoons Ag_{(s)}$	+0.80
$NO_3^-{}_{(aq)} + 2H^+_{(aq)} + e^- \rightleftharpoons NO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$	+0.80
$Fe^{3+}_{(aq)} + e^- \rightleftharpoons Fe^{2+}_{(aq)}$	+0.77
$O_{2(g)} + 2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons H_2O_{2(l)}$	+0.70
$I_{2(s)} + 2e^- \rightleftharpoons 2I^-_{(aq)}$	+0.54
$Cu^+_{(aq)} + e^- \rightleftharpoons Cu_{(s)}$	+0.52
$O_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} + 4e^- \rightleftharpoons 4OH^-_{(aq)}$	+0.40
$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Cu_{(s)}$	+0.34
$SO_4^{2-}{}_{(aq)} + 4H^+_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons H_2SO_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$	+0.17
$Sn^{4+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Sn^{2+}_{(aq)}$	+0.15
$Cu^{2+}_{(aq)} + e^- \rightleftharpoons Cu^+_{(aq)}$	+0.15
$2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons H_{2(g)}$	0.00
$Pb^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Pb_{(s)}$	-0.13
$Sn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Sn_{(s)}$	-0.14
$Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Ni_{(s)}$	-0.26
$Co^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Co_{(s)}$	-0.28
$PbSO_{4(s)} + 2e^- \rightleftharpoons Pb_{(s)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$	-0.36
$Cd^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Cd_{(s)}$	-0.40
$Cr^{3+}_{(aq)} + e^- \rightleftharpoons Cr^{2+}_{(aq)}$	-0.41
$Fe^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Fe_{(s)}$	-0.45
$Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Zn_{(s)}$	-0.76
$2H_2O_{(l)} + 2e^- \rightleftharpoons H_{2(g)} + 2OH^-_{(aq)}$	-0.83
$Cr^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Cr_{(s)}$	-0.91
$SO_4^{2-}{}_{(aq)} + 2H_2O_{(l)} + 2e^- \rightleftharpoons SO_3^{2-}{}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$	-0.93
$Al^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightleftharpoons Al_{(s)}$	-1.66
$Mg^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Mg_{(s)}$	-2.37
$Na^+_{(aq)} + e^- \rightleftharpoons Na_{(s)}$	-2.71
$Ca^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Ca_{(s)}$	-2.87
$Ba^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Ba_{(s)}$	-2.91
$K^+_{(aq)} + e^- \rightleftharpoons K_{(s)}$	-2.93
$Li^+_{(aq)} + e^- \rightleftharpoons Li_{(s)}$	-3.04

إتجاه زيادة قوة العوامل المؤكسدة

إتجاه زيادة قوة العوامل المختزلة

١- جميع قيم E^0_r مقاسة بالنسبة إلى قطب الهيدروجين القياسي ، وجميع أنصاف الخلايا توجد في الظروف القياسية وبمحاليل تركيزها 1.0 M.

٢-جميع القيم في الجدول مأخوذة من CRC 71st Edition