

# مجلة التفوق في البكالوريا



BAC  
yes we can  
**2023**

1

المتابعة الزمنية  
لتحول كيميائي

2

تطور جملة  
ميكانيكية

6

مراقبة تطور  
جملة كيميائية

3

الظواهر  
الكهربائية

5

التحولات  
النووية

4

تطور جملة  
كيميائية نحو  
حالة التوازن

من اعداد الأستاذ :  
بن فيلال كمال

الثالثة ثانوي  
• علوم تجريبية  
• تقني رياضي  
• رياضيات

**مكتسبات قبلية: موازنة معادلة اكسدة. ارجاع**

الإسماعيليات

$2S_2O_3^{2-} = S_4O_6^{2-} + 2e^-$ <p><i>Red<sub>1</sub></i>      <i>Ox<sub>1</sub></i></p> $I_2 + 2e^- = 2I^-$ <p><i>Ox<sub>2</sub></i>      <i>Red<sub>2</sub></i></p> $2S_2O_3^{2-} + I_2 = 2I^- + S_4O_6^{2-}$ <p>(<i>I<sub>2</sub></i> / <i>I<sup>-</sup></i>) و (<i>S<sub>4</sub>O<sub>6</sub><sup>2-</sup></i> / <i>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>2-</sup></i>)</p>	<p><b>مثال :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>الاكسدة :</b></li> <li>▪ <b>الارجاع :</b></li> <li>▪ <b>تفاعل اكسدة ارجاعية :</b></li> <li>▪ <b>الثانيتين :</b></li> </ul>	<p><b>الأكسدة :</b> هو تغير كيميائي يتم فيه <b>فقدان</b> إلكترون أو أكثر .</p> <p><b>الارجاع :</b> هو تغير كيميائي يتم فيه <b>اكتساب</b> إلكترون أو أكثر .</p> <p><b>المؤكسد <i>Ox</i> :</b> هو فرد كيميائي قادر على <b>اكتساب</b> الكترون او أكثر</p> <p><b>المرجع <i>Red</i> :</b> هو فرد كيميائي قادر على <b>فقدان</b> الكترون او أكثر .</p> <p><b>تفاعل الأكسدة الارجاعية :</b> هو تحول كيميائي يتم فيه <b>انتقال</b> للإلكترونات</p> <p><b>الثانية ( مرجع / مؤكسد ) :</b> (<i>Ox / Red</i>) .</p>
--	---	--

2. موازنة المعادلة النصفية للأسبة أو الارجاع في وسط حمض.

1. نوازن كل الذرات ماعدا ذرتين O و H. بضرب المتفاعلات و النواتج في اعداد ستوكيمترية .
  2. نوازن ذرة الاوكسجين O بإضافة جزيئات الماء  $H_2O$  الى المتفاعلات او النواتج حسب عدد ذرات الاوكسجين O .
  3. نوازن ذرة الهيدروجين H بإضافة بروتونات  $H^+$  الى المتفاعلات او النواتج حسب عدد ذرات H .
  4. نوازن الشحن بإضافة إلكترونات e<sup>-</sup> الى المتفاعلات او النواتج. بتطبيق قانون انحفاظ الشحنة (النواتج شحن Σ = المتفاعلات شحن Σ)

٣. سَيِّدَةُ مُعَاذَلَةِ الْجَمَالِيَّةِ (مُعَاذَلَةُ السَّيِّدَةِ الْجَمَالِيَّةِ)

١. نوازن عدد الالكترونيات في المعادلتين النصفيتين بضرب المعادلتين في اعداد أصغرية.
  ٢. نجمع المعادلتين النصفيتين للأكسدة والارجاع طرفا لطرف.

3. نصف جزيئات الماء  $H_2O$  الى طرفى المعادلة الاجمالية حسب عدد شوارد  $H^+$ .

**مثال:**

- الخطوة 1 :  $1 \times [Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- = 2Cr^{3+} + 7H_2O] \dots (1)$
- الخطوة 2 :  $3 \times [H_2C_2O_4 = 2CO_2 + 2H^+ + 2e^-] \dots \dots \dots \dots \dots (2)$
- الخطوة الأخيرة :  $Cr_2O_7^{2-} + 3H_2C_2O_4 + 8H^+ = 2Cr^{3+} + 6CO_2 + 7H_2O$
- خطوة إضافية :  $Cr_2O_7^{2-} + 3H_2C_2O_4 + 8H_3O^+ = 2Cr^{3+} + 6CO_2 + 15H_2O$

#### ٤. أهم الثنائيات (*Ox/Red*)

المرجع Red		المؤكسد Ox	الثانية (Ox/Red)
$Mn^{2+}$ : شاردة المنغنيز (لون له)		$MnO_4^-$ : شاردة البرمنغانات (بنفسجي)	$(MnO_4^- / Mn^{2+})$
$Cr^{3+}$ : شاردة الكروم (خضراء زمردية)		$Cr_2O_7^{2-}$ : شاردة البيكرومات (برتقالي)	$(Cr_2O_7^{2-} / Cr^{3+})$
$SO_4^{2-}$ : شاردة الكبريتات (لون له)		$S_2O_8^{2-}$ : شاردة البيروكسوديكلوريدات (لا لون له)	$(S_2O_8^{2-} / SO_4^{2-})$
$S_2O_3^{2-}$ : شاردة ثيوكلوريات (لا لون له)		$S_4O_6^{2-}$ : شاردة تيترايثيونات (لا لون له)	$(S_4O_6^{2-} / S_2O_3^{2-})$
$Cl^-$ : شاردة الكلور (لون له)		$ClO^-$ : شاردة الهيبوكلوريت (خضراء مصفرة)	$(ClO^- / Cl^-)$
$H_2O$ : الماء (لون له)		$H_2O_2$ : الماء الاوكسجيني (لا لون له)	$(H_2O_2 / H_2O)$
$H_2C_2O_4$ : حمض الاوكساليك (لون له)		$CO_2$ : ثاني اوكسيد الكربون (لا لون له)	$(CO_2 / H_2C_2O_4)$
$I^-$ : شاردة اليود (اسمر)		$I_2$ : ثاني اليود (اسمر)	$(I_2 / I^-)$

## محتسبات قبلية: جدول تقدم التفاعل

1. تقدم التفاعل  $x$ 

- أ . تقدم التفاعل  $x$  : هو عدد مرات حدوث التفاعل الكيميائي و يعبر عنه بالمول mol .
- ب . التقدم الاعظمي  $x_{max}$  : هو التقدم الموافق لاستهلاك المتفاعلات المد او لاستهلاك كل المتفاعلات (قيمة نظرية) .
- ج . التقدم النهائي  $x_f$  : هو التقدم الموافق لتوقف الجملة عن التطور (قيمة عملية) .

## 2. جدول تقدم التفاعل

المعادلة	$a A$	+	$b B$	=	$c C$	+	$d D$
الحالة الابتدائية	$n_1$		$n_2$		0		0
الحالة الانتقالية	$n_1 - a \cdot x$		$n_2 - b \cdot x$		$c \cdot x$		$d \cdot x$
الحالة النهائية	$n_1 - a \cdot x_{max}$		$n_2 - b \cdot x_{max}$		$c \cdot x_{max}$		$d \cdot x_{max}$

حيث :  $A, B, C, D$  : الأنواع الكيميائية ;  $a, b, c, d$  : المعاملات stoichiometric .

مثال : نمزج في لحظة  $t = 0$  حجما من محلول بيكرومات البوتاسيوم  $(2K^+_{(aq)} + Cr_2O_7^{2-}_{(aq)})$  مع حجم من محلول حمض الاوكساليك  $Cr_2O_7^{2-}_{(aq)}/Cr^{3+}_{(aq)}$  . الثنائيان المشاركتان في التفاعل هما :  $CO_2_{(aq)}/C_2H_2O_4_{(aq)}$  .

المعادلة	$Cr_2O_7^{2-}$	+	$3H_2C_2O_4$	+	$8H_3O^+$	$= 2Cr^{3+} + 6CO_2 + 15H_2O$
الحالة الابتدائية	$n(Cr_2O_7^{2-})$		$n(H_2C_2O_4)$	$\frac{ن}{ج}$	0	0
الحالة الانتقالية	$n(Cr_2O_7^{2-}) - x$		$n(H_2C_2O_4) - 3x$		$2x$	$6x$
الحالة النهائية	$n(Cr_2O_7^{2-}) - x_{max}$		$n(H_2C_2O_4) - 3x_{max}$		$2x_{max}$	$6x_{max}$

## 3. إيجاد المتفاعل المد .

المتفاعل المد : المتفاعل الذي تستهلك كمية مادته قبل بقية المتفاعلات و يتسبب في توقف التفاعل .

إيجاد المتفاعل المد: نأخذ اصغر قيمة  $-x_f$  و المتفاعل المد هو المتفاعل المقابل لهذه القيمة .

إيجاد التقدم الاعظمي  $x_{max}$  :

1) نفرض ان كمية مادة المتفاعلات في الحالة النهائية تساوي الصفر .

2) نأخذ اصغر قيمة  $-x_{max}$  .

## 4. هل المزيج ستوكيموري ؟

حتى يكون المزيج stoichiometric يجب ان يكون :

$$\frac{n_1(A)}{a} = \frac{n_2(B)}{b}$$

$n_1(A)$  : كمية المادة الابتدائية للمتفاعل الأول .

$n_2(B)$  : كمية المادة الابتدائية للمتفاعل الثاني .

$a$  : المعامل stoichiometric للمتفاعل الأول .

$b$  : المعامل stoichiometric للمتفاعل الثاني .

## 5. جدول تقدم المعايرة

المعادلة	$a A$	+	$b B$	=	$c C$	+	$d D$
الحالة الابتدائية	$n_1$		$n_2$		0		0
الحالة النهائية	$n_1 - a \cdot x_E$		$n_2 - b \cdot x_E$		$c \cdot x_E$		$d \cdot x_E$

حيث :  $A, B, C, D$  : الأنواع الكيميائية ;  $a, b, c, d$  : المعاملات stoichiometric .

مثال : نعایر ثانی اليود  $I_2_{(aq)}$  بواسطة محلول مائي لثيوکربيريات الصوديوم  $(2Na^+_{(aq)} + S_2O_3^{2-}_{(aq)})$  . في تفاعل المعايرة تتدخل الثنائيان :  $S_4O_6^{2-}_{(aq)}/S_2O_3^{2-}_{(aq)}$  ،  $I_2_{(aq)}/I^-_{(aq)}$  .

المعادلة	$I_2$	+	$2S_2O_3^{2-}$	=	$2I^-$	+	$S_4O_6^{2-}$
الحالة الابتدائية	$n(I_2)$		$n(S_2O_3^{2-})$		0		0
الحالة النهائية	$n(I_2) - x_E$		$n(S_2O_3^{2-}) - 2x_E$		$2x_E$		$x_E$

## **مكتسبات قبليّة: أهم القوانين و العلاقات**

**n** : "نوع المادة" عدد المولان:

<p><b>n</b> كمية المادة : (mol)</p> <p><b>C</b> التركيز المولى : (mol/L)</p> <p><b>V</b> حجم المذيب : (L)</p> 	<p><b>كمية المادة بدلالة الكثافة</b></p> <p><math>n = C \times V</math></p>	<p><b>n</b> كمية المادة : (mol)</p> <p><b>m</b> الكتلة : (g)</p> <p><b>M</b> الكتلة المولية : (g/mol)</p> 	<p><b>كمية المادة بدلالة الكتلة</b></p> <p><math>n = \frac{m}{M}</math></p>
<p><b>n</b> كمية المادة : (mol)</p> <p><b>T</b> درجة الحرارة : (°K)</p> <p><b>V_g</b> حجم الغاز : (<math>m^3</math>) <math>1L = 10^{-3} m^3</math></p> <p><b>P</b> الضغط : (Pa) <math>1bar = 10^5 Pa</math></p> <p><b>R</b> ثابت الغازات المثلثية: R = 8.314 SI</p> 	<p><b>كمية المادة بدلالة ضغط غاز</b></p> <p><math>n = \frac{P \times V_g}{R \times T}</math></p> <p><math>T(^{\circ}K) = T(^{\circ}C) + 273</math></p>	<p><b>n</b> كمية المادة : (mol)</p> <p><b>V_g</b> حجم الغاز : (L)</p> <p><b>V_M</b> الحجم المولى : (L/mol)</p> <p>في الشروط النظامية :</p> <p><math>V_M = 22.4 L/mol</math></p> 	<p><b>كمية المادة بدلالة حجم غاز</b></p> <p><math>n = \frac{V_g}{V_M}</math></p>

2. الترکز المولی  $C_m$  و الترکز اللئی

<p><b>C<sub>m</sub></b> التركيز الكتني : (g/L)</p> <p><b>m</b> كتلة المذاب : (g)</p> <p><b>V</b> حجم المذيب : (L)</p> 	$C_m = \frac{m}{V}$	<p>التركيز المولى : (mol/L)</p> <p><b>n</b> كمية مادة المذاب : (mol)</p> <p><b>V</b> حجم المذيب : (L)</p> 	$C = \frac{n}{V}$	
<p><b>p%</b> درجة النقاوة : (%)</p> <p><b>m</b> كتلة المذاب النقي : (g)</p> <p><b>m<sub>0</sub></b> كتلة المذاب الخام: (g)</p> 	$P \% = \frac{m}{m_0} \cdot 100$	<p>درجة النقاوة :</p> $P \% = \frac{m}{m_0} \cdot 100$	<p>التركيز المولى : (mol/L)</p> <p><b>p%</b> درجة النقاوة : (%)</p> <p><b>d</b> الكثافة :</p> <p><b>M</b> الكتلة المولية : (g/mol)</p> 	<p>التركيز المولى لمحلول تجاري :</p> $C = \frac{10 \times p \times d}{M}$

٣. المسافة  $d$  و المثلاة الحجمية  $\rho$

<p><b>الكثافة :</b></p> <p><b><math>\rho_1</math> (g/L)</b> الكتلة الحجمية للجسم 1:</p> <p><b><math>\rho_2</math> (g/L)</b> الكتلة الحجمية للجسم 2:</p> 	$d = \frac{\rho_1}{\rho_2}$ <p><b>اللائحة</b></p>	<p><b>الكتلة الحجمية :</b></p> <p><b><math>\rho</math> (g/L)</b></p> <p><b>V (L)</b> حجم المذيب :</p> <p><b>m (g)</b> كتلة المذاب :</p> 	<p><b>اللائحة الحجمية</b></p> $\rho = \frac{m}{V}$
<p><b>الكثافة :</b></p> <p><b>M</b> الكتلة المولية : (g/mol)</p> <p><math>M_{هـوـاء} = 29</math> g/mol</p>	<p><b>لائحة غاز بالنسبة للهواء</b></p> $d = \frac{M}{29}$	<p><b>الكتلة الحجمية :</b></p> <p><b><math>\rho</math> (g/L)</b></p> <p><math>\rho_{ماء} = 1000</math> g/l</p>	<p><b>لائحة سائل بالنسبة للماء</b></p> $d = \frac{\rho}{1000}$

#### ٤. التمدد "التحفيف"

$V_2$ (L) الحجم بعد التمدد : $V_1$ (L) الحجم قبل التمدد : $V_{H2O}$ (L) حجم الماء المضاف :	<b>حجم الماء المضاف</b> $V_2 = V_1 + V_{H_2O}$	<b>الحجم بعد التمدد:</b> $V_2$ (L) <b>الحجم قبل التمدد:</b> $V_1$ (L) <b>التركيز قبل التمدد:</b> $C_1$ (mol/L) <b>التركيز بعد التمدد:</b> $C_2$ (mol/L)	<b>قانون التمدد</b> $C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$
<b>معامل التمدد:</b> $F$ $V_2$ (L) الحجم بعد التمدد : $V_1$ (L) الحجم قبل التمدد :	<b>معامل التمدد</b> $F = \frac{V_2}{V_1}$	<b>معامل التمدد:</b> $F$ <b>التركيز قبل التمدد:</b> $C_1$ (mol/L) <b>التركيز بعد التمدد:</b> $C_2$ (mol/L)	<b>معامل التمدد</b> $F = \frac{C_1}{C_2}$

### **5- الناقلة G و الناقلة G**

<p><b>K</b> ثابت الخلية : <math>(m)</math>  <b>L</b> المسافة بين لبوليسي الخلية : <math>(m)</math>  <b>S</b> مساحة لبوس الخلية <math>(m^2)</math></p>	$K = \frac{S}{L}$	<b>ثابت التذليلة</b>	<p><b>G</b> الناقلة : <math>(S)</math>  <b><math>\sigma</math></b> الناقلة النوعية : <math>(S/m)</math>  <b>K</b> ثابت الخلية : <math>(m)</math></p>		<b><math>G = K \cdot \sigma</math></b>
<p><b><math>\lambda</math></b> الناقلة النوعية الشاردية : <math>(S \cdot m^2/mol)</math>  <b><math>\sigma</math></b> الناقلة النوعية : <math>(S/m)</math>  <b>C</b> التركيز المولى : <math>(mol/L)</math></p>		$\sigma = \lambda \cdot C$	<b>الناقلة النوعية</b>	<p><b>G</b> الناقلة : <math>(S)</math>  <b>I</b> شدة التيار : <math>(A)</math>  <b>R</b> المقاومة : <math>(\Omega)</math>  <b>U</b> فرق الالوان : <math>(volts)</math></p>	<b><math>G = \frac{1}{R} = \frac{I}{U}</math></b>

٦ - ةبوري لالك فؤ

<b><math>C_A</math></b> : تركيز المتفاعل (mol/L) <b><math>V_A</math></b> : حجم المتفاعل (L) <b><math>C_B</math></b> : تركيز المتفاعل (mol/L) <b><math>V_B</math></b> : حجم المتفاعل (L)	$\frac{C_A \times V_A}{\alpha} = \frac{C_B \times V_B}{\beta}$	▪ عد نقطة التناوب $\alpha \cdot A + \beta \cdot B = \gamma \cdot C + \delta \cdot D$ <b><math>\alpha ; \beta ; \gamma ; \delta</math></b> : ستوكيمترية معاملات	
--	--	--	---

المدة المستخرقة و زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$ 

## 1. المدة المستخرقة في تحول كيميائي

- التحولات السريعة : تحولات كيميائية تبلغ نهايتها **مباشرة** بعد تلامس المتفاعلات ومدتها أقل من 0.1s .
- التحولات البطيئة : تحولات كيميائية تبلغ نهايتها **تدرجياً** بعد تلامس المتفاعلات وتستغرق عدة ثواني او دقائق او ساعات.
- التحولات البطيئة جداً : تحولات كيميائية تستغرق عدة أيام او أشهر ... ومنه تعتبر عاطلة حركياً

2. تعريف زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$ 

$$x(t_{1/2}) = \frac{x_{max}}{2} \quad \text{لما} \quad t = t_{1/2}$$

زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$  : هو الزمن اللازم لبلوغ التفاعل نصف تقدمه الأعظمي وحدته الثانية

3. أهمية زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$ 

- يمكننا من المقارنة بين تفاعلين من حيث السرعة ، فكلما كان زمن نصف التفاعل اقل كان التفاعل اسرع
- يعطينا فكرة حول المدة الكلية المستغرقة في التفاعل ، تجربياً تكون المدة الكلية المستغرقة في التفاعل محسورة بين  $t_{1/2}$  4 و  $7t_{1/2}$
- يمكننا من اختيار الطريقة المناسبة للمتابعة الزمنية للتحول الكيميائي، حيث يجب ان تكون المدة الزمنية بين قياسين اقل بكثير من  $t_{1/2}$ .

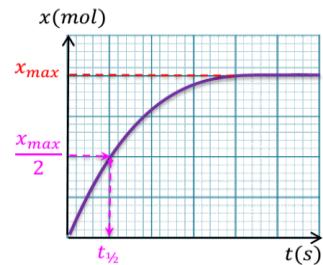
4. كيفية تعين زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$  ببيانها

1. نحدد قيمة التقدم الأعظمي  $X_{max}$  .

2. نحدد نصف قيمة التقدم الأعظمي  $\frac{X_{max}}{2}$  .

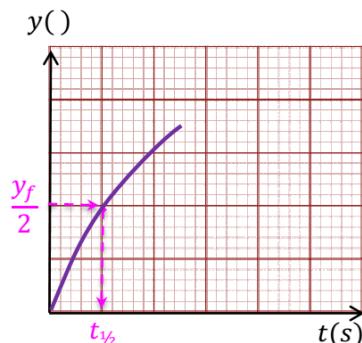
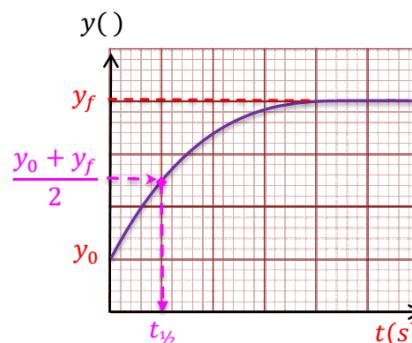
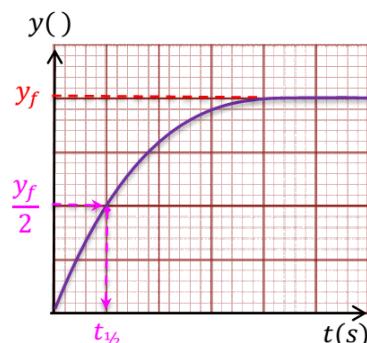
3. نقوم بإسقاط نصف قيمة التقدم الأعظمي  $\frac{X_{max}}{2}$  على المنحنى .

4. نقوم بالإسقاط على محور الأزمنة فنجد قيمة زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$  .



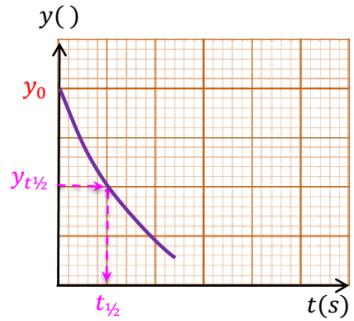
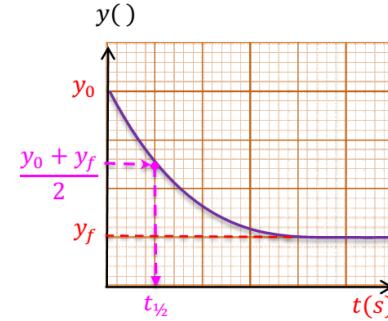
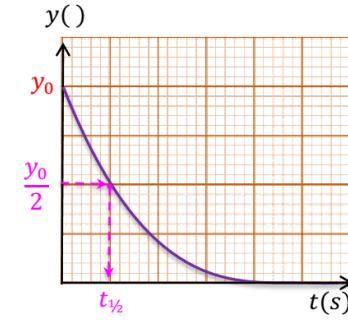
## 5. مختلف حالات تعين زمن نصف التفاعل ببيانها

## أ. شكل ناتج

الحالة 3 : نحدد  $y_f$  باستعمال جدول التقدمالحالة 2 : نحدد  $y_f$  مباشرة من البيانالحالة 1 : نحدد  $y_f$  مباشرة من البيان

( ) عبارة عن :  $x(mol)$  أو  $y()$  أو  $n (mol)$  أو  $m(g)$  أو  $\sigma(S/m)$  أو  $V_E (l)$  أو  $G(S)$  أو ...

## ب. اختفاء متفاعل

الحالة 3 : نحدد  $y_{t_{1/2}}$  باستعمال جدول التقدمالحالة 2 : نحدد  $y_0$  و  $y_f$  مباشرة من البيانالحالة 1 : نحدد  $y_0$  مباشرة من البيان

( ) عبارة عن :  $y()$  أو  $n (mol)$  أو  $m(g)$  أو  $\sigma(S/m)$  أو  $V_E (l)$  أو  $[X] (mol/l)$  أو  $G(S)$  أو ...

## سرعة التفاعل

معادلة التفاعل

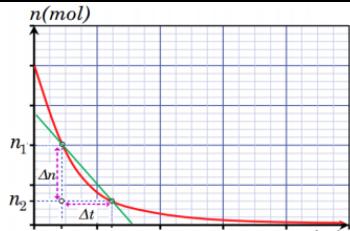
حيث :  $\alpha ; \beta ; \gamma ; \delta$  : معاملات ستوكيمترية

$$\alpha \cdot A + \beta \cdot B = \gamma \cdot C + \delta \cdot D$$

1. السرعة المتوسطة  $v_m$ تعريف السرعة المتوسطة للتفاعل  $v_m$ : تطور تقدم التفاعل بين لحظتين زمنيتين  $t_1$  و  $t_2$ .

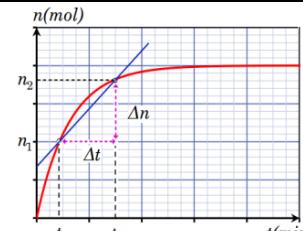
## أ. السرعة المتوسطة للتفاعل

## ج. السرعة المتوسطة لاختفاء متفاعل A

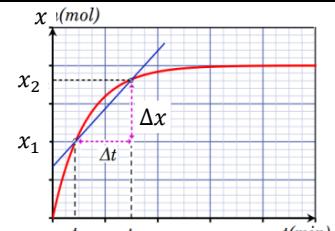


$$v_m = -\frac{\Delta n}{\Delta t} = -\frac{n_2 - n_1}{t_2 - t_1}$$

## ب. السرعة المتوسطة لتشكل ناتج D



$$v_m = \frac{\Delta n}{\Delta t} = \frac{n_2 - n_1}{t_2 - t_1}$$

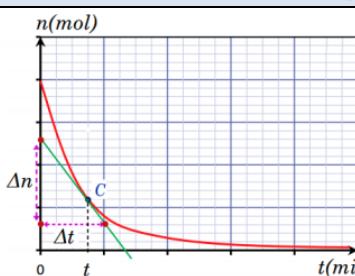


$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

2. السرعة اللحظية  $v$ تعريف السرعة اللحظية للتفاعل  $v$ : تطور تقدم التفاعل بدالة الزمن.

## أ. السرعة اللحظية للتفاعل

## ج. السرعة اللحظية لاختفاء متفاعل A

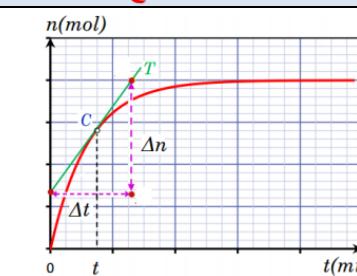


باستعمال طريقة المماس

$$v = -\frac{dn}{dt}$$

$$v = -\frac{\Delta n}{\Delta t} = -\frac{n_2 - n_1}{t_2 - t_1}$$

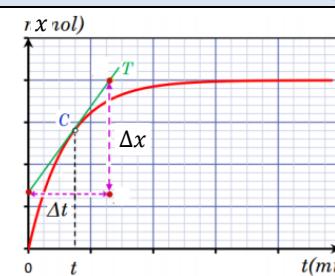
## ب. السرعة اللحظية لتشكل ناتج D



باستعمال طريقة المماس

$$v = \frac{dn}{dt}$$

$$v = \frac{\Delta n}{\Delta t} = \frac{n_2 - n_1}{t_2 - t_1}$$



باستعمال طريقة المماس

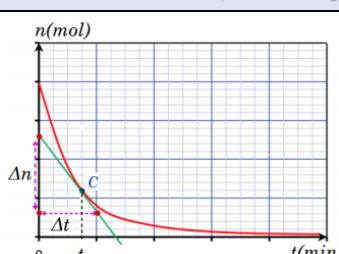
$$v = \frac{dx}{dt}$$

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

3. السرعة الحجمية  $v_{vol}$ تعريف السرعة الحجمية للتفاعل  $v_{vol}$ : تطور تقدم التفاعل بدالة الزمن بالنسبة لوحدة الحجم.

## أ. السرعة الحجمية للتفاعل

## ج. السرعة الحجمية لاختفاء متفاعل A

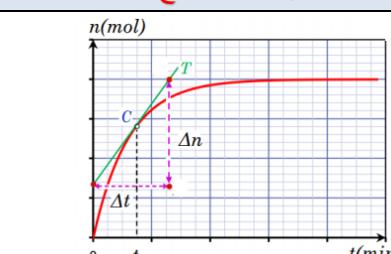


باستعمال طريقة المماس

$$v_{vol} = -\frac{1}{V} \cdot \frac{dn}{dt}$$

$$v_{vol} = -\frac{1}{V} \cdot \frac{\Delta n}{\Delta t} = -\frac{1}{V} \cdot \frac{n_2 - n_1}{t_2 - t_1}$$

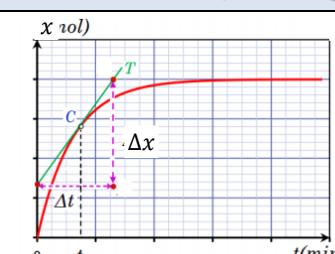
## ب. السرعة الحجمية لتشكل ناتج D



باستعمال طريقة المماس

$$v_{vol} = \frac{1}{V} \cdot \frac{dn}{dt}$$

$$v_{vol} = \frac{1}{V} \cdot \frac{\Delta n}{\Delta t} = \frac{1}{V} \cdot \frac{n_2 - n_1}{t_2 - t_1}$$



باستعمال طريقة المماس

$$v_{vol} = \frac{1}{V} \cdot \frac{dx}{dt}$$

$$v_{vol} = \frac{1}{V} \cdot \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{1}{V} \cdot \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

## 4. العلاقة بين مختلف السرعات

## ج. العلاقة بين السرعة اللحظية والحجمية

$$v_{vol} = \frac{v}{V}$$

## ب. العلاقة بين مختلف السرعات الحجمية

$$v_{vol} = \frac{v_{volA}}{\alpha} = \frac{v_{volB}}{\beta} = \frac{v_{volC}}{\gamma} = \frac{v_{volD}}{\delta}$$

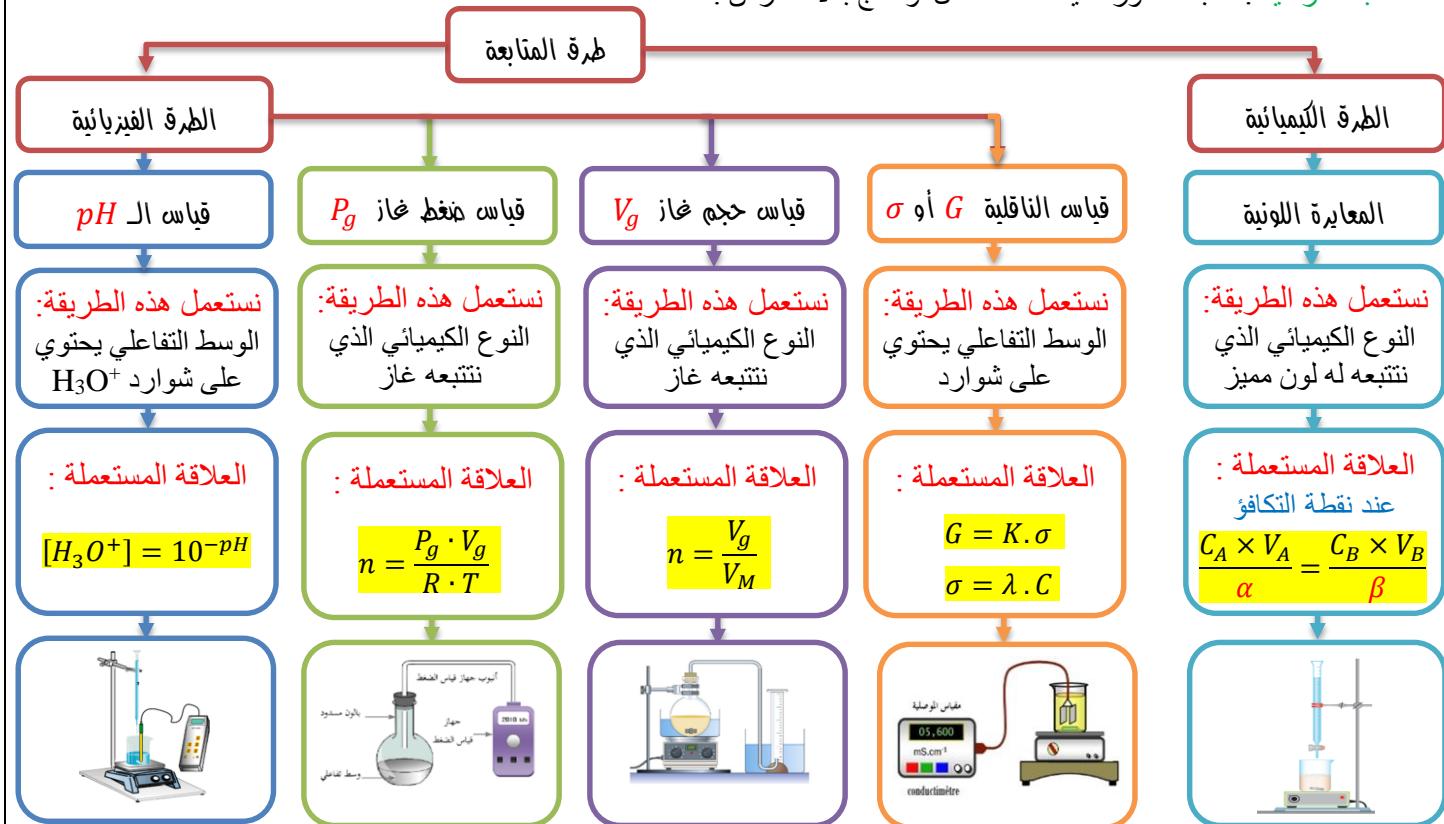
## أ. العلاقة بين مختلف السرعات اللحظية

$$v = \frac{v_A}{\alpha} = \frac{v_B}{\beta} = \frac{v_C}{\gamma} = \frac{v_D}{\delta}$$

## طرق المتابعة الزمنية و العوامل الحرارية

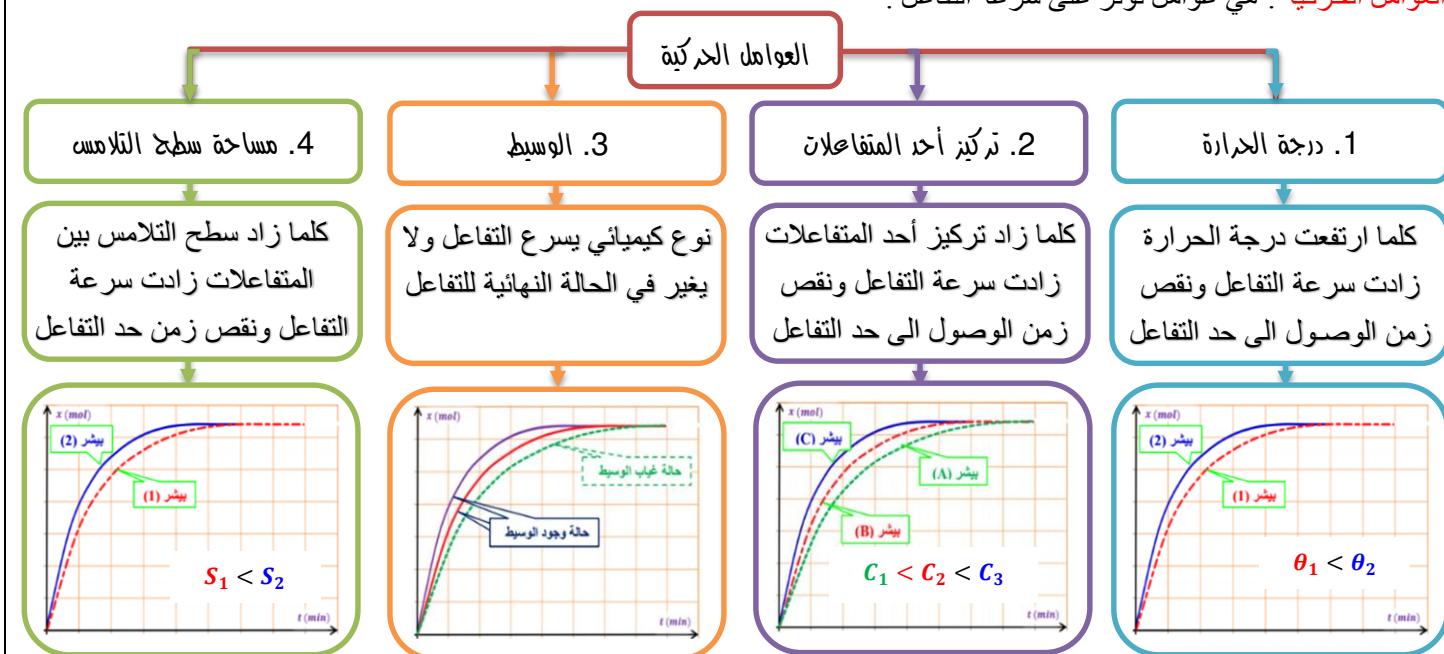
## 1. طرق المتابعة الزمنية

- المتابعة الزمنية : متابعة تطور كمية مادة متفاعلة او ناتج بدلالة الزمن .



## 2. العوامل الحرارية

- العوامل الحرارية : هي عوامل تؤثر على سرعة التفاعل .

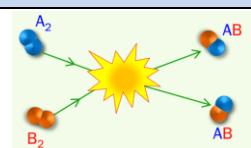


## 3. التفسير المجهري

- الحركة البرونية : هي الحركة العشوائية للأفراد الكيميائية .

- الاصطدام الفعال : التصادم الذي ينتج عنه تفاعل كيميائي .

- التفسير المجهري : تناقض سرعة التفاعل بسبب تناقض التصادمات الفعالة و هذا راجع لتناقض تراكيز المتفاعلات او تناقض درجة الحرارة او تناقض سطح التفاعل او غياب الوسيط او تناقض كميته والعكس صحيح.



## البرتوكولات التجريبية: للمتابعة الزمنية لتحول كيميائي

المعايير

- نضيف الماء و الجليد :** لإيقاف التفاعل .
- السقي القيزياتي :** تبريد الكأس الذي يحتوي على المزيج التفاعلي بوضعه في الجليد المهشم . **السقي الكيميائي :** إضافة الماء البارد إلى المزيج التفاعلي .
- نستعمل الخلط المغناطيسي :** للحصول على خليط متجانس .
- الهدف من المعايرة :** المتابعة الزمنية لتطور جملة كيميائية و تعين التركيز المولى للمحلول المعاير . مميزات تفاعل المعايرة : سريع و تام .
- نقطة التكافؤ :** نقطة التغير اللوني و المزيج التفاعلي يحقق الشروط المستوكيومترية .

## 1. المتابعة الزمنية عن طريق المعايرة اللونية

- البروتوكول التجاري:**
- الادوات المستعملة :** الزجاجيات: ساحة مدرجة ، بيشر ، ماصة عيارية ، انبوب اختبار . **المحاليل :** محلول المعاير ، محلول المعاير به ، الماء ، كاشف لوني .
  - الاجهزه :** الحامل ، الخلط المغناطيسي ، ميقانية .
  - الهدف من التجربة :** تعين تركيز محلول المجهول C.

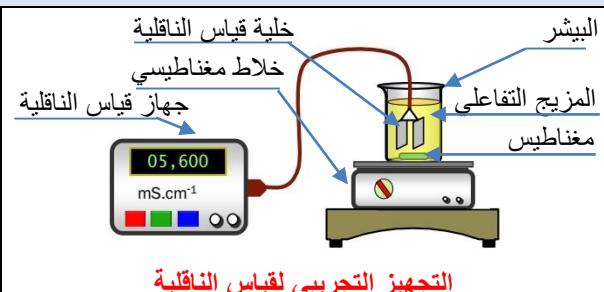
- نملأ الساحة بالمحلول المعاير به تركيزه معلوم C و نضبطه على خط الصفر .
- نأخذ حجم V بالماصة العيارية من المزيج التفاعلي ثم نضعه في البيشر و نضيف له الماء البارد و قطع الجليد و نضيف له قطرات من الكاشف اللوني ثم نضعه فوق الخلط المغناطيسي .
- نبدا المعايرة قطرة بقطرة و نوقف التفاعل عند نقطة التكافؤ و نسجل حجم التكافؤ V.
- نكرر التجربة عند لحظات مختلفة  $t_1$ ,  $t_2$ , ...,  $t_n$  و ندون النتائج في جدول .



## 2. المتابعة الزمنية عن طريق قياس الناقالية

- البروتوكول التجاري:**
- الادوات المستعملة :** الزجاجيات: بيشر ، ماصة عيارية . **المحاليل :** مزيج تفاعلي شاردي حجمه V ، الماء .
  - الاجهزه :** الحامل ، الخلط المغناطيسي ، جهاز قياس الناقالية او الناقالية النوعية ، ميقانية .
  - الهدف من التجربة :** مراقبة تطور كمية مادة الشوارد .

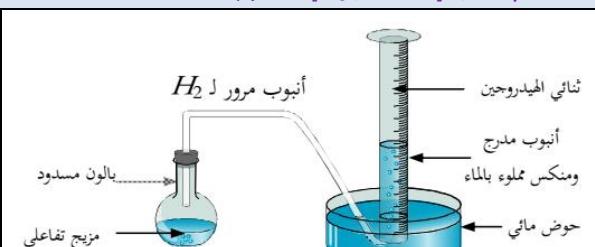
- نضع بيشر يحتوي على مزيج تفاعلي شاردي حجمه V فوق خلط مغناطيسي .
- نغمي خلية قياس جهاز قياس الناقالية في البيشر .
- نقيس قيم الناقالية في لحظات مختلفة  $t_1$ ,  $t_2$ , ...,  $t_n$  و ندون النتائج في جدول .



## 3. المتابعة الزمنية عن طريق قياس حجم غاز

- البروتوكول التجاري:**
- الادوات المستعملة :** الزجاجيات: أنبوب مدرج ، أنبوب على شكل حرف S ، حوصلة (بالون) مسدودة بسدادة ، حوض مائي ، ماصة عيارية . **المحاليل :** مزيج تفاعلي حجمه V ، الماء . **الاجهزه :** ميقانية .
  - الهدف من التجربة :** مراقبة تطور كمية مادة الغاز المنطلق .

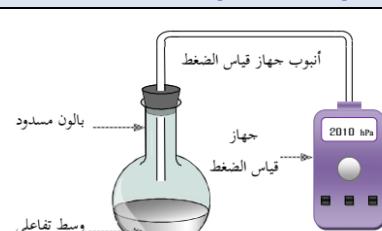
- خطوات العمل :** 1. نضع المزيج التفاعلي في حوصلة مسدودة بسدادة موصولة بأنبوب على شكل حرف S ، الطرف الثاني للأنبوب مغمور في حوض ماء مملوء بالماء . 2. نقيس حجم الغاز المنطلق المحجوز في الأنابيب المدرج في لحظات زمنية مختلفة  $t_1$ ,  $t_2$ , ...,  $t_n$  و ندون النتائج في جدول .



## 4. المتابعة الزمنية عن طريق قياس ضغط غاز

- البروتوكول التجاري:**
- الادوات المستعملة :** الزجاجيات: حوصلة (بالون) مسدودة بسدادة ، أنبوب جهاز قياس الضغط ماصة عيارية . **المحاليل :** مزيج تفاعلي حجمه V ، الماء .
  - الاجهزه :** جهاز قياس الضغط ، ميقانية .
  - الهدف من التجربة :** مراقبة تطور كمية مادة الغاز المنطلق .

- خطوات العمل :** 1. نضع المزيج التفاعلي في حوصلة مسدودة بسدادة موصولة بأنبوب ، الطرف الثاني للأنبوب موصول بجهاز قياس الضغط . 2. نقيس ضغط الغاز المنطلق في لحظات زمنية مختلفة  $t_1$ ,  $t_2$ , ...,  $t_n$  و ندون النتائج في جدول .



## البرتوكولات التجريبية: لتحضير المحاليل

## 1. عملية التمدد (التحقيق)

**الهدف من التجربة:** تحضير محلول مخفف حجمه  $V$  وتركيزه  $C$  انطلاقاً من محلول مركز حجمه  $V_0$  وتركيزه  $C_0$ .

**مثال:** تحضير محلول حجمه  $V=100\text{ml}$  وتركيزه  $C=0,02 \text{ mol.l}^{-1}$  تركيزه  $\text{KMnO}_4$  تركيزه  $C_0=0,5 \text{ mol.l}^{-1}$ .

**خطوات العمل:**

- نقوم بحساب الحجم  $V_0$  الواجب اخذه

$$C_0 \cdot V_0 = C \cdot V \Rightarrow V_0 = \frac{C \cdot V}{C_0} = \frac{0,02 \cdot 100}{0,5} = 1 \text{ ml}$$


- بواسطة ماصة عيارية نأخذ حجماً  $V_0$  من محلول الأم  $S_0$  تركيزه  $C_0$ .
- نسكب الحجم  $V_0$  في حوجلة عيارية حجمها  $V$ .
- نملأ ثلث اربع الحوجلة العيارية بالماء المقطر ثم نغلق الحوجلة العيارية بسدادة ثم نرجها.
- نضيف الماء المقطر الى الحوجلة العيارية الى غاية خط العيار.

## 2. تحضير محلول انطلاقاً من مادة صلبة نقية

**الهدف من التجربة:** تحضير محلول حجمه  $V$  وتركيزه  $C$  انطلاقاً من مادة صلبة نقية كتلتها  $m$  وكتلتها المولية  $M$

**مثال:**

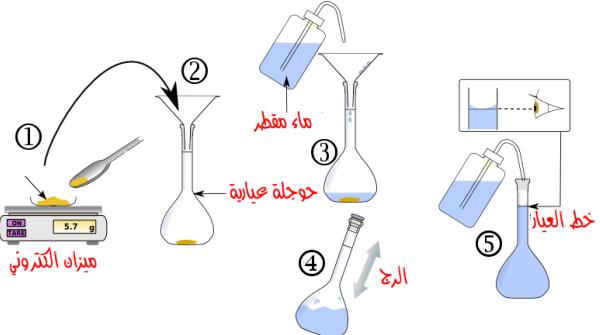
تحضير محلول حجمه  $V=100\text{ml}$  وتركيزه  $C=0,01 \text{ mol.l}^{-1}$  تركيزه  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  كتلته المولية  $M=249,7 \text{ g.mol}^{-1}$

**خطوات العمل:**

- نقوم بحساب الكتلة  $m$  الواجب اخذها

$$\begin{cases} n = \frac{m}{M} \\ n = C \cdot V \end{cases} \Rightarrow \frac{m}{M} = C \cdot V \Rightarrow m = C \cdot V \cdot M$$

$$\Rightarrow m = 0,01 \cdot 0,1 \cdot 249,7 \Rightarrow m = 0,25 \text{ g}$$



- بواسطة ميزان الكتروني نقوم بوزن الكتلة  $m$  باستعمال جفنة.
- نفرغ محتوى الجفنة في حوجلة عيارية حجمها  $V$ .
- نملأ ثلث اربع الحوجلة العيارية بالماء المقطر.
- نغلق الحوجلة العيارية بسدادة ثم نرجها.
- نضيف الماء المقطر الى الحوجلة العيارية الى غاية خط العيار.

## 3. تحضير محلول انطلاقاً من محلول تجاري

**الهدف من التجربة:** تحضير محلول حجمه  $V$  وتركيزه  $C$  انطلاقاً من محلول تجاري درجة نقاوته  $P\%$  وكتافته  $d$  وكتلته المولية  $M$ .

**مثال:**

تحضير محلول حجمه  $V=100\text{ml}$  وتركيزه  $C=0,2 \text{ mol.l}^{-1}$  تركيزه  $\text{HCl}$  درجة نقاوته  $P\% = 34\%$  وكتافته  $d=1,16 \text{ g.mol}^{-1}$  كتلته المولية  $M=36,5 \text{ g.mol}^{-1}$

**خطوات العمل:**

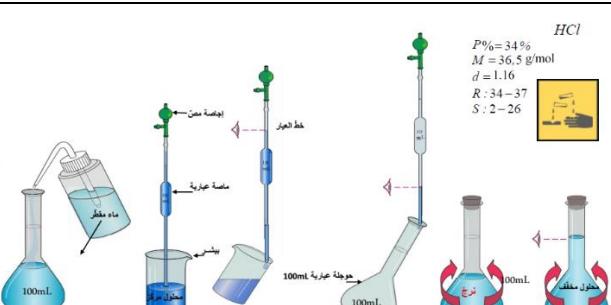
- نقوم بحساب تركيز المحلول التجاري  $C_0$ .

$$C_0 = \frac{10 \cdot P \cdot d}{M} = \frac{10 \cdot 34 \cdot 1,16}{36,5} \Rightarrow C_0 = 10,81 \text{ mol.L}^{-1}$$

- نقوم بحساب الحجم  $V_0$  الواجب اخذه.

$$C_0 \cdot V_0 = C \cdot V \Rightarrow V_0 = \frac{C \cdot V}{C_0} = \frac{0,2 \cdot 100}{10,81} \Rightarrow V_0 = 1,85 \text{ ml}$$

- نملأ ثلث اربع حوجلة عيارية حجمها  $V$  بالماء المقطر.
- بواسطة ماصة عيارية نأخذ حجماً  $V_0$  من محلول التجاري تركيزه  $C_0$  ثم نسكبه في الحوجلة العيارية.
- نغلق الحوجلة العيارية بسدادة ثم نرجها.
- نضيف الماء المقطر الى الحوجلة العيارية الى غاية خط العيار.



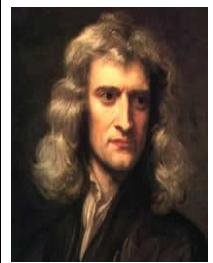
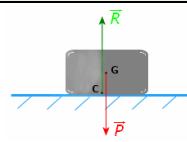
**ملاحظة:** نستعمل القفازات و النظارات للحماية لأن المحلول التجاري لحمض كلور الهيدروجين مرطب وأكل.

## I. شرح حركة كوكب او قمر اصطناعي

## 1. قوانين نيوتن

$$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$$

- القانون الأول (مبدأ العطالة) :** في معلم غاليلي يحافظ كل جسم على سكونه او حركته المستقيمة المنتظمة اذا لم تتدخل قوة لتعiger حالته الحركية .



$$\sum \vec{F}_{ext} = m \cdot \vec{a}$$

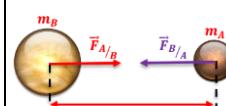
- القانون الثاني (مبدأ التحريل) :** في معلم غاليلي المجموع الشعاعي لقوى الخارجية المطبقة على جملة مادية يساوي جداء كتلتها في شعاع تسارع مركز عطالتها .



$$\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$$

- القانون الثالث (مبدأ الفعلين المتبادلين) :** إذا أثرت جملة A على جملة B بقوة  $\vec{F}_{A/B}$  فإن الجملة B تؤثر على الجملة A بقوة  $\vec{F}_{B/A}$  تتساوياها في الشدة ، لها نفس الحامل و تعاكسها في الاتجاه .

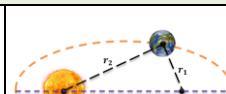
$$F_{A/B} = F_{B/A} = G \cdot \frac{m_A \cdot m_B}{d^2}$$



إسحاق نيوتن  
1727-1642

## 2. قوانين كبلر

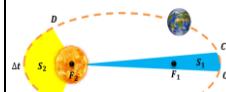
- القانون الأول (قانون المساحات) :** الكواكب تتحرك وفق مدارات اهليجية تمثل الشمس احدى محركيها.



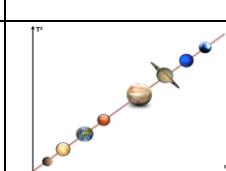
- مميزات المدار الاهليجي :**  $F_1, F_2$  : محركي المدار الاهليجي

$$S_1 = S_2$$

- القانون الثاني (قانون المساحات) :** المستقيم الرابط بين الشمس و الكوكب يمسح مساحات متساوية  $S_1 = S_2$  خلال مجالات زمنية متساوية  $\Delta t$



- البرهان : بين أن :**  $CC' < DD' \Rightarrow \frac{CC'}{\Delta t} < \frac{DD'}{\Delta t} \Rightarrow v_{CC'} < v_{DD'}$  **الحل :**  $v_{CC'} < v_{DD'}$



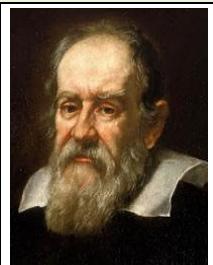
- القانون الثالث (قانون الأدوار) :** يتناسب مربع الدور  $T^2$  مع مكعب البعد المتوسط بين مركز الكوكب والشمس  $r^3$ .

$$\frac{T^2}{r^3} = K$$

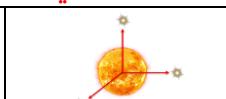
يوهانس كبلر  
1630 - 1571

## 3. المراجع الفاليلية

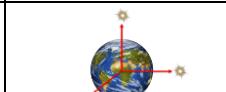
**المرجع الفاليلي** : هو كل مرجع يتحقق فيه مبدأ العطالة .



- المرجع الهيليومركزي (مركزي شمسي) :** مبدأ مركز الشمس و محاوره موجهة نحو ثلاثة نجوم بعيدة جدا ثابتة، تنسب اليه حركة الاجسام التي تدور حول الشمس.



- المرجع الجيومركزي (مركزي أرضي) :** مبدأ مركز الارض و محاوره موجهة نحو ثلاثة نجوم بعيدة ثابتة، تنسب اليه حركة الاجسام التي تدور حول الارض .



- المرجع السطحي الارضي :** مبدأ نقطة على سطح الارض و محاوره موجهة نحو ثلاثة نجوم ثابتة، تنسب اليه حركة الاجسام التي تحدث فوق سطح الارض.



فاليلي غاليليو  
1642-1564

## 4. الحركة الدائرية المنتظمة

- الحركة الدائرية المنتظمة :** هي حركة مسارها دائري و سرعتها ثابتة .

**شرط الحصول على حركة دائرية :**

- السرعة الابتدائية غير معروفة
- محصلة القوى التي تخضع لها ثابتة و تتجه نحو مركز المسار .



## I. شرح حركة كوكب او قمر اصطناعي

1. دور الحركة  $T$ 

$T$ : الدور وحدته (s)  
 $v$ : السرعة وحدتها (m/s)  
 $r$ : نصف قطر المسار الدائري (m)

(s)

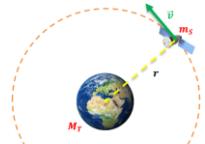
$$T = \frac{2\pi r}{v}$$

2. السرعة  $v$ 

$v$ : السرعة وحدتها (m/s)  
 $\Delta x$ : المسافة المقطوعة وحدتها (m)  
 $\Delta t$ : المدة الزمنية وحدتها (s)  
 $r$ : نصف قطر المسار الدائري وحدته (m)  
 $T$ : الدور وحدته (s)

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{2\pi r}{T}$$

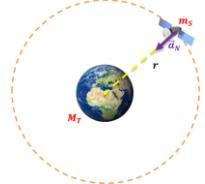
المسافة المقطوعة هي محيط دائرة  
 $\Delta x = 2\pi r$   
المدة الزمنية هي زمن دورة واحدة  
 $\Delta t = T$

3. التسارع الناظمي  $a_N$ 

$a_N$ : التسارع الناظمي وحدته (m/s<sup>2</sup>)  
 $v$ : السرعة وحدتها (m/s)  
 $r$ : نصف قطر المسار الدائري وحدته (m)

■ التسارع الناظمي  $a_N$ 

$$a_N = \frac{v^2}{r}$$

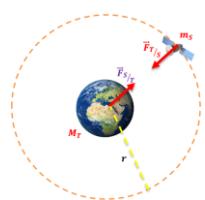


4. قانون الجذب العام

$F_{T/S}$ : شدة قوة جذب الأرض للقمر الاصطناعي (N)  
 $F_{S/T}$ : شدة قوة جذب القمر الاصطناعي للأرض (N)  
 $G$ : ثابت الجذب العام ( $N \cdot m^2 / Kg^2$ )  
 $M_T$ : كتلة الأرض (Kg)  
 $m_S$ : كتلة القمر الاصطناعي (Kg)  
 $r$ : نصف قطر المسار الدائري (m)

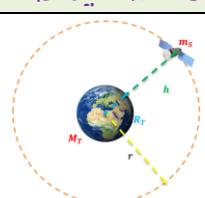
■ قانون الجذب العام

$$F_{T/S} = F_{S/T} = G \cdot \frac{m_S \cdot M_T}{r^2}$$

5. العلاقة بين نصف قطر المسار الدائري  $r$  و نصف قطر الأرض  $R_T$  ، الارتفاع  $h$ 

$r$ : نصف قطر المسار الدائري (m)  
 $R_T$ : نصف قطر الأرض (m)  
 $h$ : بعد القمر الاصطناعي عن سطح الأرض (m)

$$r = R_T + h$$



6. القمر الجيو مستقر

■ القمر الاصطناعي الجيو مستقر ارضياً :  
هو القمر الاصطناعي الذي يدور حول خط الاستواء ، له نفس دور و جهة دوران الأرض .

$$T = 23 h 56 min$$



7. استعمالات الاقمار الاصطناعية

■ استعمالات الاقمار الاصطناعية :  
الاتصالات، الاحوال الجوية، البث التلفزي، استعمالات عسكرية، تحديد الموقع، ....



8. الثوابت

 $G = 6.67 \times 10^{-11} N \cdot m^2 / Kg^2$  $R_T = 6.38 \times 10^6 m$  $M_T = 5.97 \times 10^{24} Kg$  $M_S = 2 \times 10^{30} Kg$ 

■ ثابت الجذب العام :

■ نصف قطر الأرض :

■ كتلة الأرض :

■ كتلة الشمس :

## I. شرح حركة كوكب او قمر اصطناعي

دراسة حركة قمر اصطناعي  $S$  حول الارض  $T$ 5. ايجاد دور حركة القمر الاصطناعي  $T$ 

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T} \Rightarrow \sqrt{G \cdot \frac{M_T}{r}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T}$$

$$\Rightarrow T = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{\sqrt{G \cdot \frac{M_T}{r}}} \Rightarrow T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{r^3}{G \cdot M_T}}$$

استنتاج دور حركة الكوكب

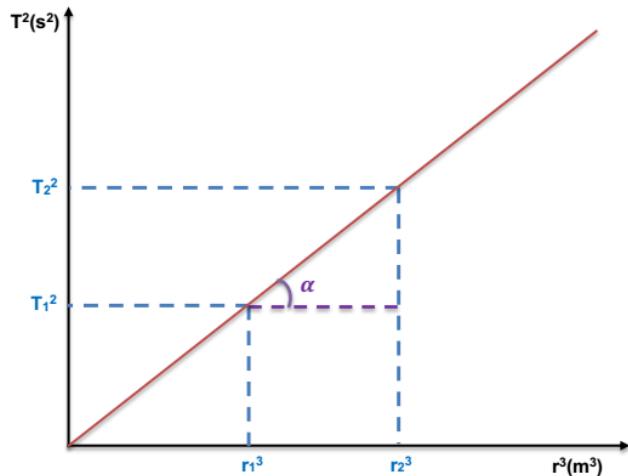
$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{r^3}{G \cdot M_S}}$$

نتيجة: ان كتلة الكواكب والاقمار الاصطناعية لا تؤثر في الدور  $T$  والسرعة المدارية  $v$ .

## 6. استنتاج قانون كيليل الثالث

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{r^3}{G \cdot M_T}} \Rightarrow T^2 = \frac{4 \cdot \pi^2}{G \cdot M_T} \cdot r^3 \Rightarrow \frac{T^2}{r^3} = \frac{4 \cdot \pi^2}{G \cdot M_T}$$

$$\Rightarrow \frac{T^2}{r^3} = \frac{4 \cdot \pi^2}{G \cdot M_T} = K$$

بالنسبة للشمس:  $K = \frac{4 \cdot \pi^2}{G \cdot M_S}$ 7. المنحنى البياني  $T^2=f(r^3)$ 

المعادلة الرياضية:

المنحنى عبارة عن خط مستقيم يمر من المبدأ معادلته:

$$T^2 = K \cdot r^3$$

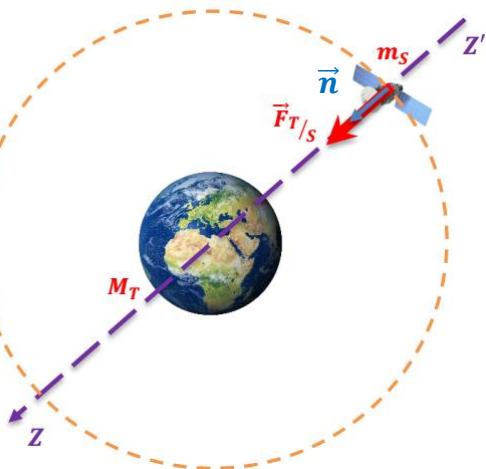
المعادلة الفيزيائية:

$$a = K = \frac{T^2 - T_1^2}{r_2^3 - r_1^3}$$

الميل:

استنتاج كتلة الشمس:

$$K = \frac{4 \cdot \pi^2}{G \cdot M_S} \Rightarrow M_S = \frac{4 \cdot \pi^2}{G \cdot K}$$

1. تمثيل القوة المؤثرة على القمر الاصطناعي  $F_{T/S}$ 2. ايجاد شدة قوة جذب الارض للقمر الاصطناعي  $F_{T/S}$ 

- المرجع المناسب هو: المرجع الجيومركزي (مركزي ارضي)

$$\vec{F}_{T/S} = G \cdot \frac{M_T \cdot m_S}{r^2} \cdot \vec{u}$$

- قانون الجذب العام
- بالإسقاط على المحور (Z'Z) نجد:

$$F_{T/S} = G \cdot \frac{M_T \cdot m_S}{r^2}$$

- بتعميض  $r = R_T + h$  نجد:

$$F_{T/S} = G \cdot \frac{M_T \cdot m_S}{(R_T + h)^2}$$

3. ايجاد سارع القمر الاصطناعي  $a$ 

- بنطبيق القانون الثاني لنيوتن

$$\sum \vec{F}_{ext} = m \cdot \vec{a} \Rightarrow \vec{F}_{T/S} = m_S \cdot \vec{a}$$

$$\vec{F}_{T/S} = m_S \cdot \vec{a} \quad \text{بالإسقاط على المحور (Z'Z) نجد:}$$

$$G \cdot \frac{M_T \cdot m_S}{r^2} = m_S \cdot \vec{a} \quad \text{بتعميض بقانون الجذب العام نجد:}$$

$$\vec{a} = G \cdot \frac{M_T}{r^2} \quad \text{بتعميض } r = R_T + h \quad \text{نجد:}$$

$$\vec{a} = G \cdot \frac{M_T}{(R_T + h)^2} \quad \text{بتعميض } r = R_T + h \quad \text{نجد:}$$

4. ايجاد السرعة المدارية للقمر الاصطناعي  $v$ 

- بنطبيق القانون الثاني لنيوتن

$$\sum \vec{F}_{ext} = m \cdot \vec{a} \Rightarrow \vec{F}_{T/S} = m_S \cdot \vec{a}_N$$

$$\Rightarrow G \cdot \frac{M_T \cdot m_S}{r^2} \cdot \vec{u} = m_S \cdot \frac{v^2}{r} \cdot \vec{u}$$

- بالإسقاط على المحور (OZ) نجد:

$$G \cdot \frac{M_T \cdot m_S}{r^2} = m_S \cdot \frac{v^2}{r} \Rightarrow v = \sqrt{G \cdot \frac{M_T}{r}}$$

$$v = \sqrt{G \cdot \frac{M_S}{r}} \quad \text{استنتاج السرعة المدارية للكوكب}$$

## II. السقوط الشاقولي الحر و الحقيقى

## 1. القوى المؤثرة على الجسم

أ. قوة الثقل  $\vec{P}$ 

$(N)$  شدة قوة الثقل :  
 $m$  كتلة الجسم :  
 $g$  الجاذبية الارضية :  
 $(m/s^2)$  أو  $(N/kg)$

▪ شدة قوة الثقل  $P$ 

$$P = m \cdot g$$

▪ قوة الثقل  $\vec{P}$ 

$$\vec{P} = m \cdot \vec{g}$$

ب. قوة دافعة ارخميدس  $\vec{\Pi}$ 

$(N)$  شدة قوة دافعة أرخميدس :  
 $\rho_f$  الكثافة الحجمية للمائع :  
 $(kg/m^3)$   
 $V_S$  حجم الجسم الصلب المغمور في المائع :  
 $(m^3)$  أو  $(N/kg)$  الجاذبية الارضية :  
 $(m/s^2)$

▪ شدة دافعة ارخميدس  $\Pi$ 

$$\Pi = \rho_f \cdot V_S \cdot g$$

▪ قوة دافعة ارخميدس  $\vec{\Pi}$ 

$$\vec{\Pi} = -\rho_f \cdot V_S \cdot \vec{g}$$

ج. قوة الاحتكاك  $\vec{f}$ 

$f$  شدة قوة الاحتكاك :  
 $k$  ثابت قوة الاحتكاك :  
 $(kg/s)$   
 $k'$  ثابت قوة الاحتكاك :  
 $(kg/m)$   
 $v$  سرعة الجسم :  
 $(m/s)$

▪ شدة قوة الاحتكاك  $f$   
 حالة السرعات الصغيرة

$$f = k \cdot v$$

حالة السرعات الكبيرة

$$f = k' \cdot v^2$$

▪ قوة الاحتكاك  $\vec{f}$   
 حالة السرعات الصغيرة

$$\vec{f} = -k \cdot \vec{v}$$

حالة السرعات الكبيرة

$$\vec{f} = -k' \cdot \vec{v}^2$$

التحليل البعدي للثابتين  $k$  و  $k'$  :

$$f = k \cdot v \Rightarrow k = \frac{f}{v} \Rightarrow [k] = \frac{[f]}{[v]} \Rightarrow [k] = \frac{[m] \cdot [a]}{[v]} \Rightarrow [k] = \frac{Kg \cdot m \cdot s^{-2}}{m \cdot s^{-1}} = kg \cdot s^{-1}$$

▪ حالة السرعات الصغيرة :

$$f = k' \cdot v^2 \Rightarrow k' = \frac{f}{v^2} \Rightarrow [k'] = \frac{[f]}{[v]^2} \Rightarrow [k'] = \frac{[m] \cdot [a]}{[v]^2} \Rightarrow [k'] = \frac{Kg \cdot m \cdot s^{-2}}{m^2 \cdot s^{-2}} = kg \cdot m^{-1}$$

▪ حالة السرعات الكبيرة :

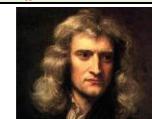
## 2. القانون الثاني لنيوتن

 $\Sigma \vec{F}_{ext}$  (N) المجموع الشعاعي لقوى الخارجية المؤثرة على الجسم :

$m$  كتلة الجسم :  
 $(kg)$   
 $\vec{a}$  شعاع تسارع الجسم :  
 $(m/s^2)$

▪ القانون الثاني لنيوتن

$$\Sigma \vec{F}_{ext} = m \cdot \vec{a}$$

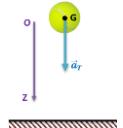


## 3. التسارع المماسي

$a_T$  التسارع المماسي :  
 $(m/s^2)$   
 $dv$  مشتق السرعة :  
 $(m/s)$   
 $dt$  مشتق الزمن :  
 $(s)$

▪ التسارع المماسي  $a_T$ 

$$a_T = \frac{dv}{dt}$$



## 4. الكثافة الحجمية

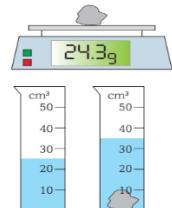
$\rho_f$  الكثافة الحجمية للمائع :  
 $(kg/m^3)$   
 $m_f$  كتلة المائع :  
 $(kg)$   
 $V_f$  حجم المائع :  
 $(m^3)$   
 $\rho_s$  الكثافة الحجمية للجسم الصلب :  
 $(kg/m^3)$   
 $m_s$  كتلة الجسم الصلب :  
 $(kg)$   
 $V_S$  حجم الجسم الصلب :  
 $(m^3)$

▪ الكثافة الحجمية للجسم  $\rho_s$ 

$$\rho_s = \frac{m_s}{V_s}$$

▪ الكثافة الحجمية للمائع  $\rho_f$ 

$$\rho_f = \frac{m_f}{V_f}$$



## 5. حجم الكرة

$V$  حجم الكرة :  
 $(m^3)$   
 $R$  نصف قطر الكرة :  
 $(m)$

▪ حجم الكرة  $V$ 

$$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3$$

 $g = 9,81 m \cdot s^{-2}$  الجاذبية الارضية :

## السقوط الشاقولي الحر

نترك جسم صلب (s) كتلته  $m$  يسقط شاقوليا بدون سرعة ابتدائية  $v_0$  في الفراغ او في الهواء مع اهمال تأثير الهواء ( $\Pi = 0, f = 0$ )

## 1. تعريف السقوط الحر

**السقوط الحر :** يقوم الجسم بسقوط شاقولي حر اذا كان يخضع لقوة ثقله  $\vec{P}$  فقط اثناء حركته.

## 2. احصاء القوى المؤثرة على الجسم ثم تمثيلها

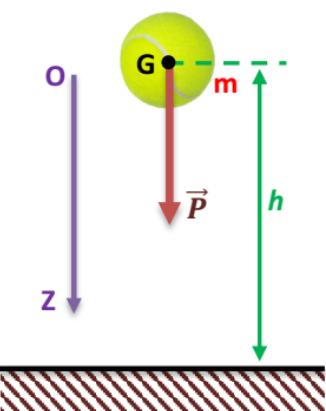
**قوى المؤثرة على الجسم هي :** قوة الثقل  $\vec{P}$

3. ايجاد تسارع الجسم  $a$  بتطبيق القانون الثاني لنيوتن

بنطبيق القانون الثاني لنيوتن :

$$P = m \cdot a \Rightarrow m \cdot g = m \cdot a \Rightarrow a = g \quad (\text{بالإسقاط على } oz)$$

**نتيجة :** تسارع الجسم لا يتعلق بكتلة الجسم اثناء حركته.



## 4. اوجد طبيعة دركة الجسم

ثابت  $= a = g$  و المسار مستقيم **و منه** : حركة الجسم مستقيمة متغيرة بانتظام

## 5. اعط المعادلات التفاضلية للحركة

$\begin{cases} a = \frac{dv}{dt} \\ v = \frac{dz}{dt} \end{cases} \Rightarrow a = \frac{d^2 z}{dt^2} \Rightarrow \frac{d^2 z}{dt^2} = g$	<b>المعادلة التفاضلية للفاصله:</b> معادلة تفاضلية من الدرجة الاولى $a = \frac{dv}{dt} \Rightarrow \frac{dv}{dt} = g$
--	---

## 6. اعط المعادلات الزمنية للحركة

أ. معادلة الموضع :	ب. معادلة السرعة :	ج. معادلة المسار :
<b>المعادلة المستقلة عن الزمن:</b> $v^2 - v_0^2 = 2 \cdot a \cdot (Z - Z_0)$ السرعة الابتدائية معروفة : $v_0 = 0$ التسارع : $a = g$ $v^2 = 2 \cdot g \cdot Z$	$v = a \cdot t + v_0$ السرعة الابتدائية معروفة : $v_0 = 0$ التسارع : $a = g$ $v = g \cdot t$	$Z = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 + v_0 \cdot t + Z_0$ مبدأ الأزمنة هو مبدأ الفواصل : $Z_0 = 0$ السرعة الابتدائية معروفة : $v_0 = 0$ التسارع : $a = g$ $Z = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$

## 7. المنحنيات البيانية للحركة

• مخطط الفاصله $z = h(t)$	• مخطط السرعة $v = g(t)$	• مخطط التسارع $a = f(t)$
 $x(m)$ $t(s)$	 $v(m/s)$ $t(s)$	 $a(m/s^2)$ $t(s)$

ايجاد الموضع الابتدائي  $x_0$  : نقطة تقاطع المنحنى مع محور التراتيب

استنتاج طبيعة الحركة : حركة مستقيمة متغيرة بانتظام متتسارعة

ايجاد التسارع : ثابت  $= \frac{\Delta v}{\Delta t} = \text{الميل} = a$

ايجاد المسافة : مساحة شبه منحرف  $d$

ايجاد السرعة الابتدائية  $v_0$  : نقطة تقاطع المنحنى مع محور التراتيب

ايجاد التسارع : ثابت  $= a = g$  استنتاج طبيعة الحركة : حركة مستقيمة

متغيرة بانتظام متتسارعة

## السقوط الشاقولي الحقيقي

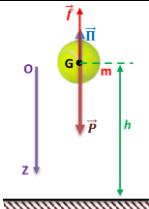
تنرك جسم صلب (s) كتلته  $m$  يسقط شاقوليا بدون سرعة ابتدائية  $v_0$  في مائع (غاز أو سائل) كتلته الحجمية  $\rho_f$ .

## 1. احصاء القوى المؤثرة على الجسم

قوة الثقل:  $\vec{P}$  ، قوة دافعة ارخميدس:  $\vec{\Pi}$  ، قوة الاحتكاك:  $\vec{f}$ .

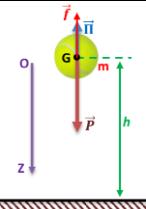
## 2. تمثيل القوى المؤثرة على الجسم أثناء مراحل الحركة

ج. النظام الدائم  $5\tau \leq t$



ثابت  $f = f_{lim}$  و منه  $v = v_{lim}$

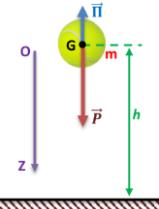
ب. النظام الانتقالـي  $5\tau > t > 0$



ـ  $f \neq 0$  و منه  $v \neq 0$

أ. الحالة الابتدائية:  $t_0 = 0$

$f = 0$  و منه  $v_0 = 0$



$$\Pi + f = P$$

$$\Pi + f < P$$

$$\Pi < P$$

6. تعريف السرعة الحدية  $v_{lim}$ 3. إيجاد التسارع الابتدائي  $a_0$  في اللحظة  $t_0 = 0$ 

هي السرعة التي يبلغها الجسم عندما تصبح حركته مستقيمة منتظمة.

$$v = v_{lim} \Rightarrow \frac{dv_{lim}}{dt} = 0$$

$$\sum \vec{F}_{ext} = m \cdot \vec{a}$$

$$\Rightarrow \vec{P} + \vec{\Pi} = m \cdot a_0$$

$$P - \Pi = m \cdot a_0$$

$$\Rightarrow m \cdot g - \rho_f \cdot V \cdot g = m \cdot a_0$$

$$\Rightarrow a_0 = g - \frac{\rho_f \cdot V \cdot g}{m}$$

$$\Rightarrow a_0 = g \cdot \left(1 - \frac{\rho_f}{\rho_s}\right)$$

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن:

بالإسقاط على (OZ) :

## 7. عبارة السرعة الحدية في حالة السرعات الصغيرة:

$$\frac{dv_{lim}}{dt} + \frac{k}{m} \cdot v_{lim} = g \cdot \left(1 - \frac{\rho_f}{\rho_s}\right)$$

$$\Rightarrow v_{lim} = g \cdot \frac{m}{k} \cdot \left(1 - \frac{\rho_f}{\rho_s}\right)$$

## 8. عبارة السرعة الحدية في حالة السرعات الكبيرة

$$\sum \vec{F}_{ext} = m \cdot \vec{a}$$

$$\Rightarrow \vec{P} + \vec{\Pi} + \vec{f} = m \cdot a$$

$$P - \Pi - f = m \cdot a$$

▪ في حالة السرعات الصغيرة:  $f = k \cdot v$

$$\frac{dv_{lim}}{dt} + \frac{k'}{m} \cdot v_{lim}^2 = g \cdot \left(1 - \frac{\rho_f}{\rho_s}\right)$$

$$\Rightarrow v_{lim} = \sqrt{g \cdot \frac{m}{k'} \cdot \left(1 - \frac{\rho_f}{\rho_s}\right)}$$

9. الزمن المميز  $\tau$  في حالة السرعات الصغيرة

تعريف الزمن المميز  $\tau$ : هو الزمن اللازم للوصول إلى السرعة  $63\%$  من السرعة الحدية  $v_{lim}$  وحدتها الثانية (s).

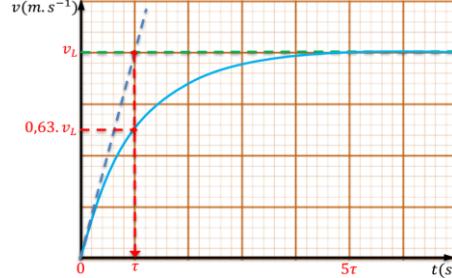
(s) ثابت الزمن :

$m$  (kg) كتلة الجسم :

$k$  (kg/s) ثابت قوة الاحتكاك :

$$\tau = \frac{m}{k}$$

## 10. مخطط السرعة



الاستاذ: بن فیلال کمال

$$f = k' \cdot v^2$$

$$\frac{dv}{dt} + \frac{k'}{m} \cdot v^2 = g \cdot \left(1 - \frac{\rho_f}{\rho_s}\right)$$

## 5. حل المعادلة التفاضلية

المعادلة التفاضلية من الدرجة الأولى حلها من الشكل :

$$v = v_{lim} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

## III . دراسة حركة قذيفة

1. قوة التقل

$P$  شدة قوة التقل :  $(N)$   
 $m$  كتلة الجسم المقذوف :  $(kg)$   
 $g$  الجاذبية الأرضية :  $(N/kg)$  أو  $(m/s^2)$   
 $g = 9.8 m/s^2$  يعطى :

$$\vec{P} = m \cdot \vec{g}$$

$$P = m \cdot g$$

- قوة التقل
- شدة قوة التقل



2. القانون الثاني لليووه

$\sum \vec{F}_{ext}$  المجموع الشعاعي للقوى الخارجية المؤثرة على الجسم :  $(N)$   
 $m$  كتلة الجسم المتحرك :  $(kg)$   
 $\vec{a}$  شعاع تسارع الجسم :  $(m/s^2)$

$$\sum \vec{F}_{ext} = m \cdot \vec{a}$$



3. المعادلات الزمنية للحركة

$x$  : موضع الجسم في لحظة  $t$  :  $(m)$   
 $x_0$  : موضع الجسم في لحظة  $t_0$  :  $(m)$   
 $v_x$  : سرعة الجسم في لحظة  $t$  :  $(m/s)$   
 $v_{0x}$  : سرعة الجسم في لحظة  $t_0$  :  $(m/s)$   
 $a_x$  : تسارع الجسم :  $(m/s^2)$   
 $t$  : الزمن :  $(s)$

$z$  : موضع الجسم في لحظة  $t$  :  $(m)$   
 $z_0$  : موضع الجسم في لحظة  $t_0$  :  $(m)$   
 $v_z$  : سرعة الجسم في لحظة  $t$  :  $(m/s)$   
 $v_{0z}$  : سرعة الجسم في لحظة  $t_0$  :  $(m/s)$   
 $a_z$  : تسارع الجسم :  $(m/s^2)$   
 $t$  : الزمن :  $(s)$

على  $(0x)$  : الحركة المستقيمة المنتظمة

$$x = v_x \cdot t + x_0$$

- معادلة المسافة

$$v_x = \text{ثابت}$$

- معادلة السرعة

على  $(0z)$  : الحركة المستقيمة المتغيرة بانتظام ثابت =

$$z = \frac{1}{2} \cdot a_z \cdot t^2 + v_{0z} \cdot t + z_0$$

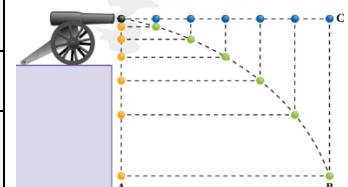
- معادلة المسافة

$$v_z = a_z \cdot t + v_{0z}$$

- معادلة السرعة

$$v_z^2 - v_{0z}^2 = 2 \cdot a_z \cdot (z - z_0)$$

- المعادلة المستقلة عن الزمن



4. معادلة المسار

هي معادلة مستقلة عن الزمن ، حيث :  $z = f(x)$

5. الزاوية  $(s)$ 

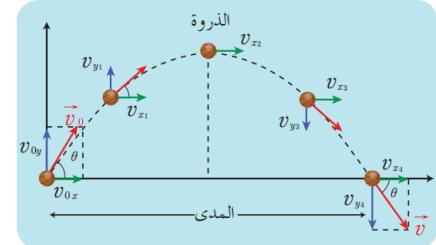
$$v_z = 0$$

هي أعلى نقطة يبلغها الجسم المقذوف، حيث:

6. المدى  $(p)$ 

$$z = 0$$

هي أبعد مسافة افقيّة يبلغها الجسم المقذوف، حيث:



7. مبدأ انحفاظ الطاقة الميكانيكية

$E_c$  الطاقة الحركية :  $(J)$   
 $m$  كتلة الجسم المقذوف :  $(kg)$   
 $v$  سرعة الجسم المقذوف :  $(m/s)$   
 $E_p$  الطاقة الكامنة :  $(J)$   
 $E_{pp}$  الطاقة الكامنة الثقالية :  $(J)$   
 $g$  الجاذبية الأرضية :  $(N/kg)$   
 $h$  ارتفاع الجسم المقذوف عن سطح الأرض :  $(m)$   
 $E_m$  الطاقة الميكانيكية في الوضع  $B$  :  $(J)$   
 $E_{mB}$  الطاقة الميكانيكية في الوضع  $B$  :  $(J)$   
 $E_{mA}$  الطاقة الميكانيكية في الوضع  $A$  :  $(J)$

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

- الطاقة الحركية

$$E_{pp} = m \cdot g \cdot h$$

- الطاقة الكامنة الثقالية

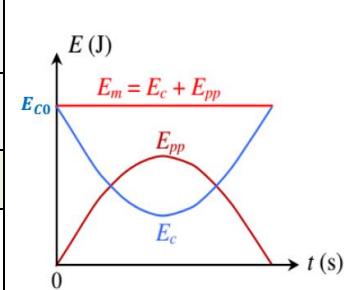
$$E_m = E_c + E_p$$

- الطاقة الميكانيكية

مبدأ انحفاظ الطاقة الميكانيكية

$$E_{mB} = E_{mA}$$

- الطاقة محفوظة
- الجملة (ارض + جسم)
- الجملة معزولة



## III . دراسة حركة قذيفة

- **مثال:** لاعب كرة قدم يقذف كرة (s) كتلتها  $m$  بسرعة ابتدائية  $v_0$  تصنع مع خط الأفق زاوية  $\alpha$ . مبدأ الأزمنة هو مبدأ الفوائل ، مع اهمال تأثير الهواء ( $\Pi = 0$  ;  $f = 0$ ).

1. اعطاء الشروط الابتدائية (عند اللحظة:  $t_0 = 0$ )

- السرعة الابتدائية
 
$$v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha$$

$$v_{0z} = v_0 \cdot \sin \alpha$$
- الفاصلة الابتدائية
 
$$x_0 = 0$$

$$z_0 = 0$$

تحليل  $\vec{v}_0$  الى مركبتين  
ال مقابل  $\vec{v}_{0x}$   
الوتر  $\vec{v}_{0z}$   
المجاور



## 2. ما هي القوى المؤثرة على الجسم (s)

- قوة الثقل:  $\vec{P}$

## 3. إيجاد سارعات الجسم (s)

$$\sum \vec{F}_{ext} = m \cdot \vec{a} \Rightarrow \vec{P} = m \cdot \vec{a}$$

• الإسقاط على (oz)

• بتطبيق القانون الثاني لنيوتون:

$$-p = m \cdot a_z \Rightarrow -m \cdot g = m \cdot a_z \Rightarrow a_z = -g$$

$$0 = m \cdot a_x \Rightarrow a_x = 0$$

## 4. إيجاد طبيعة حركة الجسم (s)

- على (oz): الحركة مستقيمة متغيرة بانتظام ، لأن:  $a_z = -g$

- على (ox): الحركة مستقيمة منتظمة ، لأن:  $a_x = 0$

## 5. إيجاد المعادلات التفاضلية للحركة

$$a_z = -g \Rightarrow \frac{dv_z}{dt} = -g$$

$$a_x = 0 \Rightarrow \frac{dv_x}{dt} = 0$$

## 6. إيجاد المعادلات الزمنية

- معادلة المسافة على (oz):

- معادلة المسافة على (ox):

$$z = \frac{1}{2} \cdot a_z \cdot t^2 + v_{0z} \cdot t + z_0$$

$$z = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 + (v_0 \cdot \sin \alpha) \cdot t$$

$$x = v_{0x} \cdot t + x_0$$

بتعويض الشرط  $x = (v_0 \cdot \cos \alpha) \cdot t$  بتعويض الشرط الابتدائي:

- معادلة السرعة على (oz):

- معادلة السرعة على (ox):

$$v_z = a_z \cdot t + v_{0z}$$

بتعويض الشرط الابتدائي:  $v_z = -g \cdot t + (v_0 \cdot \sin \alpha)$

$$v_x = \text{ثابت} \Rightarrow v_x = v_{0x}$$

بتعويض الشرط الابتدائي:  $v_x = v_0 \cdot \cos \alpha$

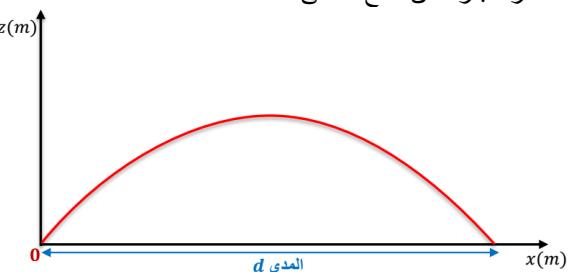
7. معادلة المسار:  $z = f(x)$ 

- نستخرج الزمن  $t$  من المعادلة الزمنية لـ  $x$ :  $t = \frac{x}{v_0 \cdot \cos \alpha}$

- نوضع الزمن  $t$  في المعادلة الزمانية لـ  $z$ :  $\Rightarrow z = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot \left( \frac{x}{v_0 \cdot \cos \alpha} \right)^2 + (v_0 \cdot \sin \alpha) \cdot \frac{x}{v_0 \cdot \cos \alpha}$

$$\Rightarrow z = -\frac{g}{(2 \cdot v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha)} \cdot x^2 + (\tan \alpha) \cdot x$$

المسار عبارة عن قطع مكافئ



## III . دراسة حركة قذيفة

9. احداثيات المدى  $p(x_p, 0)$ :  $p$ 

- عند الوصول إلى المدى الارتفاع معنوم أي:  $z = 0$
- من معادلة المسار:

$$\Rightarrow -\frac{g}{(2 \cdot v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha)} \cdot x^2 + (\tan \alpha) \cdot x = 0$$

$$\Rightarrow x \cdot \left( -\frac{g}{(2 \cdot v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha)} \cdot x + (\tan \alpha) \right) = 0$$

$$\Rightarrow -\frac{g}{(2 \cdot v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha)} \cdot x + (\tan \alpha) = 0$$

$$x_p = \frac{2 \cdot v_0^2 \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha}{g}$$

**تذكرة:**  $\sin 2\alpha = 2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha$ 

$$x_p = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}$$

8. احداثيات الزاوية  $s(x_s, z_s)$ :  $s$ 

- عند الوصول إلى الأرض سرعة الصعود نحو الأعلى تنعدم:  $v_z = 0$
- من معادلة السرعة على المحور  $z$ :

$$\Rightarrow -g \cdot t + (v_0 \cdot \sin \alpha) = 0 \Rightarrow t_s = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g}$$

نعرض الزمن  $t$  في المعادلة الزمنية لـ  $x$ :

$$x = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g} \Rightarrow x = \frac{v_0^2 \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha}{g}$$

**تذكرة:**  $\sin 2\alpha = 2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha$

$$\Rightarrow x_s = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{2g}$$

نعرض الزمن  $t$  في المعادلة الزمنية لـ  $z$ :

$$z = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot \left( \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g} \right)^2 + (v_0 \cdot \sin \alpha) \cdot \left( \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g} \right)$$

$$\Rightarrow z_s = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2 \cdot g}$$

**ملاحظة:** نستطيع كذلك تعويض  $x$  في معادلة المسار لایجاد

## 10. مناطق الدالة

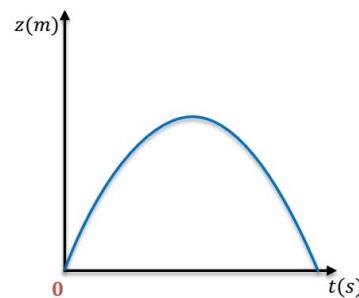
## أ. مناطق المسافة

المنحنى عبارة عن قطع مكافيء لا يمر من المبدأ معادلته:

$$z = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 + (v_0 \cdot \sin \alpha) \cdot t$$

الفاصلة الابتدائية:  $z_0$ 

$$z_0 = 0$$



المنحنى خط مستقيم يمر من المبدأ ميله موجب معادلته:

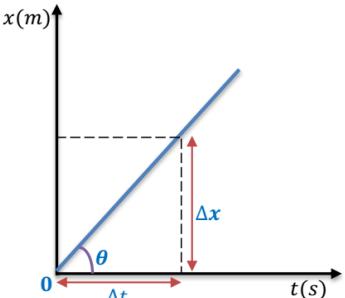
$$x = (v_0 \cdot \cos \alpha) \cdot t$$

السرعة:  $v_x$ 

$$v_x = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

الفاصلة الابتدائية:  $x_0$ 

$$x_0 = 0$$



## ب. مناطق السرعة

المنحنى خط مستقيم لا يمر من المبدأ و ميله سالب معادلته:

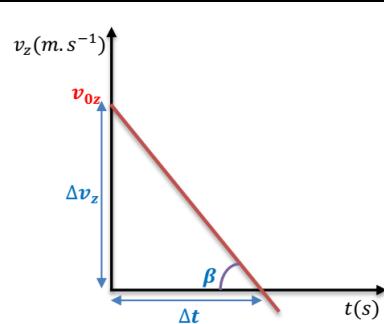
$$v_z = -g \cdot t + (v_0 \cdot \sin \alpha)$$

المنحنى خط مستقيم موازي لمحور الأزمنة معادلته:

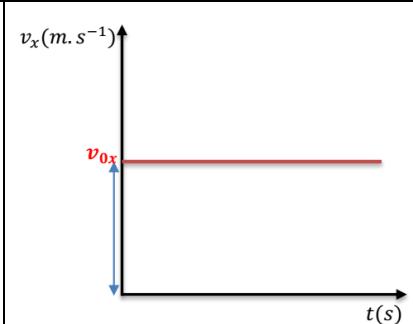
$$v_x = v_0 \cdot \cos \alpha$$

التسارع:  $a_z$   
هو ميل المنحنى  
 $a_z = \frac{\Delta v_z}{\Delta t}$

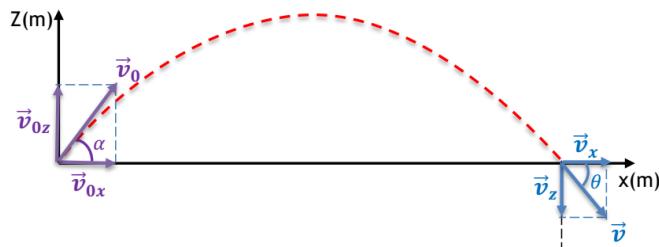
السرعة الابتدائية:  $v_{0z}$   
هي نقطة تقاطع المنحنى  
مع محور التراثيب



السرعة الابتدائية:  $v_{0x}$   
هي نقطة تقاطع المنحنى  
مع محور التراثيب



## III . دراسة حركة قذيفة

11. ايجاد سرعة الجسم في لحظة  $t$  ( هنا : لحظة الاصطدام بسطح الأرض )

الطريقة 2 : استعمال مبدأ انفراط الطاقة الميكانيكية

الجملة : ( الكرة + الأرض ) - الجملة معزولة -

بنطبيق مبدأ انفراط الطاقة الميكانيكية : الطاقة محفوظة

$$\begin{aligned} E_m &= E_{m0} \\ \Rightarrow E_C + E_{PP} &= E_{C0} + E_{PP0} \\ \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 + m \cdot g \cdot h &= \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_0^2 + m \cdot g \cdot h_0 \\ \text{لدينا : } h_0 &= 0 \\ \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot v^2 + g \cdot h &= \frac{1}{2} \cdot v_0^2 \\ \Rightarrow v^2 = v_0^2 - 2g \cdot h & \\ \Rightarrow v &= \sqrt{v_0^2 - 2 \cdot g \cdot h} \end{aligned}$$

الطريقة 1 : استعمال معادلة الحركة

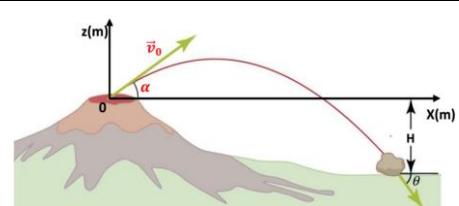
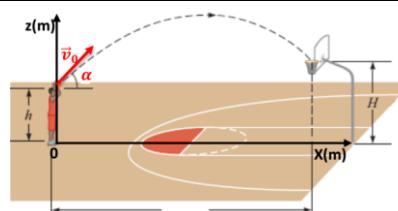
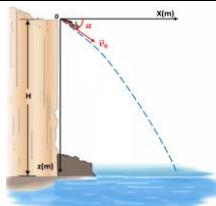
على المحور (OX) : الحركة مستقيمة منتظمة

$$\begin{aligned} v_x &= v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha \\ \Rightarrow v_x^2 &= v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha \end{aligned}$$

على المحور (OZ) : الحركة مستقيمة متغيرة بانتظام  
المعادلة المستقلة عن الزمن

$$\begin{aligned} v_z^2 - v_{0z}^2 &= 2 \cdot a_z \cdot h \\ \Rightarrow v_z^2 &= v_{0z}^2 - 2 \cdot g \cdot h \\ \Rightarrow v_z^2 &= v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha - 2 \cdot g \cdot h \\ \text{لدينا : } v &= \sqrt{v_x^2 + v_z^2} \\ v &= \sqrt{v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha + v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha - 2 \cdot g \cdot h} \\ v &= \sqrt{v_0^2 - 2 \cdot g \cdot h} \end{aligned}$$

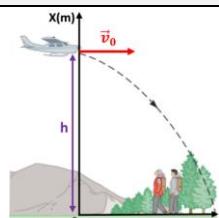
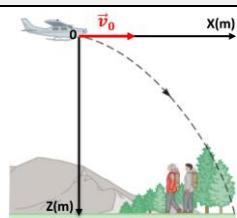
12. مختلف حالات حركة قذف جسم

أ. القذف بزاوية ميل  $\alpha$ 

- السرعة الابتدائية  $v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha$
- $v_{0z} = v_0 \cdot \sin \alpha$
- الفاصلة الابتدائية  $x_0 = 0, z_0 = 0$

- السرعة الابتدائية  $v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha$
- $v_{0z} = v_0 \cdot \sin \alpha$
- الفاصلة الابتدائية  $x_0 = 0, z_0 = h$

- السرعة الابتدائية  $v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha$
- $v_{0z} = v_0 \cdot \sin \alpha$
- الفاصلة الابتدائية  $x_0 = 0, z_0 = 0$

ب. القذف الأفقي  $\alpha = 0$ 

- السرعة الابتدائية  $v_{0x} = v_0, v_{0z} = 0$
- الفاصلة الابتدائية  $x_0 = 0, z_0 = 0$

- السرعة الابتدائية  $v_{0x} = v_0, v_{0z} = 0$
- الفاصلة الابتدائية  $x_0 = 0, z_0 = h$

الاستاذ : بن فليل كمال

دروس دعم الفيزياء (بن فليل كمال)

## IV. المستوى المائل والمستوى الأفقي

1. تمثيل القوى

أ. تمثيل القوى المؤثرة على الجسم الصلب (s) في المستوى الأفقي :

قوية شد الخيط $\vec{T}$	قوية الاحتكاك مع السطح $\vec{f}$	قوية الدفع او الجر $\vec{F}$	قوية رد فعل المستوى $\vec{R}$	قوية التقل $\vec{P}$

ب. تمثيل القوى المؤثرة على الجسم الصلب (s) في المستوى المائل :

قوية شد الخيط $\vec{T}$	قوية الاحتكاك مع السطح $\vec{f}$	قوية الدفع او الجر $\vec{F}$	قوية رد فعل المستوى $\vec{R}$	قوية التقل $\vec{P}$

2. خصائص (ميزات) آشعة القوى

$\vec{T}$	$\vec{f}$	$\vec{F}$	$\vec{R}$	$\vec{P}$	
تلمس الخيط بالجسم	المستوي مقابل $G$	مركز العطالة $G$	مستوي مرورا بـ $G$	مركز العطالة $G$	▪ نقطة التاثير
الخيط	موازي للمستوي	يصنع زاوية $\beta$	عمودي على مستوى الشاقول		▪ الحامل
جهة الخيط	عكس جهة الحركة	مع جهة الحركة	عكس المستوى		▪ الجهة
$T$	$f$	$F$	$R$	$P = m \cdot g$	▪ الشدة

3. القانون الثاني لنيوتن

$\sum \vec{F}_{ext} = m \cdot \vec{a}$	القانون	
المجموع الشعاعي للقوى الخارجية المؤثرة على الجسم يساوي كتلة الجسم جداء شعاع تسارعه	نص القانون	

4. السرعة

	$v_n = \frac{M_{n-1}M_{n+1}}{2 \cdot \tau}$	$v$ : السرعة وحدتها (m/s) $(m)$ : الموضع وحدتها (m) $(s)$ : الزمن وحدتها (s)	$v = \frac{dx}{dt}$
--	---	--	---------------------

5. التسارع

$(m/s^2)$ : التسارع وحدته $(m/s)$ : السرعة وحدتها $(s)$ : الزمن وحدته	$a = \frac{dv}{dt}$	$(m/s^2)$ : التسارع وحدته $(m)$ : الموضع وحدتها $(s)$ : الزمن وحدتها	$a = \frac{d^2x}{dt^2}$
---	---------------------	--	-------------------------

6. طبيعة حركة الجسم

■ اذا كان $a = 0$ فإن : الحركة مستقيمة منتظمة	
---	--

## IV . المستوى المايل و المستوى الافقى

7. المعادلات الزمنية للحركة

أ. حركة مستقيمة منتظمة

$$x = v \cdot t + x_0$$

معادلة الموضع :

ثابت

معادلة السرعة :

$$a = 0$$

التسارع :

$$x = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 + v_0 \cdot t + x_0$$

معادلة الموضع :

$$v = a \cdot t + v_0$$

معادلة السرعة :

$$a = \text{ثابت}$$

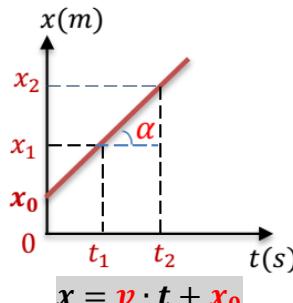
التسارع :

$$v^2 - v_0^2 = 2 \cdot a \cdot (x - x_0)$$

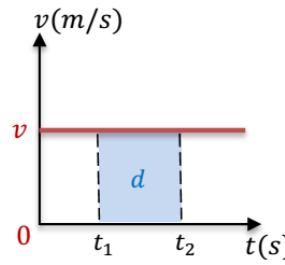
المعادلة المستقلة عن الزمن :

8. مخططات الحركة

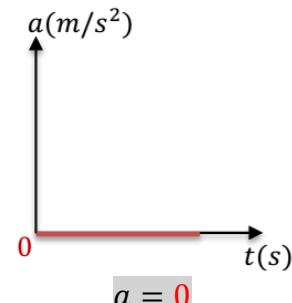
أ. حركة مستقيمة منتظمة

مخطط الموضع  $x(t)$ 

$$x = v \cdot t + x_0$$

مخطط السرعة  $v(t)$ 

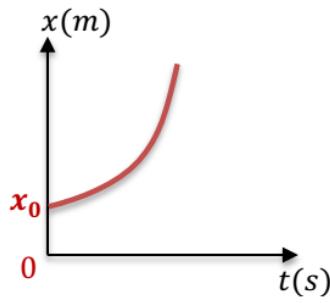
$$v = \text{ثابت}$$

مخطط التسارع  $a(t)$ 

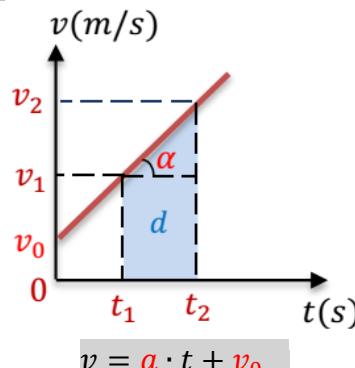
$$a = 0$$

• إيجاد السرعة: ثابت  $= \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_0}{t_2 - t_1}$  = الميل• إيجاد الموضع الابتدائي  $x_0$ : نقطة تقاطع المنحني مع محور التراتيب• إيجاد السرعة: ثابت  $v = \text{ثابت}$ • إيجاد المسافة: مساحة المستطيل  $d = v \cdot \Delta t$ • إيجاد التسارع: ثابت  $a = 0$ 

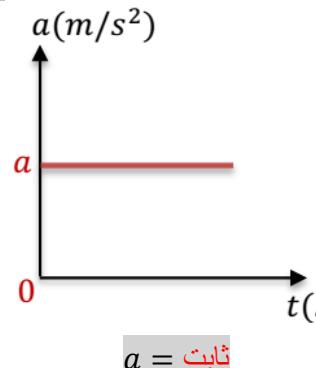
ب. حركة مستقيمة متغيرة بانتظام

مخطط الموضع  $x(t)$ 

$$x = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 + v_0 \cdot t + x_0$$

• إيجاد الموضع الابتدائي  $x_0$ : نقطة تقاطع المنحني مع محور التراتيبمخطط السرعة  $v(t)$ 

$$v = a \cdot t + v_0$$

مخطط التسارع  $a(t)$ 

$$a = \text{ثابت}$$

• إيجاد التسارع: ثابت  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_0}{t_2 - t_1}$  = الميل• إيجاد المسافة: مساحة شبه منحرف  $d =$ 

$$d = \frac{(v_1 + v_2) \cdot \Delta t}{2}$$

• إيجاد السرعة الابتدائية  $v_0$ : نقطة تقاطع المنحني مع محور التراتيب

## IV. المستوى المائل والمستوى الأفقي

9. مبدأ انفراط الطاقة

الطاقة غير محفوظة الطاقة النهائية للجملة = الطاقة الابتدائية للجملة + الطاقة المستقبلة – الطاقة المقدمة	$E_{mB} = E_{mA} + E_{\text{مستقبلة}} - E_{\text{مقدمة}}$	الطاقة محفوظة الطاقة النهائية للجملة = الطاقة الابتدائية للجملة
ج. الطاقة الكامنة التقالية $E_{pp}$	ب. الطاقة الدوارة $E_c$	أ. الطاقة الميكانيكية $E_m$
$E_{pp} = m \cdot g \cdot h$	$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$	$E_m = E_c + E_p$
د. حمل قوة احتكاك $w(\vec{f})$	ك. حمل قوة التقل $w(\vec{P})$	د. حمل قوة $w(\vec{F})$
$w(\vec{f}) = -f \cdot AB$	$w(\vec{P}) = m \cdot g \cdot h$ • حالة النزول $w(\vec{P}) = -m \cdot g \cdot h$ • حالة الصعود	$w(\vec{F}) = F \cdot AB \cdot \cos(\vec{F}, \overrightarrow{AB})$

## 1. دراسة حركة جسم على المستوى الأفقي

مثال:



ندفع جسم صلب (s) كتلته  $m$  بقوة  $\vec{F}$  ثابتة تصنع زاوية  $\beta$  مع خط الأفق على مستوى افقي (AB) خشن يخضع لقوة احتكاك  $\vec{f}$  ثابتة على طول هذا المسار ، نهمل تأثير الهواء ( $f_{air} = 0$  ،  $\Pi = 0$ )

## 1. إيجاد القوى المؤثرة على الجسم الصلب (s)

قوة التقل  $\vec{P}$  ، قوة رد فعل السطح  $\vec{R}$  ، قوة احتكاك مع السطح  $\vec{f}$  ، قوة الدفع  $\vec{F}$ .

## 2. تمثيل القوى المؤثرة على الجسم الصلب (s)

## 3. إيجاد تسارع الجسم (s):

$$\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

$$\Rightarrow \vec{p} + \vec{R} + \vec{F} + \vec{f} = m \cdot \vec{a}$$

• بتطبيق القانون الثاني لنيوتون في معلم خطاطي

• بالإسقاط على محور الدالة ( $x'$ / $x$ )

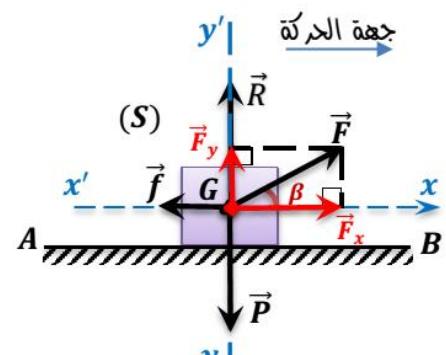
$$F_x - f = m \cdot a \Rightarrow a = \frac{F_x - f}{m}$$

• إيجاد العلاقة بين القوة  $F$  و مركبة القوة  $F_x$  على المحور ( $x'$ / $x$ )

$$\cos \beta = \frac{F_x}{F} \Rightarrow F_x = F \cdot \cos \beta$$

$$a = \frac{F \cdot \cos \beta - f}{m}$$

وهذه



ملاحظة

نأخذ نقطة تأثير القوى مرکز عطاله الجسم G

## 4. إيجاد طبيعة حركة الجسم (s)

• اذا كان :  $F \cdot \cos \beta - f = 0$  فان : الحركة مستقيمة منتظمة

• اذا كان :  $F \cdot \cos \beta - f > 0$  فان : الحركة مستقيمة متغيرة بانتظام متسرعة

• اذا كان :  $F \cdot \cos \beta - f < 0$  فان : الحركة مستقيمة متغيرة بانتظام متباطئة

5. استنتاج طبيعة حركة الجسم (s) في حالة اهتمال احتكاك (سطح املس)  $f = 0$ 

• بما أن : ثابت  $a = \frac{F \cdot \cos \beta}{m}$  فان : الحركة مستقيمة متغيرة بانتظام متسرعة



## I. المكثفات وثنائي القطب RC ( العلاقات و القوانين )

## 1. المولد

أ. مولد التوتر المثالى : ثابت =  $E$  $u_G$  (V) التوتر بين طرفي المولد:  
 $E$  (V) القوة المحركة للمولد :

$$u_G = E$$

ب. مولد التيار المثالى : ثابت =  $I$  $I$  (A) شدة التيار الكهربائي :

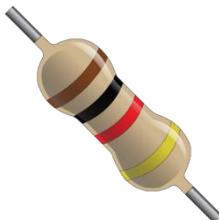
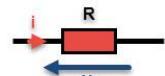
$$i = I$$

2. الناقل الأومي (المقاومة) :  $R$ 

• قانون او姆

 $u_R$  (V) التوتر بين طرفي المقاومة :  
 $R$  ( $\Omega$ ) المقاومة :  
 $i$  (A) شدة التيار الكهربائي :

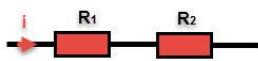
$$u_R = R \cdot i$$



• جمع المقاومات على التسلسل

 $R_1$  ( $\Omega$ ) المقاومة الاولى :  
 $R_2$  ( $\Omega$ ) المقاومة الثانية :  
 $R_{eq}$  ( $\Omega$ ) المقاومة المكافئة :

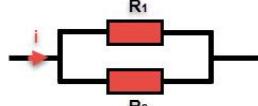
$$R_{eq} = R_1 + R_2$$



• جمع المقاومات على التفرع

 $R_1$  ( $\Omega$ ) المقاومة الاولى :  
 $R_2$  ( $\Omega$ ) المقاومة الثانية :  
 $R_{eq}$  ( $\Omega$ ) المقاومة المكافئة :

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

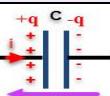


## 3. المكثفة :

▪ تعريف المكثفة : هي ثنائي قطب قادر على تخزين شحن كهربائي تتكون من صفيحتين معدنيتين متوازيتين ومتلايتين (البوسين) بينهما عازل كهربائي (الهواء ، الميكا...) ، رمزها الاصطلاحي في الدارة

▪ مميزات المكثفة : تتميز المكثفة بسعة تخزين  $C$  وحدتها الفاراد  $F$ .▪ أجزاء الفاراد :  $1mF = 10^{-3} F$  ،  $1\mu F = 10^{-6} F$  ،  $1nF = 10^{-9} F$  ،  $1pF = 10^{-12} F$ ▪ شحنة المكثفة  $q$  $q$  (C) الشحنة :  
 $C$  (F) سعة المكثفة :  
 $u_C$  (V) التوتر بين طرفي المكثفة :

$$q = C \cdot u_C$$

▪ شدة التيار الكهربائي  $i$  $i$  (A) شدة التيار الكهربائي : $dq$  (C) مشتق الشحنة : $dt$  (s) مشتق الزمن :

$$I = \frac{dq}{dt}$$

▪ مولد التيار

$$i = \frac{dq}{dt}$$

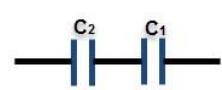
▪ مولد التوتر



▪ جمع المكثفات على التسلسل

 $C_1$  (F) سعة المكثفة الاولى :  
 $C_2$  (F) سعة المكثفة الثانية :  
 $C_{eq}$  (F) سعة المكثفة المكافئة :

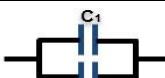
$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$



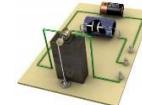
▪ جمع المكثفات على التفرع

 $C_1$  (F) سعة المكثفة الاولى :  
 $C_2$  (F) سعة المكثفة الثانية :  
 $C_{eq}$  (F) سعة المكثفة المكافئة :

$$C_{eq} = C_1 + C_2$$

▪ الطاقة المخزنة في المكثفة  $E_C$  $E_C$  (J) الطاقة المخزنة في المكثفة :  
 $C$  (F) سعة المكثفة :  
 $u_C$  (V) التوتر بين طرفي المكثفة :

$$E_C = \frac{1}{2} \cdot C \cdot u_C^2$$



## I. المكثفات و ثنائي القطب (المفاهيم الأساسية)

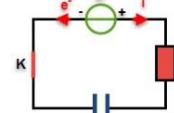
## 1. جهة مرور التيار الكهربائي

## ▪ جهة مرور التيار الكهربائي ؟

من التوتر المرتفع للمولد (القطب الموجب) نحو التوتر المنخفض (القطب السالب).

## ▪ جهة حركة حاملات الشحنة (الإلكترونات e)

عكس جهة التيار الكهربائي أي من التوتر المنخفض للمولد (القطب السالب) نحو التوتر المرتفع (القطب الموجب).



## 2. ثابت الزمن τ

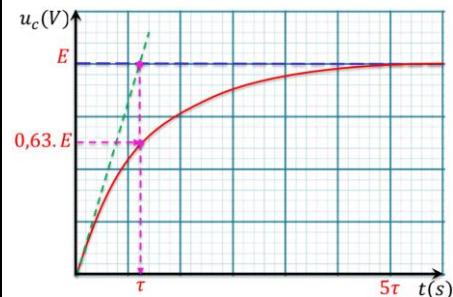
## ▪ ثابت الزمن τ

(s) ثابت الزمن :

$R$  (Ω) المقاومة :

$C$  (F) سعة المكثفة :

$$\tau = R \cdot C$$



## ▪ التحليل البعدى لثابت الزمن τ :

$$[\tau] = [R] \cdot [C] = \frac{[U]}{[I]} \cdot \frac{[Q]}{[U]} = \frac{[U]}{[I]} \cdot \frac{[I] \cdot [T]}{[U]} = [T] = s$$

▪ تعريف ثابت الزمن τ : هو الزمن اللازم لشحن المكثفة بنسبة 63 % .

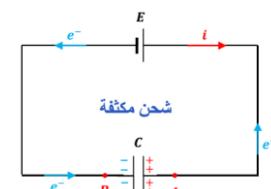
▪ علاقة τ بـ R و C : يزداد τ بزيادة كل من R و C والعكس صحيح (علاقة طردية)

▪ زمن الشحن العملي t : زمن الشحن العملي للمكثفة هو  $t = 5\tau$

## 3. التفسير المجهري لشحن و تفريغ مكثفة

## أ. التفسير المجهري لشحن مكثفة

المولد يعمل كمضخة للإلكترونات، تغادر الإلكترونات اللبوس A (المتصل بالقطب الموجب للمولد باتجاه اللبوس B (المتصل بالقطب السالب للمولد)، تنتهي عملية الشحن عندما يتساوى عدد الإلكترونات المغادرة من A بعدد الإلكترونات المتراكمة في B ويصبح التوتر بين طرفي المكثفة مساوي للتوتر بين طرفي المولد  $u_C = E$ .  $0 < i$



## ب. التفسير المجهري لتفريغ مكثفة

تغادر الإلكترونات اللبوس B (المشحون بشحن سالبة) باتجاه اللبوس A (المشحون بشحن موجبة) يتناقص التيار مع مرور الزمن الى ان تفرغ المكثفة  $0 = u_C$ .  $0 > i$



## 4. كيفية ربط راسم الاهتزاز المهبطي (الاوسيiloskop)

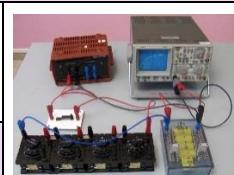
$u = f(t)$



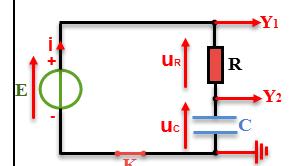
1. راسم الاهتزاز المهبطي يعطينا منحنى تطور فرق الكمون  $u$  بدلالة الزمن  $t$  :

2. يتكون راسم الاهتزاز المهبطي من مدخلين  $Y_1$  ،  $Y_2$  و ارضي مشترك

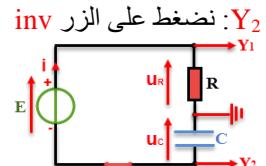
3. يربط راسم الاهتزاز المهبطي على القرع.



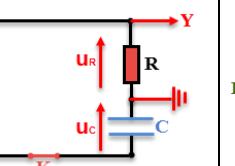
الربط لمشاهدة  $u_C$  و  $E$



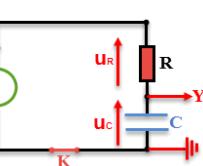
الربط لمشاهدة  $u_R$  و  $u_C$



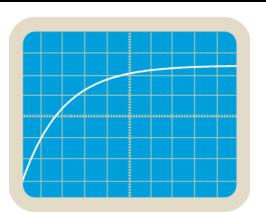
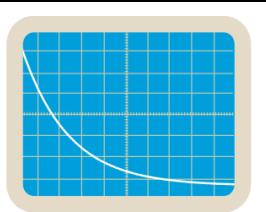
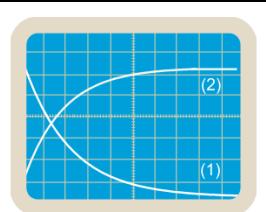
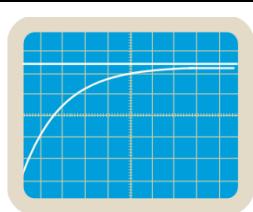
الربط لمشاهدة  $u_R$



الربط لمشاهدة  $u_C$



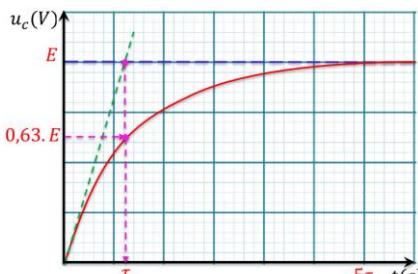
## ▪ كيفية الربط



## ▪ المنحنيات الناتجة

## I. المكثفات وثنائي القطب RC (المعادلات التفاضلية)

1. كيفية إيجاد المعادلات التفاضلية في حالة شحن المكثفة:

المعادلة التفاضلية للتواتر بين طرفي المكثفة  $u_C(t)$ 

$t(s)$	0	$\tau$	$5\tau$	$\infty$
$u_C(V)$	0	$0,63E$	$0,99E$	$E$

المعادلة التفاضلية : بتطبيق ق ج ت

$$\Rightarrow R \cdot i + u_C = E \Rightarrow R \cdot \frac{dq}{dt} + u_C = E$$

$$\Rightarrow R \cdot C \cdot \frac{du_C}{dt} + u_C = E$$

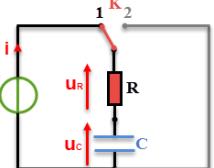
$$\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{R \cdot C} \cdot u_C = \frac{E}{R \cdot C}$$

$$u_C = E \cdot \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$$

$$U_{C \max} = E$$

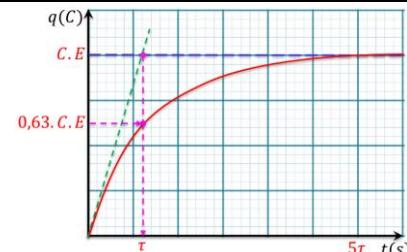
البادلة K في الوحدة 1:

تشحن المكثفة



حل المعادلة التفاضلية

القيمة العظمى

المعادلة التفاضلية لكمية الشحنة الكهربائية في المكثفة  $q(t)$ 

$t(s)$	0	$\tau$	$5\tau$	$\infty$
$q(c)$	0	$0,63CE$	$0,99CE$	$CE$

المعادلة التفاضلية : بتطبيق ق ج ت

$$\Rightarrow R \cdot \frac{dq}{dt} + \frac{1}{C} \cdot q = E$$

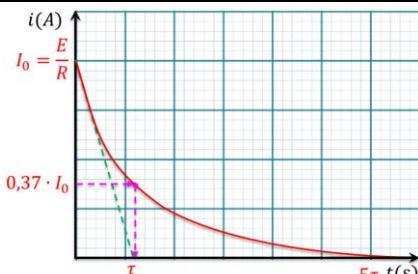
$$\frac{dq}{dt} + \frac{1}{R \cdot C} \cdot q = \frac{E}{R}$$

$$q = C \cdot E \cdot \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$$

$$Q_{\max} = C \cdot E$$

حل المعادلة التفاضلية

القيمة العظمى

المعادلة التفاضلية لشدة التيار الكهربائي  $i(t)$ 

$t(s)$	0	$\tau$	$5\tau$	$\infty$
$i(A)$	$\frac{E}{R}$	$0,37 \frac{E}{R}$	$0,01 \frac{E}{R}$	0

المعادلة التفاضلية : بتطبيق ق ج ت

$$R \cdot \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \cdot \frac{dq}{dt} = 0 \Rightarrow R \cdot \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \cdot i = 0$$

$$\frac{di}{dt} + \frac{1}{R \cdot C} \cdot i = 0$$

$$i = \frac{E}{R} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$I_0 = \frac{E}{R}$$

بعد الاشتقاء نجد :

حل المعادلة التفاضلية

القيمة العظمى

المعادلة التفاضلية للتواتر بين طرفي الناقل الاولى  $u_R(t)$ 

$t(s)$	0	$\tau$	$5\tau$	$\infty$
$u_R(V)$	E	$0,37E$	$0,01E$	0

المعادلة التفاضلية : بتطبيق ق ج ت

$$\frac{du_R}{dt} + \frac{1}{C} \cdot \frac{dq}{dt} = 0 \Rightarrow \frac{du_R}{dt} + \frac{1}{C} \cdot i = 0$$

$$\Rightarrow \frac{du_R}{dt} + \frac{1}{R \cdot C} \cdot \frac{u_R}{R} = 0$$

$$\frac{du_R}{dt} + \frac{1}{R \cdot C} \cdot u_R = 0$$

$$u_R = E \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$U_{R0} = E$$

بعد الاشتقاء نجد :

حل المعادلة التفاضلية

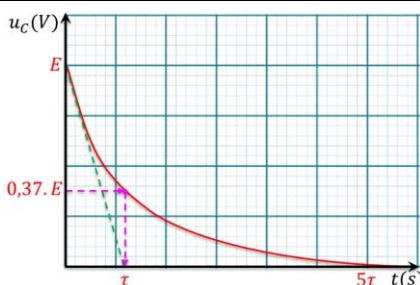
القيمة العظمى

## I. المكثفات و ثنائي القطب RC (المعادلات التفاضلية)

1. كيفية إيجاد المعادلات التفاضلية في حالة تفريغ المكثفة:

المعادلة التفاضلية للتوتر بين طرفي المكثفة  $u_C(t)$ 

1



$t(s)$	0	$\tau$	$5\tau$	$\infty$
$u_C(V)$	E	$0,37E$	$0,01E$	E

المعادلة التفاضلية : بتطبيق ق ج ت

$$\Rightarrow R \cdot i + u_C = 0 \Rightarrow R \cdot \frac{dq}{dt} + u_C = 0$$

$$\Rightarrow R \cdot C \cdot \frac{du_C}{dt} + u_C = 0$$

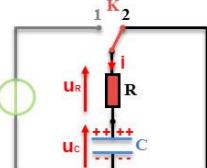
$$\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{R \cdot C} \cdot u_C = 0$$

$$u_C = E \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$U_{C0} = E$$

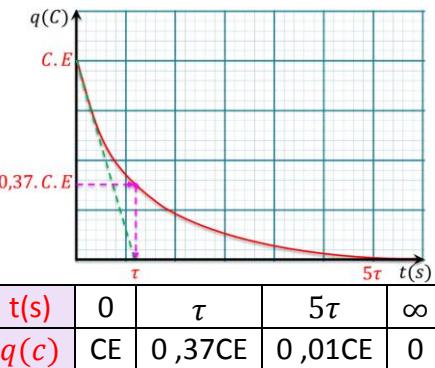
البادلة K في الوحدة 2:

تتفرغ المكثفة



حل المعادلة التفاضلية

القيمة العظمى



$t(s)$	0	$\tau$	$5\tau$	$\infty$
$q(c)$	$C \cdot E$	$0,37CE$	$0,01CE$	0

المعادلة التفاضلية : بتطبيق ق ج ت

$$\Rightarrow R \cdot \frac{dq}{dt} + \frac{1}{C} \cdot q = 0$$

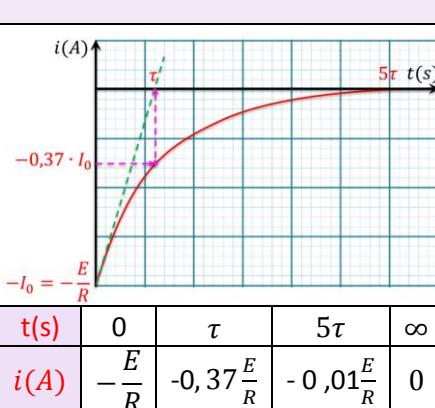
$$\frac{dq}{dt} + \frac{1}{R \cdot C} \cdot q = 0$$

$$q = C \cdot E \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$Q_0 = C \cdot E$$

حل المعادلة التفاضلية

القيمة العظمى



$t(s)$	0	$\tau$	$5\tau$	$\infty$
$i(A)$	$-\frac{E}{R}$	$-0,37\frac{E}{R}$	$-0,01\frac{E}{R}$	0

المعادلة التفاضلية : بتطبيق ق ج ت

$$R \cdot \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \cdot \frac{dq}{dt} = 0 \Rightarrow R \cdot \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \cdot i = 0$$

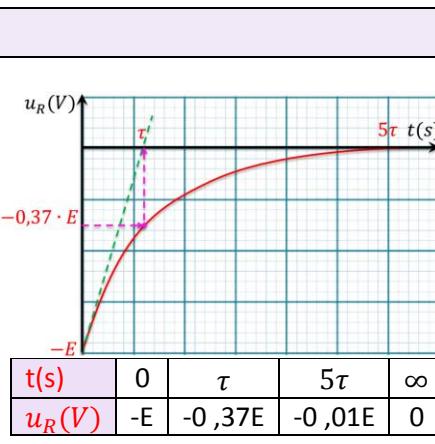
$$\frac{di}{dt} + \frac{1}{R \cdot C} \cdot i = 0$$

$$i = -\frac{E}{R} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$I_0 = \frac{E}{R}$$

حل المعادلة التفاضلية

القيمة العظمى



$t(s)$	0	$\tau$	$5\tau$	$\infty$
$u_R(V)$	-E	-0,37E	-0,01E	0

المعادلة التفاضلية : بتطبيق ق ج ت

$$\frac{du_R}{dt} + \frac{1}{C} \cdot \frac{dq}{dt} = 0 \Rightarrow \frac{du_R}{dt} + \frac{1}{C} \cdot i = 0$$

$$\Rightarrow \frac{du_R}{dt} + \frac{1}{C} \cdot \frac{u_R}{R} = 0$$

$$\frac{du_R}{dt} + \frac{1}{R \cdot C} \cdot u_R = 0$$

$$u_R = -E \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$U_{R0} = E$$

بعد الاشتقاق نجد :

بعد الاشتقاق نجد :

حل المعادلة التفاضلية

القيمة العظمى

## I. المكثفات و ثنائي القطب RC ( الطاقة )

## 1. الطاقة المخزنة في المكثفة في حالة شحن المكثفة

الطاقة المخزنة في المكثفة  $E_C$  عند لحظة  $t$ 

$$\begin{cases} E_C = \frac{1}{2} \cdot C \cdot u_C^2 \\ u_C = E \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) \end{cases} \Rightarrow E_C = \frac{1}{2} \cdot C \cdot E^2 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)^2$$

$$E_C = E_{Cmax} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)^2$$

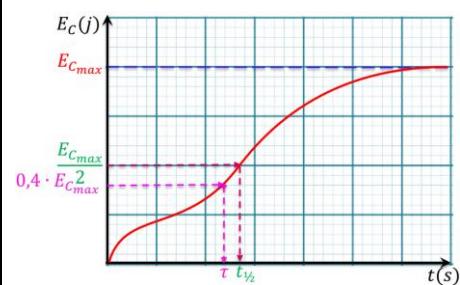
الطاقة المخزنة الاعظمية ( عند نهاية الشحن )

$$E_C = \frac{1}{2} \cdot C \cdot E^2 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)^2$$

عند اللحظة  $t = \infty$

$$E_{Cmax} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot E^2 \cdot \left(1 - e^{-\frac{\infty}{\tau}}\right)^2$$

$$E_{Cmax} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot E^2$$



## 2. الطاقة المخزنة في المكثفة في حالة تفريغ المكثفة

الطاقة المخزنة في لحظة  $t$ 

$$\begin{cases} E_C = \frac{1}{2} \cdot C \cdot u_C^2 \\ u_C = E \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \end{cases} \Rightarrow E_C = \frac{1}{2} \cdot C \cdot E^2 \cdot \left(e^{-\frac{t}{\tau}}\right)^2$$

$$E_C = E_{C0} \cdot e^{-2 \cdot \frac{t}{\tau}}$$

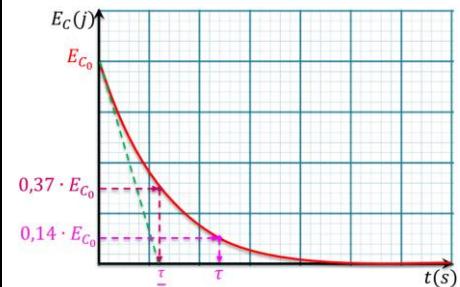
الطاقة المخزنة الاعظمية ( عند بداية التفريغ )

$$E_C = \frac{1}{2} \cdot C \cdot E^2 \cdot \left(e^{-\frac{t}{\tau}}\right)^2$$

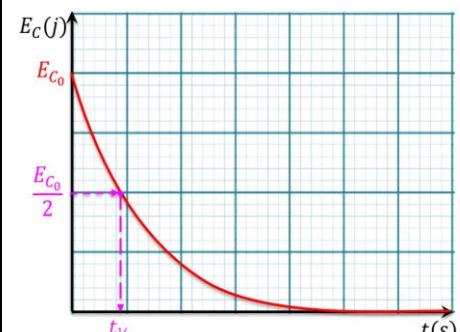
عند اللحظة  $t = 0$

$$E_{C0} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot E^2 \cdot \left(e^{-\frac{0}{\tau}}\right)^2$$

$$E_{C0} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot E^2$$

3. زمن تناقص الطاقة الى النصف  $t_{1/2}$ تعريف زمن تناقص الطاقة الى النصف  $t_{1/2}$ هو الزمن اللازم لتناقص الطاقة المخزنة في المكثفة الى نصف طاقتها الابتدائية  $E_C = \frac{E_{C0}}{2}$ (s) زمن تناقص الطاقة الى النصف :  $t_{1/2}$   
(s) ثابت الزمن :  $\tau$ 

$$t_{1/2} = \frac{1}{2} \cdot \tau \cdot \ln 2$$

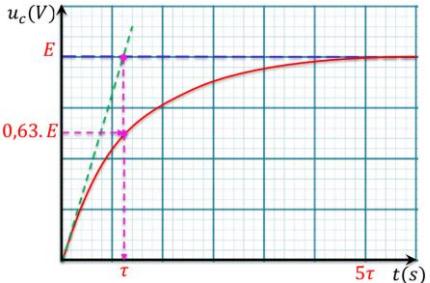


## I. المكثفات وثنائي القطب RC (البراهين)

1. اثبت أن:  $u_C(t) = E \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{R \cdot C}}\right)$ : حل للمعادلة التفاضلية في حالة الشحن

$$\begin{aligned} u_C(t) &= E \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{R \cdot C}}\right) \dots (1) \\ \text{حل المعادلة التفاضلية} \\ \frac{du_C(t)}{dt} &= \frac{E}{R \cdot C} \cdot e^{-\frac{t}{R \cdot C}} \dots (2) . \text{ نشتق حل المعادلة التفاضلية} \\ \frac{du_C}{dt} + \frac{1}{R \cdot C} \cdot u_C &= \frac{E}{R \cdot C} \dots (3) \text{ المعادلة التفاضلية} \\ \frac{E}{R \cdot C} \cdot e^{-\frac{t}{R \cdot C}} + \frac{E}{R \cdot C} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{R \cdot C}}\right) &= \frac{E}{R \cdot C} \quad \blacksquare \text{ نعوض (1) و (2) في (3) نجد:} \\ \Rightarrow \left(\frac{E}{R \cdot C} - \frac{E}{R \cdot C}\right) \cdot e^{-\frac{t}{R \cdot C}} + \left(\frac{E}{R \cdot C} - \frac{E}{R \cdot C}\right) &= 0 \\ \Rightarrow 0 &= 0 \end{aligned}$$

$u_C(t) = E \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{R \cdot C}}\right)$  هو حل للمعادلة التفاضلية وهذه

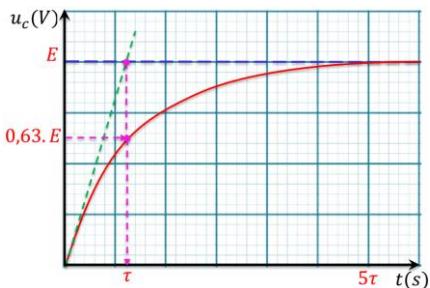


2. اوجد التوابث:  $u_C(t) = A + B \cdot e^{-\alpha \cdot t}$  علما ان حل المعادلة التفاضلية في حالة الشحن هو من الشكل:

$$\begin{aligned} u_C(t) &= A + B \cdot e^{-\alpha \cdot t} \dots (1) \text{ حل المعادلة التفاضلية} \\ \frac{du_C(t)}{dt} &= -\alpha \cdot B \cdot e^{-\alpha \cdot t} \dots (2) \text{ نشتق حل المعادلة التفاضلية} \\ \frac{du_C}{dt} + \frac{1}{R \cdot C} \cdot u_C &= \frac{E}{R \cdot C} \dots (3) \text{ المعادلة التفاضلية} \\ -\alpha \cdot B \cdot e^{-\alpha \cdot t} + \frac{1}{R \cdot C} \cdot (A + B \cdot e^{-\alpha \cdot t}) &= \frac{E}{R \cdot C} \quad \blacksquare \text{ نعوض (1) و (2) في (3) نجد:} \\ \Rightarrow \left(\frac{B}{R \cdot C} - \alpha \cdot B\right) \cdot e^{-\alpha \cdot t} + \left(\frac{A}{R \cdot C} - \frac{E}{R \cdot C}\right) &= 0 \\ \left\{ \begin{array}{l} \frac{B}{R \cdot C} - \alpha \cdot B = 0 \\ \frac{A}{R \cdot C} - \frac{E}{R \cdot C} = 0 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \alpha = \frac{1}{R \cdot C} \\ A = E \end{array} \right. \end{aligned}$$

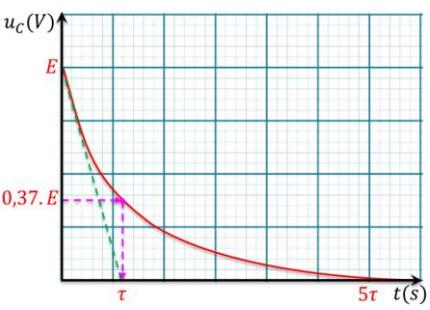
هذه الشروط الابتدائية لما  $t = 0$  فـ  $u_C(0) = A + B \cdot e^{-\alpha \cdot (0)} \Rightarrow 0 = A + B \Rightarrow B = -E$

$u_C(t) = E - E \cdot e^{-\frac{t}{R \cdot C}}$   $\Rightarrow u_C(t) = E \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{R \cdot C}}\right)$  و هذه الحل هو :



3. برهن على ان المماس عند اللحظة  $t=0$  يقطع محور الأزمنة عند نقطة فاصلتها  $\tau$  خلال مرحلة تفريغ المكثفة

$$\begin{aligned} y = A \cdot x + B &\text{: المماس خط مستقيم لا يمر من المبدأ معادلته} \\ &\text{B هو نقطة تقاطع المماس مع محور التراثيب} \\ u_C(t) &= E \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \text{ حل المعادلة التفاضلية اثناء التفريغ :} \\ B = u_C(0) &= E \quad t=0 \text{ عند اللحظة} \\ &\text{A هو معامل توجيه المماس} \\ \frac{du_C(t)}{dt} &= -\frac{E}{\tau} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \text{ مشتق حل المعادلة التفاضلية :} \\ A &= \frac{du_C(0)}{dt} = -\frac{E}{\tau} \quad t=0 \text{ عند اللحظة} \\ u_C &= -\frac{E}{\tau} \cdot t + E \text{ ومنه معادلة المماس هي :} \\ u_C &= 0 \text{ عندما يقطع المماس محور الأزمنة فـ} \\ u_C = 0 &\Rightarrow 0 = -\frac{E}{\tau} \cdot t + E \Rightarrow t = \tau \end{aligned}$$



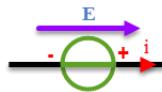
## II. الوشائع و ثنائي القطب RL (العلاقات والقوانين)

## 1. المولد :

التوتر بين طرفي مولد التوتر المثالى :  $u_G$ 

- (V) فرق الكمون بين طرفي المولد :  $u_G$   
 (V) القوة المحركة للمولد :  $E$

$$u_G = E$$

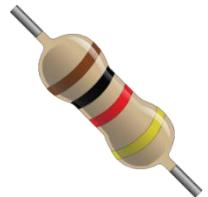
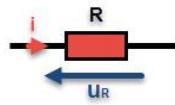


## 2. الناقل الأومي (المقاومة):

أ. التوتر بين طرفي المقاومة (قانون أوم) :  $u_R$ 

- (V) التوتر بين طرفي المقاومة :  $u_R$   
 (Ω) المقاومة :  $R$   
 (A) شدة التيار الكهربائي :  $i$

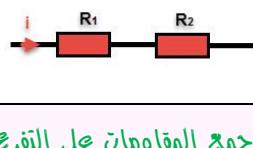
$$u_R = R \cdot i$$



## ب. جمع المقاومات على التسلسل

- (Ω) المقاومة المكافئة :  $R_{eq}$   
 (Ω) المقاومة الاولى :  $R_1$   
 (Ω) المقاومة الثانية :  $R_2$

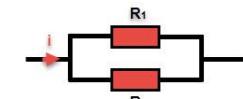
$$R_{eq} = R_1 + R_2$$



## ج. جمع المقاومات على التفرع

- (Ω) المقاومة المكافئة :  $R_{eq}$   
 (Ω) المقاومة الاولى :  $R_1$   
 (Ω) المقاومة الثانية :  $R_2$

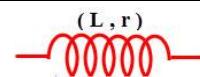
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$



## 3. الوشيعة :

## أ. تعريف الوشيعة

- عبارة عن سلك معدني محاط بعزل كهربائي ملفوف على شكل حلقات.
- تتميز الوشيعة ذاتية  $L$  وحدتها الهنري  $H$  ومقاومة داخلية  $r$  وحدتها الاوم  $\Omega$ .

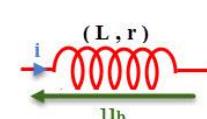


## ب. الوشيعة الصدفة (الصافية)

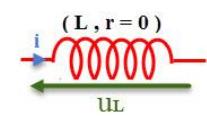
هي وشيعة ذاتيتها  $L$  و مقاومتها الداخلية مهملة  $r = 0$ ج. التوتر بين طرفي الوشيعة  $u_b$ 

- (V) التوتر بين طرفي الوشيعة :  $u_b$   
 (V) التوتر بين طرفي الوشيعة الصدفة :  $u_L$   
 (H) ذاتية الوشيعة :  $L$   
 (Ω) المقاومة الداخلية للوشيعة :  $r$   
 (A) شدة التيار الكهربائي :  $i$   
 (A) مشتق شدة التيار الكهربائي :  $di/dt$   
 (S) مشتق الزمن :  $dt$

$$u_b = L \cdot \frac{di}{dt} + r \cdot i$$

التوتر بين طرفي الوشيعة الصدفة :  $u_L$ 

$$u_L = L \cdot \frac{di}{dt}$$

د. الطاقة المخزنة في الوشيعة  $E_L$ 

- (j) الطاقة المخزنة في الوشيعة :  $E_L$   
 (j) الطاقة المخزنة الاعظمية :  $E_{Lmax}$   
 (H) ذاتية الوشيعة :  $L$   
 (A) شدة التيار الكهربائي :  $i$   
 (A) شدة التيار الكهربائي الاعظمي :  $I_0$

الطاقة المخزنة في الوشيعة  $E_L$ 

$$E_L = \frac{1}{2} \cdot L \cdot i^2$$

الطاقة المخزنة الاعظمية  $E_{Lmax}$ 

$$E_{Lmax} = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I_0^2$$

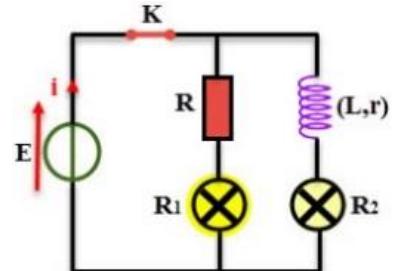
## II. الوشائع و ثنائي القطب RL (المفاهيم الأساسية)

1. ثابت الزمن

<p><math>\tau</math> (ثابت الزمن) : <math>L</math> (ذاتية الوشيعة) <math>r</math> (المقاومة الداخلية للوشيعة) <math>R</math> (مقاومة الناقل الأومي) :</p> $\tau = \frac{L}{R+r}$ $\tau = \frac{L}{R} \quad (L, r = 0)$	<ul style="list-style-type: none"> <li>ثابت الزمن <math>\tau</math> للوشيعة (<math>L, r</math>)</li> <li>ثابت الزمن <math>\tau</math> للوشيعة الصافية (<math>L, r = 0</math>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>تحديد ثابت الزمن بيانياً :</li> </ul>
<p>تعريف ثابت الزمن <math>\tau</math> : هو الزمن اللازم لتبلغ شدة التيار <math>63\%</math> من شدة التيار العظمى <math>I_0</math>.</p> <p>علاقة <math>\tau</math> بـ <math>R</math> ، <math>r</math> و <math>L</math> : ثابت الزمن <math>\tau</math> يتناصف طرداً مع الذاتية <math>L</math> و عكسياً مع المقاومة <math>R</math> و <math>r</math>.</p> <p>زمن التحديض العلوي للوشيعة <math>t</math> هو : <math>t = 5 \cdot \tau</math> :</p> $[ \tau ] = \frac{[L]}{[R+r]} = \frac{[U] \times [T]}{[I]} \times \frac{[I]}{[U]} = [T] = s$	<ul style="list-style-type: none"> <li>التحليل البعدى لثابت الزمن <math>\tau</math> :</li> </ul>	

## 2. سلوك الوشيعة

- سلوك الوشيعة في النظام الانتقالى : الوشيعة تعرقل مرور التيار الكهربائي لوقت قصير بسبب ظاهرة التحرير.
- سلوك الوشيعة في النظام الدائم : الوشيعة تتحرض كلياً  $u_b = ri = 0$  و بالتالي تسلك سلوك ناصل او مي  $\frac{di_0}{dt} = 0$
- سلوك الوشيعة الصافية  $u_b = 0$  في النظام الدائم : الوشيعة تتحرض كلياً  $u_b = 0$  و بالتالي تسلك سلوك سلك ناصل  $\frac{di_0}{dt} = 0$
- دور الصمام الثنائى (الديود) :
  - (1) يمرر التيار الكهربائي في اتجاه واحد.
  - (2) حماية الدارة من فرط التوتر.



## 3. كيفية ربط راسم الاهتزاز المهبطي (الاوسيلوسكوب)

1. راسم الاهتزاز المهبطي يعطينا منحنى تطور فرق الكمون  $u$  بدلالة الزمن  $t$  :
2. يتكون راسم الاهتزاز المهبطي من مدخلين  $Y_1$  ↑  $Y_2$  ↑ و ارضي مشترك ↓
3. يربط راسم الاهتزاز المهبطي على التفرع .

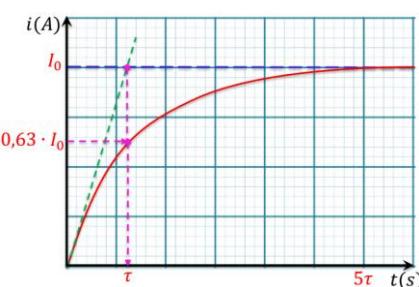
ب. الرابط لمشاهدة $u_b$	أ. الرابط لمشاهدة $u_R$	
د. الرابط لمشاهدة $u_R$ و $E$	ج. الرابط لمشاهدة $u_b$ و $u_R$	

## II. الوشائط وثنائي القطب RL (المعادلات التفاضلية)

كيفية إيجاد المعادلات التفاضلية في حالة: القاطع K مغلقة

كيفية إيجاد المعادلة التفاضلية لتطور شدة التيار الكهربائي  $i(t)$ 

1



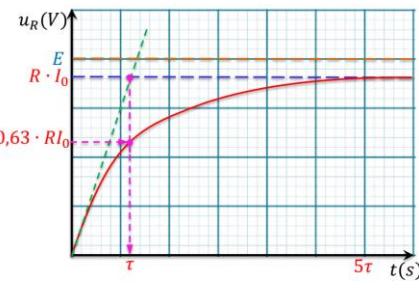
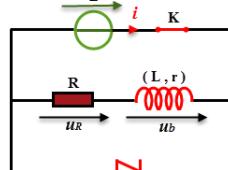
$$\begin{aligned} u_b + u_R &= E \\ \Rightarrow L \cdot \frac{di}{dt} + r \cdot i + R \cdot i &= E \Rightarrow L \cdot \frac{di}{dt} + (R + r) \cdot i = E \\ \frac{di}{dt} + \frac{(R + r)}{L} \cdot i &= \frac{E}{L} \\ i &= \frac{E}{R + r} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) \\ I_0 &= \frac{E}{R + r} \end{aligned}$$

▪ بتطبيق قانون جمجمة التوترات

▪ المعادلة التفاضلية:

▪ حل المعادلة التفاضلية:

▪ القيمة العظمى:



$$\begin{aligned} u_b + u_R &= E \Rightarrow L \cdot \frac{di}{dt} + r \cdot i + u_R = E \\ L \cdot \frac{d(\frac{u_R}{R})}{dt} + (r + R) \cdot \frac{u_R}{R} &= E \Rightarrow \frac{L}{R} \cdot \frac{du_R}{dt} + \frac{(r+R)}{R} \cdot u_R = E \\ \frac{du_R}{dt} + \frac{(r+R)}{L} \cdot u_R &= \frac{E \cdot R}{L} \\ u_R &= R \cdot \frac{E}{R + r} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) \\ U_{Rmax} &= R \cdot \frac{E}{R + r} = R \cdot I_0 \end{aligned}$$

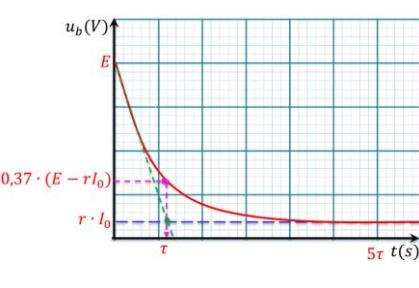
▪ بتطبيق قانون جمجمة التوترات

▪ لدينا  $i = \frac{u_R}{R}$  بالتعويض نجد:

▪ المعادلة التفاضلية:

▪ حل المعادلة التفاضلية:

▪ القيمة العظمى:



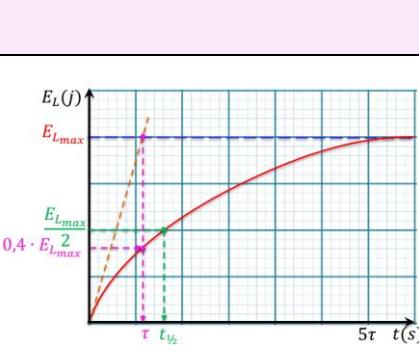
$$\begin{aligned} u_b + R \cdot i &= E \Rightarrow i = \frac{E - u_b}{R} \\ 2) u_b &= L \cdot \frac{di}{dt} + r \cdot i \Rightarrow \frac{di}{dt} = \frac{u_b}{L} - \frac{r}{L} \cdot i \Rightarrow \frac{di}{dt} = \frac{u_b}{L} - \frac{r}{L} \cdot \left(\frac{E - u_b}{R}\right) \\ 3) u_b + R \cdot i &= E \Rightarrow \frac{du_b}{dt} + R \cdot \frac{di}{dt} = 0 \Rightarrow \frac{du_b}{dt} + R \left(\frac{u_b}{L} - \frac{r}{RL} (E - u_b)\right) = 0 \\ \frac{du_b}{dt} + \frac{(R + r)}{L} \cdot u_b &= \frac{E \cdot r}{L} \\ U_b &= (E - r \cdot I_0) \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} + r \cdot I_0 \\ U_{b max} &= E \end{aligned}$$

▪ بتطبيق قانون جمجمة التوترات

▪ المعادلة التفاضلية:

▪ حل المعادلة التفاضلية:

▪ القيمة العظمى:



$$\begin{cases} E_L = \frac{1}{2} \cdot L \cdot i^2 \\ i = I_0 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) \end{cases} \Rightarrow E_L = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I_0^2 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)^2$$

$$E_L = E_{Lmax} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)^2$$

$$E_{Lmax} = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I_0^2$$

▪ الطاقة المخزنة في الوسعة:

▪ الطاقة المخزنة الاعظمية:

## II. الوشائط وثنائي القطب RL (المعادلات التفاضلية)

كيفية إيجاد المعادلات التفاضلية في حالة: القاطعة K مفتوحة

كيفية إيجاد المعادلة التفاضلية لتطور: شدة التيار الكهربائي ( $i(t)$ )

1

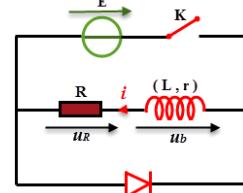


▪ بتطبيق قانون جمه التوتران  $u_b + u_R = 0$   
 $\Rightarrow L \cdot \frac{di}{dt} + r \cdot i + R \cdot i = 0 \Rightarrow L \cdot \frac{di}{dt} + (R + r) \cdot i = 0$

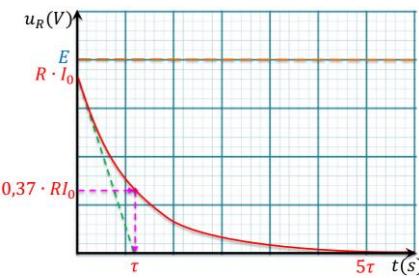
▪ المعادلة التفاضلية:  $\frac{di}{dt} + \frac{(R + r)}{L} \cdot i = 0$

▪ حل المعادلة التفاضلية:  $i = \frac{E}{R + r} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$

▪ القيمة العظمى:  $I_0 = \frac{E}{R + r}$

كيفية إيجاد المعادلة التفاضلية لتطور: التوتر بين طرفي المقاومة ( $u_R(t)$ )

2



▪ بتطبيق قانون جمه التوتران  $u_b + u_R = 0 \Rightarrow L \cdot \frac{di}{dt} + r \cdot i + R \cdot i = 0$

▪ لدينا  $i = \frac{u_R}{R}$  بالتعمية نجد:  $L \cdot \frac{d(\frac{u_R}{R})}{dt} + (r + R) \cdot \frac{u_R}{R} = 0 \Rightarrow \frac{L}{R} \cdot \frac{du_R}{dt} + \frac{(r+R)}{R} \cdot u_R = 0$

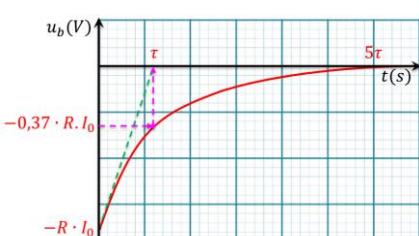
▪ المعادلة التفاضلية:  $\frac{du_R}{dt} + \frac{(R + r)}{L} \cdot u_R = 0$

▪ حل المعادلة التفاضلية:  $u_R = \frac{E \cdot R}{R + r} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$

▪ القيمة العظمى:  $U_{R0} = R \cdot \frac{E}{R + r} = R \cdot I_0$

كيفية إيجاد المعادلة التفاضلية لتطور: التوتر بين طرفي الوشيعة ( $u_b(t)$ )

3



▪ بتطبيق قانون جمه التوتران  $u_b + u_R = 0$

1)  $u_b + R \cdot i = 0 \Rightarrow i = \frac{-u_b}{R} \dots\dots (1)$  , 2)  $\frac{di}{dt} = -\frac{1}{R} \cdot \frac{du_b}{dt} \dots\dots (2)$

3)  $u_b = L \cdot \frac{di}{dt} + r \cdot i \Rightarrow u_b = L \cdot (-\frac{1}{R} \cdot \frac{du_b}{dt}) + r \cdot (\frac{-u_b}{R})$  نجد: (1) و (2) بتعميدهما نجد:

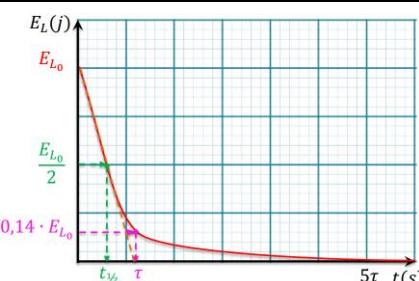
▪ المعادلة التفاضلية:  $\frac{du_b}{dt} + \frac{(R + r)}{L} \cdot u_b = 0$

▪ حل المعادلة التفاضلية:  $u_b = -R \cdot \frac{E}{R + r} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$

▪ القيمة العظمى:  $U_{b max} = -R \cdot \frac{E}{R + r} = -R \cdot I_0$

الطاقة المخزنة في الوشيعة ( $E_L(t)$ )

4



$\left\{ \begin{array}{l} E_L = \frac{1}{2} \cdot L \cdot i^2 \\ i = I_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \end{array} \right. \Rightarrow E_L = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I_0^2 \cdot \left( e^{-\frac{t}{\tau}} \right)^2$

$E_L = E_{L0} \cdot e^{-2 \cdot \frac{t}{\tau}}$

$E_{L0} = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I_0^2$

▪ الطاقة المخزنة

▪ الطاقة المخزنة الاعظمية

## II. الوشائع و ثنائي القطب RL (البراهين)

$$1) \text{ معادلة تفاضلية } \frac{di}{dt} + \frac{(R+r)}{L} \cdot i = \frac{E}{L} \quad \text{لها حل الشكل } A + B \cdot e^{-\alpha \cdot t} \text{ ، او ج التوابع : } i(t) = A + B \cdot e^{-\alpha \cdot t}$$

$$i(t) = A + B \cdot e^{-\alpha \cdot t} \dots \dots \dots (1)$$

$$\frac{di(t)}{dt} = -\alpha \cdot B \cdot e^{-\alpha \cdot t} \dots \dots \dots \quad (2)$$

$$\frac{di}{dt} + \frac{(R+r)}{L} \cdot i = \frac{E}{L} \dots \dots \dots \quad (3)$$

- حل المعادلة التفاضلية :
  - نشتق حل المعادلة التفاضلية :
  - المعادلة التفاضلية :
  - نعمونه (1) و (2) في (3)

$$\begin{aligned} & -\alpha \cdot B \cdot e^{-\alpha \cdot t} + \frac{(R+r)}{L} \cdot (A + B \cdot e^{-\alpha \cdot t}) = \frac{E}{L} \\ & \Rightarrow \left( \frac{(R+r)}{L} - \alpha \right) \cdot B \cdot e^{-\alpha \cdot t} + \left( \frac{(R+r)}{L} \cdot A - \frac{E}{L} \right) = 0 \\ & \Rightarrow \begin{cases} \frac{(R+r)}{L} - \alpha = 0 \\ \frac{(R+r)}{L} \cdot A - \frac{E}{L} = 0 \end{cases} \end{aligned}$$

$$\alpha = \frac{(R + r)}{L}$$

$$A = \frac{E}{(R + r)}$$

- **الشروط الابتدائية لما  $t = 0$**  فان  $i(0) = 0$

$$i(0) = A + B \cdot e^{-\alpha \cdot (0)}$$

$$\Rightarrow 0 = A + B \Rightarrow B = -A$$

$$B = -\frac{E}{(R+r)}$$

$$i(t) = A + B \cdot e^{-\alpha \cdot t} \Rightarrow i(t) = \frac{E}{(R+r)} + -E \cdot e^{-\frac{(R+r)}{L} \cdot t}$$

$$i(t) = \frac{E}{(R+r)} \cdot (1 - e^{-\frac{(R+r)}{L} \cdot t})$$

- ## ■ الحل هو

$$i(t) = \frac{E}{(R+r)} \left( 1 - e^{-\frac{(R+r)}{I} \cdot t} \right) \quad (1)$$

$$\frac{di}{dt} + \frac{(R+r)}{I} \cdot i = \frac{E}{I} \quad \Rightarrow \quad \frac{E}{I} \cdot e^{-\frac{(R+r)}{L} \cdot t} + \frac{(R+r)}{I} \cdot \frac{E}{(R+r)} \cdot (1 - e^{-\frac{(R+r)}{L} \cdot t}) = \frac{E}{I}$$

$$\Rightarrow \left( \frac{E}{L} \cdot e^{-\frac{(R+r)}{L} \cdot t} - \frac{E}{L} \cdot e^{-\frac{(R+r)}{L} \cdot t} \right) + \left( \frac{E}{L} - \frac{E}{L} \right) = 0$$

$$\Rightarrow 0 = 0$$

هو حل للمعادلة التفاضلية

$$i(t) = \frac{E}{(R+r)} \cdot (1 - e^{-\frac{(R+r)}{L} \cdot t})$$

- 99

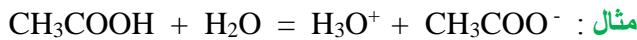
## I. احلال حمض في الماء

## (Acide) 1. الحمض

▪ **تعريف الحمض حسب برونستد** : هو كل فرد كيميائي قادر على فقدان  $H^+$  بروتون او أكثر .



▪ **معادلة تفاعل الحمض مع الماء :**



(AH / A<sup>-</sup>)

▪ **الناتية (أساس / حمض)** : لكل حمض أساس مترافق وكل أساس حمض مترافق



برونستد - لوري

## 2. جدول التقدم

## جدول التقدم

▪ مثال :

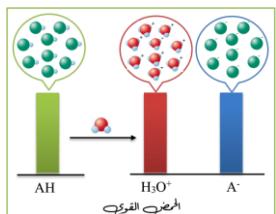
المعادلة	$CH_3COOH + H_2O = H_3O^+ + CH_3COO^-$		
ح .!	$n_a$	0	0
ح .!	$n_a - x$	$x$	$x$
ح . ن	$n_a - x_{max}$	$x_{max}$	$x_{max}$

المعادلة	$AH + H_2O = H_3O^+ + A^-$		
ح .!	$n_a$	0	0
ح .!	$n_a - x$	$x$	$x$
ح . ن	$n_a - x_{max}$	$x_{max}$	$x_{max}$

3. الحمض القوي والحمض الضعيف ونسبة التقدم النهائي  $\tau_f$ 

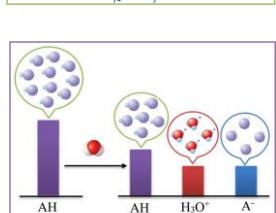
▪ **الحمض القوي** : يتشرد كلها في الماء (تفاعل تمام).

أمثلة : حمض كلور الهيدروجين HCl ، حمض الأزوت  $HNO_3$  ، حمض الكبريت  $H_2SO_4$  ...



▪ **الحمض الضعيف** : يتشرد جزئياً في الماء (تفاعل غير تمام).

أمثلة : حمض الميثانويك  $HCOOH$  ، حمض الإيثانويك  $CH_3COOH$  ، حمض البنزوويك  $C_6H_5COOH$  ...



▪ **القدم النهائي  $\tau_f$**  : هو التقدم الذي من اجله تتوقف الجملة عن التطور (تجريبياً)

▪ **القدم الاعظمي  $x_{max}$**  : هو التقدم الذي من اجله تتعدم كمية مادة المتفاعل المهد (نظرياً)

▪ **نسبة التقدم النهائي :**

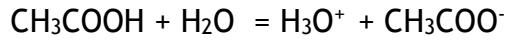
$\tau_f = 1$  : التفاعل تمام و الحمض قوي

$\tau_f < 1$  : التفاعل غير تمام و الحمض ضعيف

• **ملاحظة** : نسبة التقدم النهائي  $\tau_f$  تتعلق بالتراكيز الابتدائية (الحالة الابتدائية للجملة)

4. كسر التفاعل  $Q_r$  و ثابت التوازن للحموضة  $K_a$  للناتية (AH/A<sup>-</sup>)

• **مثال** : معادلة احلال حمض الإيثانويك في الماء



▪ **معادلة احلال حمض في الماء**



$$Q_r = \frac{[H_3O^+].[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

$$Q_r = \frac{[H_3O^+].[A^-]}{[AH]}$$

• **كسر التفاعل  $Q_r$**



• **مثال** : ثابت التوازن للحموضة  $K_a$

$$K_a = Q_{rf} = \frac{[H_3O^+].[CH_3COO^-]_f}{[CH_3COOH]_f}$$

• **ثابت التوازن للحموضة  $K_a$**

$$Q_{rf} = K_a \Rightarrow K_a = \frac{[H_3O^+]_f[A^-]_f}{[AH]_f}$$

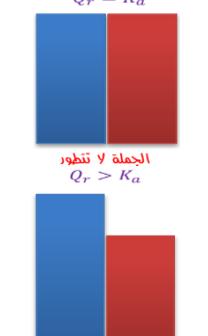
• **(CH<sub>3</sub>COOH/CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>) pKa**

$$pKa = -\log K_a$$

▪ **pKa للناتية (AH/A<sup>-</sup>)**

$$K_a = 10^{-pKa} \Rightarrow pKa = -\log K_a$$

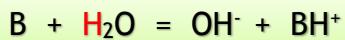
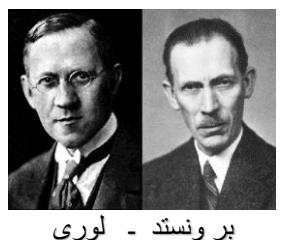
• **ملاحظة** : ثابت التوازن  $K_a$  لا يتعلق بالتراكيز الابتدائية (الحالة الابتدائية للجملة)



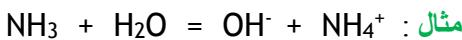
## I. احلال أساس في الماء

(Base) اساس

- تعريف الأساس حسب برونستد : هو كل فرد كيميائي قادر على اكتساب بروتون  $H^+$  أو أكثر .



- معادلة تفاعل الأساس في الماء :



مثال :

- الثنائية (أساس / حمض) : لكل حمض أساس مرافق وكل أساس حمض مرافق



مثال :

## 2. جدول التقدم

## جدول التقدم

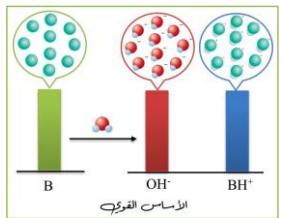
المعادلة	مثال :			
	NH <sub>3</sub>	+ H <sub>2</sub> O	= OH <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
ح. 1	$n_b$	0	0	
ح. 2	$n_b - x$	x	x	
ح. 3	$n_b - x_{max}$	x <sub>f</sub>	x <sub>f</sub>	

المعادلة	المقدمة			
	B	+ H <sub>2</sub> O	= OH <sup>-</sup>	BH <sup>+</sup>
ح. 1	$n_b$	0	0	
ح. 2	$n_b - x$	x	x	
ح. 3	$n_b - x_{max}$	x <sub>f</sub>	x <sub>f</sub>	

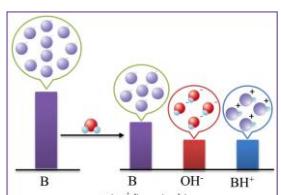
3. الحمض القوي والحمض الضعيف ونسبة التقدم النهائي  $\tau_f$ 

- الأساس القوي : يتشرد كلياً في الماء (تفاعل تام).

أمثلة: هيدروكسيد الصوديوم NaOH، هيدروكسيد البوتاسيوم KOH ...



- الأساس الضعيف : يتشرد جزئياً في الماء (تفاعل غير تام).

أمثلة: النشادر NH<sub>3</sub>، الإيثانوات CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> ...

- التقدم النهائي  $x_f$  : هو التقدم الذي من أجله تتوقف الجملة عن التطور (تجريبياً)

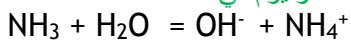
- التقدم الاعظمي  $x_{max}$  : هو التقدم الذي من أجله تتعدم كمية مادة المتفاعل المهد (نظرياً)

## نسبة التقدم النهائي :

 $\tau_f = 1$  : التفاعل تام و الأساس قوي $\tau_f < 1$  : التفاعل غير تام و الأساس ضعيفملاحظة: نسبة التقدم النهائي  $\tau_f$  تتعلق بالترافق الابتدائية (الحالة الابتدائية للجملة)4. كسر التفاعل  $Q_r$  و ثابت التوازن للحموضة  $K_a$  للثانية (BH<sup>+</sup> / B)

مثال : احلال الامونيوم في الماء

## 1. معادلة احلال الامونيوم في الماء

كسر التفاعل  $Q_r$ 

$$Q_r = \frac{[OH^-] \cdot [NH_4^+]}{[NH_3]}$$

3. ثابت التوازن للحموضة  $K_a$ 

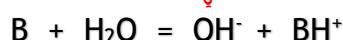
$$K = \frac{[OH^-]_f \cdot [NH_4^+]_f}{[NH_3]_f} = \frac{K_e}{K_a}$$

$$\Rightarrow K_a = K_e \cdot \frac{[NH_3]_f}{[OH^-]_f \cdot [NH_4^+]_f}$$

4. ثابت التوازن للحموضة  $pKa$ 

$$pKa = -\log K_a$$

## معادلة احلال الأساس في الماء



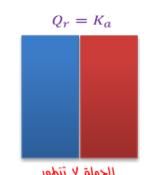
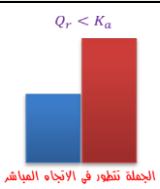
$$Q_r = \frac{[OH^-] \cdot [BH^+]}{[B]}$$

كسر التفاعل  $Q_r$ ثابت التوازن للحموضة  $K_a$ 

$$K = \frac{[OH^-]_f \cdot [BH^+]_f}{[B]_f} = \frac{K_e}{K_a}$$

(BH<sup>+</sup> / B) pKa

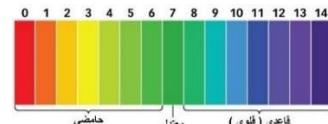
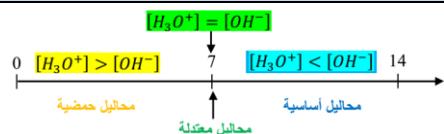
$$K_a = 10^{-pKa} \Rightarrow pKa = -\log K_a$$

ملاحظة: ثابت التوازن  $K_a$  لا يتعلق بالترافق الابتدائية (الحالة الابتدائية للجملة)

**pH.I محلول مائي**

1. سلم الـ pH

- إذا كان  $pH < 7$  فإن الوسط حامضي
- إذا كان  $pH > 7$  فإن الوسط قاعدي
- إذا كان  $pH = 7$  فإن الوسط معتدل



2. الـ pH

pH الأس الهيدروجيني :  
 $[H_3O^+]$  تركيز شوارد الهيدرونيوم (mol/L)

$$\begin{aligned} \theta &= 25^\circ C \\ [H_3O^+] &= 10^{-PH} \\ \Rightarrow pH &= -\log [H_3O^+] \end{aligned}$$



3. الناقليّة النوعيّة σ

$[H_3O^+]$  تركيز شوارد الهيدرونيوم (mol/L)  
 $\sigma$  الناقليّة النوعيّة (S/m)  
 $\lambda_{H_3O^+}$  ناقليّة نوعية شاردية (mS.m²/mol)  
 $\lambda_{A^-}$  ناقليّة نوعية شاردية (mS.m²/mol)

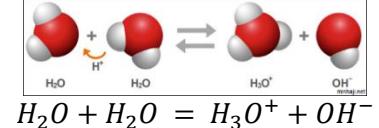
$$\begin{aligned} \sigma &= [H_3O^+] \cdot \lambda_{H_3O^+} + [A^-] \cdot \lambda_{A^-} \\ \Rightarrow [H_3O^+] &= \frac{\sigma}{(\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{A^-})} \end{aligned}$$



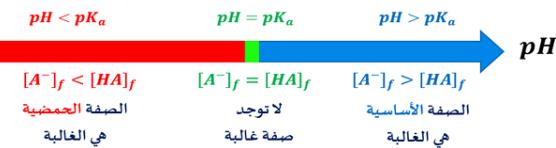
4. الجداء الشاري للماء

$K_e$  ثابت توازن الماء :  
 $[H_3O^+]$  تركيز شوارد الهيدرونيوم (mol/L)  
 $[OH^-]$  تركيز شوارد الهيدروكسيد (mol/L)

$$\begin{aligned} K_e &= [H_3O^+] \cdot [OH^-] \\ K_e &= 10^{-14} \end{aligned}$$



5. الصفة الغالية



$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[AH]}$$

- إذا كان  $pH < pK_a$  فإن  $[A^-] < [HA]$  : الصفة الغالية قاعدية و الفرد الغالب الحمض AH
- إذا كان  $pH > pK_a$  فإن  $[A^-] > [HA]$  : الصفة الغالية حمضية و الفرد الغالب الحمض A
- إذا كان  $pH = pK_a$  فإن  $[A^-] = [HA]$  : لا توجد صفة غالبة ولا يوجد فرد غالباً .

6. منتظر الصفة الغالية

$$pH = pK_a \quad \text{فإن } [AH]\% = [A^-]\% = 50\% \quad \text{لما}$$

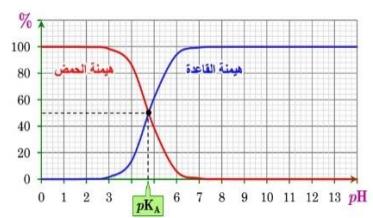
▪ إيجاد  $pK_a$  الثانية (AH / A⁻) :

$$[AH]\% = \frac{[AH]_f}{[A^-]_f + [AH]_f} \cdot 100$$

▪ النسبة المئوية للصفة الحمضية:

$$[A^-]\% = \frac{[A^-]_f}{[A^-]_f + [AH]_f} \cdot 100$$

▪ النسبة المئوية للصفة الأساسية :



7. الكاشف الملون

- الكاشف الملون : عبارة عن ثنائية (أساس/حمض) يتغير لونه حسب الوسط الموجود فيه حمض او أساس.
- رمز الثنائية (أساس / حمض) للكاشف الملون :  $(HIn/In^-)$
- معادلة تشكك الكاشف الملون في الماء :  $HIn + H_2O = H_3O^+ + In^-$

لون الأساس	مجال التغير اللوني	لون الحمض	الكاشف الملون	لون الملون
أصفر	3,1 – 4,4	أحمر	الميليانتين	
أزرق	6 – 7,6	أصفر	أزرق البروموتيمول	
بنفسجي	8,2 – 10	شفاف	المينول فتالين	

▪ مجال تغيير لون الكاشف الملون :

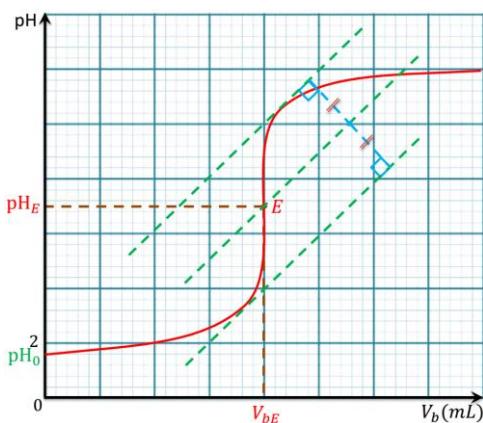


## I. اهم براهين العلاقات

الوسط الأساسي	الوسط الحمضي																																				
1. جدول تقدم التفاعل :	1. جدول تقدم التفاعل :																																				
<p>▪ محلول مائي لأساس <b>B</b> حجمه <math>V_b</math> تركيزه المولي <math>C_b</math>.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">المعادلة</td> <td style="width: 20%;"><math>B + H_2O = OH^- + BH^+</math></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td>ح . !</td> <td><math>C_b \cdot V_b</math></td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ح . !</td> <td><math>C_b \cdot V_b - x</math></td> <td><math>x</math></td> <td><math>x</math></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ح . ن</td> <td><math>C_b \cdot V_b - x_{max}</math></td> <td><math>x_{max}</math></td> <td><math>x_{max}</math></td> <td></td> </tr> </table>	المعادلة	$B + H_2O = OH^- + BH^+$				ح . !	$C_b \cdot V_b$	0	0		ح . !	$C_b \cdot V_b - x$	$x$	$x$		ح . ن	$C_b \cdot V_b - x_{max}$	$x_{max}$	$x_{max}$		<p>▪ محلول مائي لحمض <b>HA</b> حجمه <math>V_a</math> تركيزه المولي <math>C_a</math>.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">المعادلة</td> <td style="width: 20%;"><math>AH + H_2O = H_3O^+ + A^-</math></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td>ح . !</td> <td><math>C_a \cdot V_a</math></td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>ح . !</td> <td><math>C_a \cdot V_a - x</math></td> <td><math>x</math></td> <td><math>x</math></td> </tr> <tr> <td>ح . ن</td> <td><math>C_a \cdot V_a - x_{max}</math></td> <td><math>x_{max}</math></td> <td><math>x_{max}</math></td> </tr> </table>	المعادلة	$AH + H_2O = H_3O^+ + A^-$			ح . !	$C_a \cdot V_a$	0	0	ح . !	$C_a \cdot V_a - x$	$x$	$x$	ح . ن	$C_a \cdot V_a - x_{max}$	$x_{max}$	$x_{max}$
المعادلة	$B + H_2O = OH^- + BH^+$																																				
ح . !	$C_b \cdot V_b$	0	0																																		
ح . !	$C_b \cdot V_b - x$	$x$	$x$																																		
ح . ن	$C_b \cdot V_b - x_{max}$	$x_{max}$	$x_{max}$																																		
المعادلة	$AH + H_2O = H_3O^+ + A^-$																																				
ح . !	$C_a \cdot V_a$	0	0																																		
ح . !	$C_a \cdot V_a - x$	$x$	$x$																																		
ح . ن	$C_a \cdot V_a - x_{max}$	$x_{max}$	$x_{max}$																																		
2. الافراد الكيميائية المتواجدة في محلول $H_3O^+$ ، $B$ ، $BH^+$ ، $OH^-$	2. الافراد الكيميائية المتواجدة في محلول $OH^-$ ، $AH$ ، $A^-$ ، $H_3O^+$																																				
3. إيجاد تركيز الافراد الكيميائية	3. إيجاد تركيز الافراد الكيميائية																																				
$[BH^+] = [OH^-]$	$[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]}$																																				
$[H_3O^+] = 10^{-PH}$ مهم	$[B] = C_b - [BH^+]$																																				
4. نسبة التقدم النهائي $\tau_f$	4. نسبة التقدم النهائي $\tau_f$																																				
$\tau_f = \frac{[OH^-]_f}{C_b} : أ. يسمى به$	$\tau_f = \frac{[H_3O^+]_f}{C_a} : أ. يسمى به$																																				
<p>▪ <math>C_b \cdot V_b - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = C_b \cdot V_b</math></p> <p>▪ <math>n(OH^-)_f = x_f \Rightarrow x_f = [OH^-]_f \cdot V_b</math></p> <p>▪ <math>\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} \Rightarrow \tau_f = \frac{[OH^-]_f \cdot V_b}{C_b \cdot V_b} \Rightarrow \tau_f = \frac{[OH^-]_f}{C_b}</math></p>	<p>▪ <math>C_a \cdot V_a - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = C_a \cdot V_a</math></p> <p>▪ <math>n(H_3O^+)_f = x_f \Rightarrow x_f = [H_3O^+]_f \cdot V_a</math></p> <p>▪ <math>\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} \Rightarrow \tau_f = \frac{[H_3O^+]_f \cdot V_a}{C_a \cdot V_a} \Rightarrow \tau_f = \frac{[H_3O^+]_f}{C_a}</math></p>																																				
$\tau_f = \frac{10^{pH-14}}{C_b} : ب. يسمى به$	$\tau_f = \frac{10^{-pH}}{C_a} : ب. يسمى به$																																				
<p>▪ <math>C_b \cdot V_b - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = C_b \cdot V_b</math></p> <p>▪ <math>n(OH^-)_f = x_f \Rightarrow x_f = [OH^-]_f \cdot V_b</math></p> <p><math>\Rightarrow x_f = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]_f} \cdot V_b \Rightarrow x_f = \frac{10^{-14}}{10^{-pH}} \cdot V_b</math></p> <p>▪ <math>\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} \Rightarrow \tau_f = \frac{10^{pH-14} \cdot V_b}{C_b \cdot V_b} \Rightarrow \tau_f = \frac{10^{pH-14}}{C_b}</math></p>	<p>▪ <math>C_a \cdot V_a - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = C_a \cdot V_a</math></p> <p>▪ <math>n(H_3O^+)_f = x_f \Rightarrow x_f = [H_3O^+]_f \cdot V_a</math></p> <p><math>\Rightarrow x_f = 10^{-pH} \cdot V_a</math></p> <p>▪ <math>\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} \Rightarrow \tau_f = \frac{10^{-pH} \cdot V_a}{C_a \cdot V_a} \Rightarrow \tau_f = \frac{10^{-pH}}{C_a}</math></p>																																				
5. ثابت التوازن K	5. ثابت التوازن K																																				
$Q_{rf} = K = \frac{[OH^-]_f^2}{C_b - [OH^-]_f} : أ. يسمى به$	$Q_{rf} = K_a = \frac{[H_3O^+]_f^2}{C_a - [H_3O^+]_f} : أ. يسمى به$																																				
<p>▪ <math>Q_{rf} = K = \frac{[OH^-]_f \cdot [BH^+]_f}{[B]_f}</math></p> <p>▪ <math>[BH^+]_f = [OH^-]_f</math></p> <p>▪ <math>[B]_f = C_b - [BH^+]_f = C_b - [OH^-]_f</math></p> <p><math>\Rightarrow K = \frac{[OH^-]_f^2}{C_b - [OH^-]_f}</math></p>	<p>▪ <math>Q_{rf} = K_a = \frac{[H_3O^+]_f \cdot [A^-]_f}{[AH]_f}</math></p> <p>▪ <math>[A^-]_f = [H_3O^+]_f</math></p> <p>▪ <math>[AH]_f = C_a - [A^-]_f = C_a - [H_3O^+]_f</math></p> <p><math>\Rightarrow K_a = \frac{[H_3O^+]_f^2}{C_a - [H_3O^+]_f}</math></p>																																				



## II. التحولات حمض. أساس

1. معايرة حمض قوي بأساس قوي . مثال: معايرة  $(Na^+ + OH^-) \rightleftharpoons (H_3O^+ + Cl^-)$ 

$$Ca = 10^{-pH_0}$$

3. احداثيات نقطة التكافؤ:  $E (V_{BE}; pH_E)$

$$C_a \cdot V_a = C_b \cdot V_{bE} \Rightarrow C_a = \frac{C_b \cdot V_{bE}}{V_a}$$

4. عند نقطة التكافؤ:

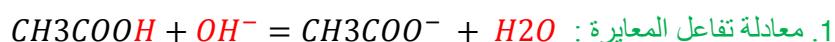
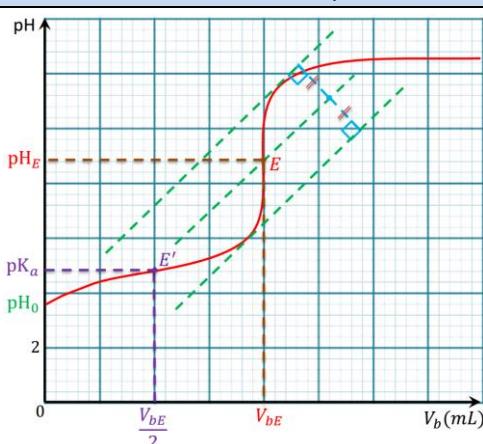
5. تركيز الأفراد الكيميائية عند نقطة التكافؤ:

$$[H_3O^+] = [OH^-] = 10^{-pH_E} = 10^{-7} mol/l$$

$$[Na^+] = \frac{C_b \cdot V_{bE}}{V_a + V_{bE}}, \quad [Cl^-] = \frac{C_a \cdot V_a}{V_a + V_{bE}}$$

6. احداثيات نقطة نصف التكافؤ: لا توجد لأن الحمض قوي

7. الكاشف الملون المناسب: أزرق الروموتيول:  $pH_E = 7 \in [6.2, 7.6]$

2. معايرة حمض ضعيف بأساس قوي . مثال: معايرة  $(Na^+ + OH^-) \rightleftharpoons CH_3COOH$ 

$$Ca \neq 10^{-pH_0}$$

3. احداثيات نقطة التكافؤ:  $E (V_{bE}; pH_E)$

$$C_a \cdot V_a = C_b \cdot V_{bE} \Rightarrow C_a = \frac{C_b \cdot V_{bE}}{V_a}$$

4. عند نقطة التكافؤ:

$$[H_3O^+] = 10^{-pH_E}, \quad [OH^-] = 10^{-14+pH_E}$$

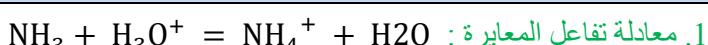
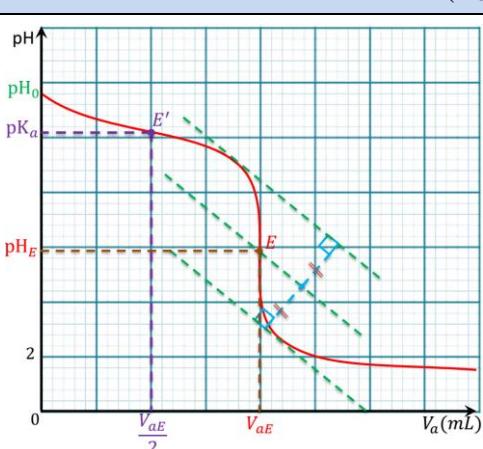
5. احداثيات نقطة نصف التكافؤ:  $E' (\frac{V_{bE}}{2}; pK_a)$

$$[CH_3COOH] = [CH_3COO^-]$$

6. عند نقطة نصف التكافؤ يكون:

$$pH = pK_a$$

7. الكاشف الملون المناسب: هو الفينول فتالين لأن:  $pH_E > 7 \in [8.2, 10]$

3. معايرة أساس ضعيف بحمض قوي : مثال: معايرة  $(H_3O^+ + Cl^-) \rightleftharpoons NH_3$ 

$$C_b \neq 10^{-14+pH_0}$$

3. احداثيات نقطة التكافؤ:  $E (V_aE; pH_E)$

$$C_a \cdot V_{aE} = C_b \cdot V_b \Rightarrow C_b = \frac{C_a \cdot V_{aE}}{V_b}$$

4. عند نقطة التكافؤ:

$$[H_3O^+] = 10^{-pH_E}, \quad [OH^-] = 10^{-14+pH_E}$$

5. احداثيات نقطة نصف التكافؤ:  $E' (\frac{V_{aE}}{2}; pK_a)$

$$[NH_3] = [NH_4^+]$$

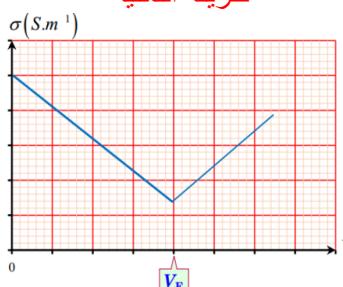
6. عند نقطة نصف التكافؤ يكون:

$$pH = pK_a$$

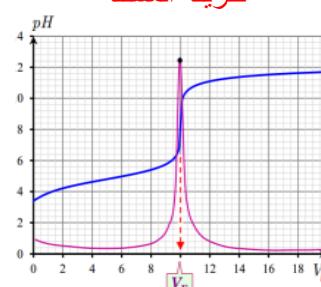
7. الكاشف الملون المناسب: هو احمر المثيل لأن:  $pH_E < 7 \in [4.2, 6.2]$

## 4. طرق تحديد نقطة التكافؤ

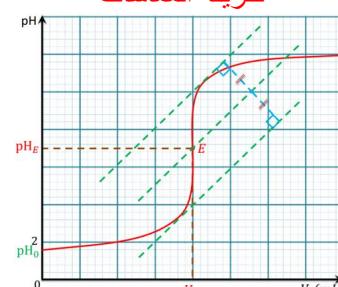
## طريقة الناقلة



## طريقة المشتقية



## طريقة المساحات



## الوحدة 4: تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن

### البروتوكولات التجريبية لتفاعلات المعايرة حمض - اساس

#### 1. المعايرة اللونية (مثال: معايرة حمض ضعيف بأساس قوي)

**البروتوكول التجاري:**  
**1. الادوات المستعملة:**

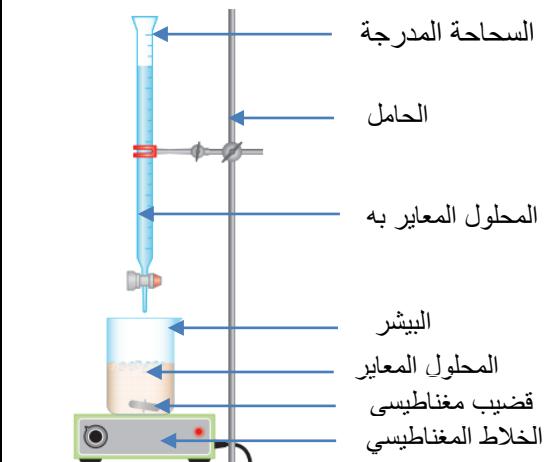
**الزجاجيات:** بيشر ، ماصة عيارية + اجاصة مص ، سحاحة مدرجة .  
**المحاليل:** قاعدة قوية تركيزها  $C_b$ ، حمض ضعيف تركيزه مجهول  $C_a$ ، الماء المقطر ، كاشف لوني .

**الاجهزه:** الحامل، الخلط المغناطيسي .

**2. الهدف من التجربة:** ايجاد التركيز المجهول  $C_a$  للحمض .

**3. خطوات العمل:**

- نملأ السحاحة بقاعدة قوية تركيزها معلوم  $C_b$  و نضبط المستوى عند التدريجة 0 .
- نسحب بواسطة ماصة عيارية حجما  $V_a$  من حمض ضعيف تركيزه مجهول  $C_a$  ثم نسكب في بيشر و نضيف له بعض قطرات من كاشف لوني ، نضع البيشر فوق الخلط المغناطيسي ثم نشغله .
- نبدا في عملية المعايرة قطرة قطرة ونوقف التفاعل عند نقطة التغير اللوني ( نقطة الكافية ) نسجل قيمة حجم القاعدة المضاف  $V_{BE}$  .



التجهيز التجاري للمعايرة اللونية

#### 2. المعايرة الـ pH متيرية (مثال: معايرة حمض ضعيف بأساس قوي)

**البروتوكول التجاري:**  
**1. الادوات المستعملة:**

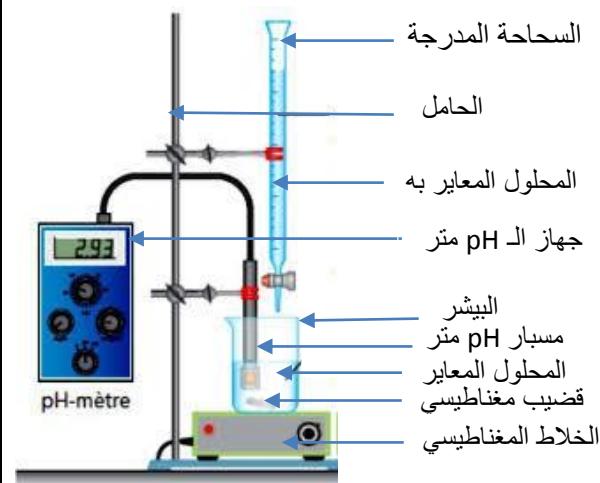
**الزجاجيات:** بيشر ، ماصة عيارية + اجاصة مص ، سحاحة مدرجة .  
**المحاليل:** قاعدة قوية تركيزها  $C_b$ ، حمض ضعيف تركيزه مجهول  $C_a$ ، الماء المقطر ، محلولين موقبين (pH=7, pH=4) .

**الاجهزه:** الحامل، الخلط المغناطيسي، جهاز الـ pH متر .

**2. الهدف من التجربة:** ايجاد التركيز المجهول  $C_a$  للحمض .

**3. خطوات العمل:**

- ناعير و نضبط جهاز الـ pH متر بواسطة محلولين موقبين لهما pH معلوم .
- نملأ السحاحة بقاعدة قوية تركيزها معلوم  $C_b$  و نضبط المستوى عند التدريجة 0 .
- نسحب بواسطة ماصة عيارية حجما  $V_a$  من حمض ضعيف تركيزه مجهول  $C_a$  ثم نسكب في بيشر ، نضع البيشر فوق خلط مغناطيسي .
- نغلق مسuar pH متر بالماء المقطر ثم نغمره في البيشر شاقوليا دون ملامسة المغناطيسي ثم نشغل الخلط المغناطيسي .
- نبدا في عملية المعايرة قطرة قطرة مع تسجيل قيم الـ pH لكل حجم مضاد مع تدوين النتائج في جدول .



التجهيز التجاري للمعايرة الـ pH متيرية

#### 3. المعايرة عن طريق قياس الناقلة (مثال: معايرة حمض ضعيف بأساس قوي)

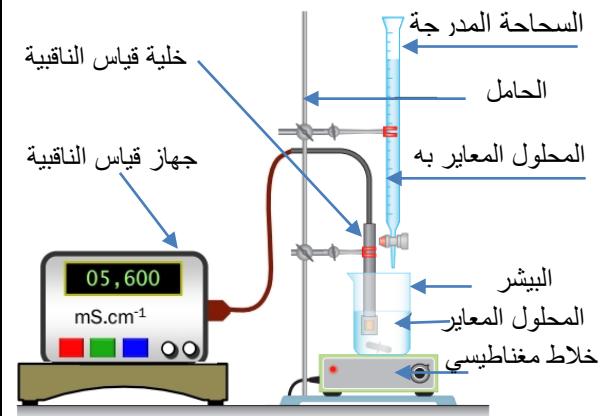
**البروتوكول التجاري:**  
**1. الادوات المستعملة:**

**الزجاجيات:** بيشر ، ماصة عيارية + اجاصة مص ، سحاحة مدرجة .  
**المحاليل:** قاعدة قوية تركيزها  $C_b$ ، حمض ضعيف تركيزه مجهول  $C_a$ ، الماء المقطر .  
**الاجهزه:** الحامل، الخلط المغناطيسي، جهاز قياس الناقلة .

**2. الهدف من التجربة:** ايجاد التركيز المجهول  $C_a$  للحمض .

**3. خطوات العمل:**

- ناعير و نضبط جهاز قياس الناقلة بواسطة محلال معلومة الناقلة .
- نملأ السحاحة بقاعدة قوية تركيزها معلوم  $C_b$  و نضبط المستوى عند التدريجة 0 .
- نسحب بواسطة ماصة عيارية حجما  $V_a$  من حمض ضعيف تركيزه مجهول  $C_a$  ثم نسكب في بيشر ، نضع البيشر فوق خلط مغناطيسي .
- نغلق خلية قياس الناقلة بالماء المقطر ثم نغمره في البيشر شاقوليا دون ملامسة المغناطيسي ثم نشغل الخلط المغناطيسي .
- نبدا في عملية المعايرة قطرة قطرة مع تسجيل قيم الناقلة لكل حجم مضاد مع تدوين النتائج في جدول .



التجهيز التجاري عن طريق قياس الناقلة

## أهم البرتوكولات التجريبية لتحضير المحاليل

## 1. عملية التمديد (التحفيف)

**الهدف من التجربة :** تحضير محلول مخفف حجمه  $V_0$  و تركيزه  $C_0$  انطلاقاً من محلول مركز حجمه  $V$  و تركيزه  $C$ .

## مثال:

تحضير محلول حجمه  $V=100\text{ml}$  و تركيزه  $C=0,02 \text{ mol.l}^{-1}$  انطلاقاً من محلول حمض الأيثانويك ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) تركيزه  $C_0=0,5 \text{ mol.l}^{-1}$ .

## خطوات العمل:

- يقوم بحساب الحجم  $V_0$  الواجب اخذها

$$V_0 = \frac{C \cdot V}{C_0} = \frac{0,02 \cdot 100}{0,5} = 1 \text{ ml}$$



1. بواسطة ماصة عيارية نأخذ حجماً  $V_0$  من محلول الأم  $C_0$ .
2. نسكب الحجم  $V_0$  في حوجلة عيارية حجمها  $V$ .
3. نملأ ثلث اربع الحوجلة العيارية بالماء المقطر ثم نغلق الحوجلة العيارية بسدادة ثم نرجها.
4. نضيف الماء المقطر الى الحوجلة العيارية الى غاية خط العيار.

## 2. تحضير محلول انطلاقاً من مادة صلبة نقية

**الهدف من التجربة :** تحضير محلول حجمه  $V$  و تركيزه  $C$  انطلاقاً من مادة صلبة نقية كتلتها  $m$  و كتلتها المولية  $M$ .

## مثال:

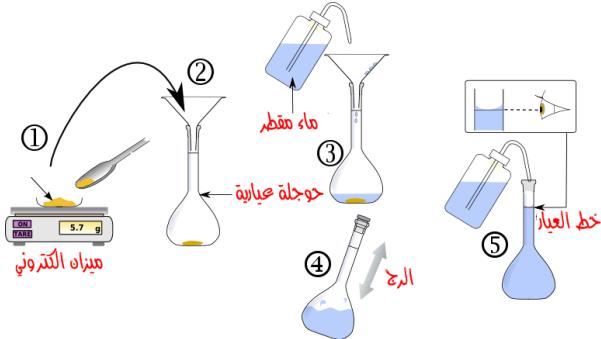
تحضير محلول حجمه  $V=100\text{ml}$  و تركيزه  $C=0,1 \text{ mol.l}^{-1}$   $C_0=0,1 \text{ mol.l}^{-1}$  انطلاقاً من هيدروكسيد الصوديوم ( $\text{NaOH}$ ) كتلته المولية  $M= 40 \text{ g.mol}^{-1}$

## خطوات العمل:

- يقوم بحساب الكتلة  $m$  الواجب اخذها

$$m = C \cdot V \cdot M = 0,1 \cdot 0,1 \cdot 40 = 0,4 \text{ g}$$

1. بواسطة ميزان الكتروني نقوم بوزن الكتلة  $m$  باستعمال جفنة.
2. نفرغ محتوى الجفنة في حوجلة عيارية حجمها  $V$ .
3. نملأ ثلث اربع الحوجلة العيارية بالماء المقطر.
4. نغلق الحوجلة العيارية بسدادة ثم نرجها.
5. نضيف الماء المقطر الى الحوجلة العيارية الى غاية خط العيار.



## 3. تحضير محلول انطلاقاً من محلول تجاري

**الهدف من التجربة :** تحضير محلول تجاري درجة نقاوته  $P\%$  و كثافته  $d$  و كتلته المولية  $M$ .

## مثال:

تحضير محلول حجمه  $V=100\text{ml}$  و تركيزه  $C=0,2 \text{ mol.l}^{-1}$  انطلاقاً من محلول تجاري لحمض كلور الهيدروجين ( $\text{HCl}$ ) درجة نقاوته  $P\% = 34\%$  و كثافته  $d=1,16$  كتلته المولية  $M=36,5 \text{ g.mol}^{-1}$ .

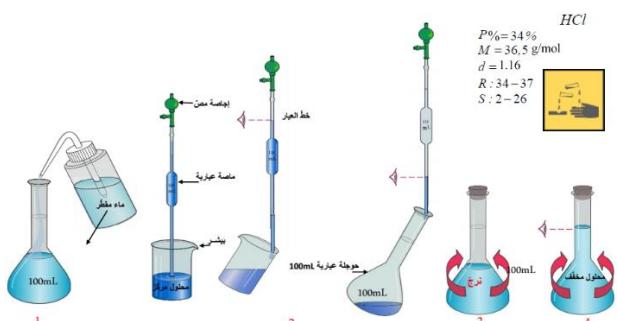
## خطوات العمل:

- يقوم بحساب تركيز محلول التجاري  $C_0$ .

$$C_0 = \frac{10 \cdot P \cdot d}{M} = \frac{10 \cdot 34 \cdot 1,16}{36,5} = 10,81 \text{ mol.L}^{-1}$$

- نقوم بحساب الحجم  $V_0$  الواجب اخذها.

$$V_0 = \frac{C \cdot V}{C_0} = \frac{0,2 \cdot 100}{10,81} = 1,85 \text{ ml}$$



1. نملأ ثلث اربع حوجلة عيارية حجمها  $V$  بالماء المقطر.
2. وبواسطة ماصة عيارية نأخذ حجماً  $V_0$  من محلول التجاري تركيزه  $C_0$  ثم نسكبه في الحوجلة العيارية.
3. نغلق الحوجلة العيارية بسدادة ثم نرجها.
4. نضيف الماء المقطر الى الحوجلة العيارية الى غاية خط العيار.

**ملاحظة :** نستعمل القفازات و النظارات للحماية لأن محلول التجاري لحمض كلور الهيدروجين مرکز و أكل.

## I . اهم مفاهيم النشاط الاشعاعي

## 1. البنية النووية

ماذا يمثل كل من: A و Z ؟	
<ul style="list-style-type: none"> <li>رمز نواة عنصر كيميائي: <math>{}^A_Z X</math></li> <li>العدد الكتلي A : هو عدد النكليونات (البروتونات + النترونات) <math>A = Z + N</math></li> <li>العدد الذري (العدد الشحني) Z : هو عدد البروتونات .</li> </ul>	
اعط تركيب النواة.	
<ul style="list-style-type: none"> <li>عدد البروتونات: Z</li> <li>عدد النترونات: N = A - Z</li> </ul>	
تعريف النظائر.	
<ul style="list-style-type: none"> <li>النظائر : هي أنوبي ذرات تنتهي لنفس العنصر الكيميائي لها نفس العدد الذري Z و تختلف في العدد الكتلي A .</li> </ul>	
القوة المسؤولة عن تماسك النواة	
<ul style="list-style-type: none"> <li>القوة النووية القوية : هي القوة المسؤولة عن تماسك النواة وهي أقوى من قوة التناصر الكهروستاتيكي بين البروتونات .</li> </ul>	

## 2. النشاط الاشعاعي

النواة المشعة	
<ul style="list-style-type: none"> <li>النواة المشعة : هي نواة غير مستقرة تتفاكم تلقائياً لتحول إلى نواة جديدة أكثر استقراراً مع اصدار اشعاع .</li> <li>الأنوبي المشعة : هي أنوبي غير مستقرة تتفاكم تلقائياً لتحول إلى أنوبي جديدة أكثر استقراراً مع اصدار اشعاعات .</li> <li>النظائر المشعة : هي أنوبي غير مستقرة تنتهي لنفس العنصر الكيميائي لها نفس العدد الذري Z و تختلف في العدد الكتلي A تتفاكم تلقائياً لتحول إلى أنوبي جديدة أكثر استقراراً مع اصدار اشعاعات .</li> <li>العائلة المشعة : هي مجموعة الأنوبية الناتجة عن عدة تفككات لنواة مشعة تنتهي بنواة مستقرة .</li> </ul>	
النشاط الاشعاعي	
<ul style="list-style-type: none"> <li>النشاط الاشعاعي : هو ظاهرة التفكاك العشوائي للأنبوبية الغير مستقرة التي تتحول إلى أنوبي جديدة أكثر استقراراً مع اصدار اشعاعات</li> <li>مميزات النشاط الاشعاعي : 1- تلقائي ، 2- حتمي ، 3- عشوائي ، 4- مستقل عن الضغط و درجة الحرارة .</li> <li>جهاز قياس النشاط الاشعاعي : هو عدد جيجر- ميلر.</li> </ul>	

## 3. انواع الاشعاعات (أنماط التفكك)

• الاشعاع $\alpha$	 $\beta\alpha = \gamma He^{2+}$
تعريف الاشعاع $\alpha$ : هو عبارة عن نواة هيليوم ${}^4_2 He$ يميز أنوبي الذرات الثقيلة $A < 200$ .	
• الاشعاع $\bar{\beta}$	 ${}^1_0 n \rightarrow {}^1_1 p + {}^0_{-1} e(\beta^-)$
تعريف الاشعاع $\bar{\beta}$ : هو عبارة عن الكترون ${}^0_{-1} e$ ، يميز أنوبي الذرات التي تحتوي على $N > Z$ فيتحول النترون الى بروتون	
• الاشعاع $\beta^+$	 ${}^1_1 p \rightarrow {}^1_0 n + {}^0_1 e(\beta^+)$
تعريف الاشعاع $\beta^+$ : هو عبارة عن بوزيترون ${}^0_1 e$ ، يميز أنوبي الذرات التي تحتوي على $Z > N$ فيتحول البروتون الى نترون	
• الاشعاع $\gamma$	
تعريف الاشعاع $\gamma$ : هو عبارة عن موجة كهرومغناطيسية ${}^0_0 \gamma$ ، يميز أنوبي الذرات المثار ${}^A_Z X^*$ وهو اشعاع مرافق للإشعاعات $\alpha$ او $\beta$ او $\gamma$	

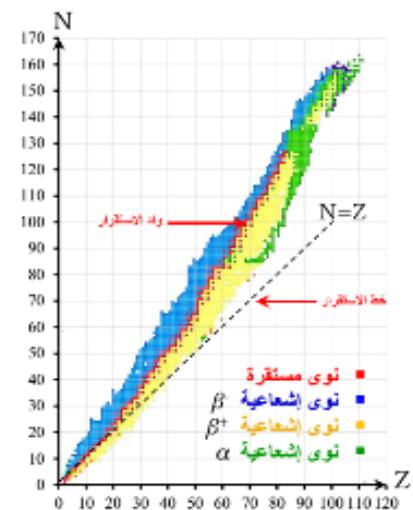
## I. الاستقرار النووي

## 1. مخطط سيغري

## استعمالات مخطط سيغري

يمكنا من :

1. معرفة الأنوية المستقرة و الأنوية الغير مستقرة .
2. معرفة نوع النشاط الاشعاعي الصادر .

اذا كان  $Z > 20$  فان الانوية المستقرة تقع على خط الاستقرار  $N = Z$ اذا كان  $\frac{N}{Z} \approx 1,5$  فان الانوية المستقرة تقع على واد الاستقرار

## الأنوية الغير مستقرة

 $\beta^-$  : الأنوية الغير مستقرة التي تقع فوق واد الاستقرار تصدر الاشعاع  $\beta^-$  $\beta^+$  : الأنوية الغير مستقرة التي تقع تحت واد الاستقرار تصدر الاشعاع  $\beta^+$ إذا كان  $Z > 82$  فان كل الأنوية ثقيلة غير مستقرة تصدر كذلك الاشعاع  $\alpha$ 

## 2. أسباب عدم استقرار النواة

عدد كبير من النكليونات  $A > 200$ عدد البروتونات اكبر من عدد النترونات  $Z > N$ عدد النترونات اكبر من عدد البروتونات  $N > Z$ 

## 3. كتابة معادلة التفكك

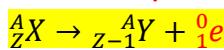
## قانوني صودي

$$\sum Z_{\text{نوتج}} = \sum Z_{\text{متفاعلات}} \quad \text{انفاذ العدد الشحني :}$$

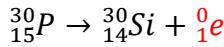
$$\sum A_{\text{نوتج}} = \sum A_{\text{متفاعلات}} \quad \text{انفاذ العدد الكتلي :}$$

الأشعاع  $\beta^+$ 

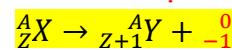
معادلة التفكك :



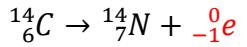
مثال :

الأشعاع  $\beta^-$ 

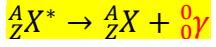
معادلة التفكك :



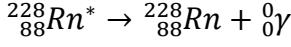
مثال :

الأشعاع  $\gamma$ 

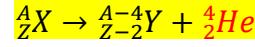
معادلة التفكك :



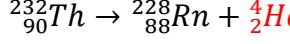
مثال :

الأشعاع  $\alpha$ 

معادلة التفكك :



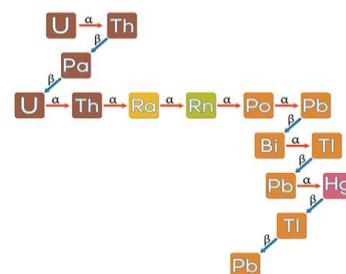
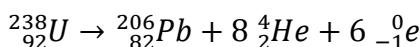
مثال :



## 4. العائلة المشعة

مثال : عائلة البيرانيوم  ${}^{238}_{92} U$ 

معادلة التفكك الاجمالية :



## I. اهم علاقات و قوانين النشاط الاشعاعي

1. الثوابت:  $\lambda$ ,  $\tau$ ,  $t_{1/2}$ 

ثابت التفكك  $\lambda$ : احتمال تحول النواة في الثانية وحدته ( $s^{-1}$ ).

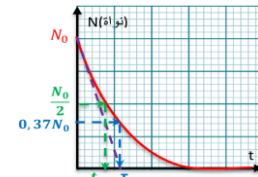
ثابت الزمن  $\tau$ : هو متوسط عمر النواة وهو الزمن اللازم لتفكك 63% من الأنوية الابتدائية  $N_0$  وحدته (s).

زمن نصف العمر  $t_{1/2}$ : الزمن اللازم لتفكك نصف عدد الأنوية الابتدائية  $\frac{N_0}{2}$  وحدته (s).

العلاقة بين  $\lambda$  و  $t_{1/2}$ العلاقة بين  $\tau$  و  $\lambda$ 

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

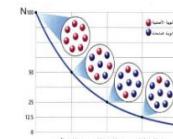
$$\tau = \frac{1}{\lambda}$$

 $\lambda$  (s<sup>-1</sup>) ثابت التفكك $\tau$  (s) ثابت الزمن $t_{1/2}$  (s) زمن نصف العمر:

## 2. قانون التناقص الاشعاعي

(نواة) عدد الأنوية الغير متفركة (المتبقيه) في لحظة  $t$ :(نواة) عدد الأنوية الابتدائية في لحظة  $t_0 = 0$  $t$  (الزمن) (العمر)

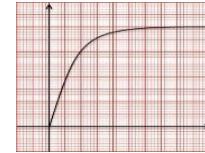
$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

3. الأنوية المتفركة  $N_d$ (نواة) عدد الأنوية الغير متفركة (المتبقيه) في لحظة  $t$ :

$$N_d = N_0 - N$$

(نواة) عدد الأنوية الابتدائية في لحظة  $t_0 = 0$ 

$$N_d = N_0 \cdot (1 - e^{-\lambda \cdot t})$$

(نواة) عدد الأنوية المتفركة في لحظة  $t$ :4. النشاط الاشعاعي  $A$ النشاط الاشعاعي  $A$ : هو عدد الأنوية المتفركة بالنسبة لوحدة الزمن وحدته البيكريل (Bq)البيكريل  $Bq$ : وحدة قياس النشاط الاشعاعي و هو النشاط الناتج عن تفكك نواة خلال ثانية. $A$  (Bq) النشاط الاشعاعي في لحظة  $t = 0$ :في لحظة  $t = 0$ (Bq) النشاط الاشعاعي الابتدائي في لحظة  $t_0 = 0$ : $A_0 = \lambda \cdot N_0$ في لحظة  $t$ :  $A = \lambda \cdot N$ 5. كمية مادة العينة المشعة  $n$  $n$  (mol) كمية المادة المشعة في لحظة  $t$ :في لحظة  $t = 0$  $n_0$  (mol) كمية المادة المشعة الابتدائية في لحظة  $t_0 = 0$  $N_0 = n_0 \cdot N_A$ نواة  $N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$  عدد أفوغادرو : $N = n \cdot N_A$ في لحظة  $t$ 6. كتلة العينة المشعة  $m$  $m$  (g) كتلة المادة المشعة في لحظة  $t$ :في لحظة  $t = 0$ كتلة المادة المشعة الابتدائية في لحظة  $t_0 = 0$  (g)العدد الكتلي  $A$  (g.mol<sup>-1</sup>) للنظير المشع:

$$N_0 = \frac{m_0}{M} \cdot N_A$$

في لحظة  $t$ :  $N = \frac{m}{M} \cdot N_A$ 

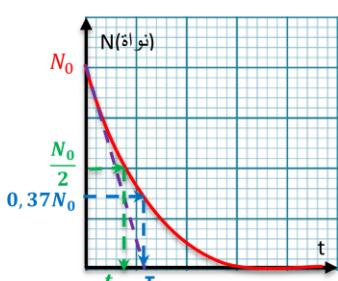
## 7. إيجاد عمر عينة مشعة (الزمن):

التاريخ باستعمال اللبوب المشع  $^{14}C$ : نستطيع تقدير عمر الآثار والبقايا الحيوانية والنباتية المنتشرةوذلك بمقارنة نشاط العينة القديمة  $A$  مع نشاط عينة جديدة مماثلة  $A_0$  لعنصر الكربون  $^{14}C$  نصفعمره  $t_{1/2}$  لأنه يتراقص عند وفاة الكائنات النباتية والحيوانية.

$$t = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \cdot \ln \left( \frac{A_0}{A} \right)$$



## I. اهم منحنيات النشاط الاشعاعي

1. منحنى  $N$  بدلالة الزمن  $t$ 

• المعادلة الفيزيائية :  $N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$

• إيجاد عدد الأتومية الابتدائية  $N_0$  بيانياً :

$N_0$  : هي نقطة تقاطع المنحنى مع محور التراتيب عند اللحظة  $t=0$ .

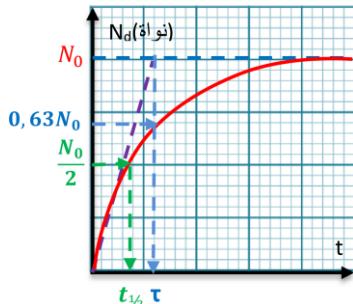
• إيجاد ثابت الزمن  $\tau$  بيانياً :

$\tau$  : هو نقطة تقاطع المماس عند اللحظة  $t=0$  مع محور الأزمنة.

أو نقوم بإسقاط القيمة  $0,37N_0$  على المنحنى ثم نقوم بالإسقاط على محور الأزمنة فنجد قيمة  $\tau$

• إيجاد زمن نصف العمر  $t_{1/2}$  بيانياً :

نقوم بإسقاط قيمة  $\frac{N_0}{2}$  على المنحنى ثم نقوم بالإسقاط على محور الأزمنة  $t$  فنجد قيمة  $t_{1/2}$

2. منحنى  $N_d$  بدلالة الزمن  $t$ 

• المعادلة الفيزيائية :  $N_d = N_0 \cdot (1 - e^{-\lambda \cdot t})$

• إيجاد عدد الأتومية الابتدائية  $N_0$  بيانياً :

$N_0$  : هي نقطة تقاطع المنحنى مع محور التراتيب عند اللحظة  $t=0$ .

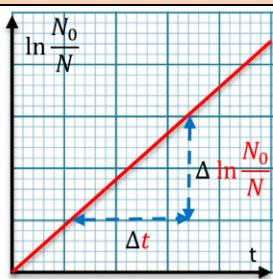
• إيجاد ثابت الزمن  $\tau$  بيانياً :

$\tau$  : هو نقطة تقاطع المماس عند اللحظة  $t=0$  مع محور الأزمنة فنجد قيمة  $\tau$

أو نقوم بإسقاط القيمة  $0,63N_0$  على المنحنى ثم نقوم بالإسقاط على محور الأزمنة فنجد قيمة  $\tau$

• إيجاد زمن نصف العمر  $t_{1/2}$  بيانياً :

نقوم بإسقاط قيمة  $\frac{N_0}{2}$  على المنحنى ثم نقوم بالإسقاط على محور الأزمنة  $t$  فنجد قيمة  $t_{1/2}$

3. منحنى  $\ln \frac{N_0}{N}$  بدلالة الزمن  $t$ 

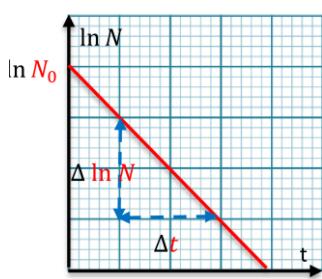
• المعادلة الفيزيائية :  $\ln \frac{N_0}{N} = \lambda \cdot t$

• المعادلة الرياضية :  $\ln \frac{N_0}{N} = a \cdot t$  المنحنى عبارة عن خط مستقيم يمر من المبدأ

• إيجاد ثابت التفكك  $\lambda$  بيانياً : بمطابقة المعادلة الفيزيائية و الرياضية

$\lambda$  هو ميل المنحنى

$$\lambda = \frac{\Delta \ln \frac{N_0}{N}}{\Delta t}$$

4. منحنى  $\ln N$  بدلالة الزمن  $t$ 

• المعادلة الفيزيائية :  $\ln N = -\lambda \cdot t + \ln N_0$

• المعادلة الرياضية :  $\ln N = a \cdot t + b$  المنحنى عبارة عن خط مستقيم لا يمر من المبدأ

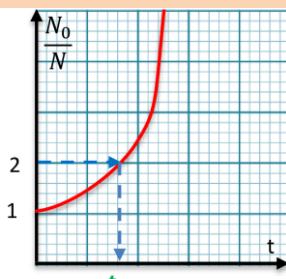
• إيجاد ثابت التفكك  $\lambda$  بيانياً : بمطابقة المعادلة الفيزيائية و الرياضية

$\lambda$  هو ميل المنحنى

$$-\lambda = \frac{\Delta \ln N}{\Delta t}$$

• إيجاد عدد الأتومية الابتدائية  $N_0$  بيانياً :

$\ln N_0$  : هو نقطة تقاطع المنحنى مع محور التراتيب.

5. منحنى  $\frac{N_0}{N}$  بدلالة الزمن  $t$ 

• المعادلة الفيزيائية :  $\frac{N_0}{N} = e^{\lambda \cdot t}$

• إيجاد زمن نصف العمر  $t_{1/2}$  بيانياً :

نقوم بإسقاط القيمة 2 على المنحنى ثم نقوم بالإسقاط على محور الأزمنة  $t$  فنجد قيمة  $t_{1/2}$



## II التفاعلات النووية (طاقة الربط النووي)

## 1. علاقة أينشتاين

$E$  الطاقة : (J)  
 $m$  الكتلة : (Kg)  
 $C$  سرعة الضوء في الفراغ : (m/s)

$$E = m \cdot C^2$$

$$C \approx 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

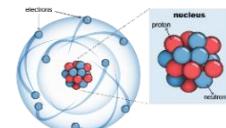
يعطى :



## 2. وحدة الكتل الذرية uma

وحدة الكتل الذرية  $\mu$  (uma) هي  $\frac{1}{12}$  من كتلة الكربون  $^{12}_6C$ .  

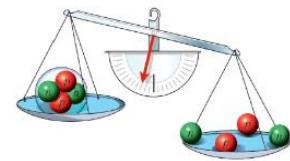
$$1\mu = \frac{1}{12} \times \frac{12 \times 10^{-3}}{6,02 \times 10^{23}} = 1,66055 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

3. النقص الكتلي  $\Delta m$ 

النقص الكتلي  $\Delta m$  هو الفرق بين كتلة النواة وكتلة نوكليوناتها و هو مقدار موجب.

$$\Delta m = m_{\text{nucleus}} - m_{\text{nucleons}}$$

$$\Delta m = (Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n) - m(A_Z X)$$

4. طاقة الربط النووي  $E_l$ 

طاقة الربط النووي  $E_l$  هي الطاقة اللازمة لتفكيك النواة إلى نوكليونات .

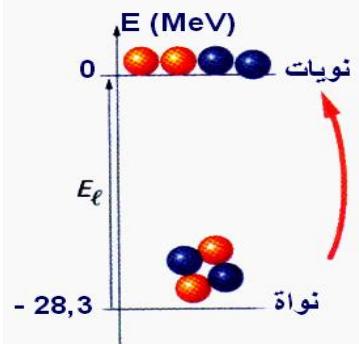
طاقة الربط النووي  $E_l$  بالجول J

طاقة الربط النووي :  $E_l$  (J)  
 النقص الكتلي :  $\Delta m$  (Kg)  
 سرعة الضوء في الفراغ :  $C$  (m/s)

$$E_l = \Delta m \cdot C^2$$

$$C \approx 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

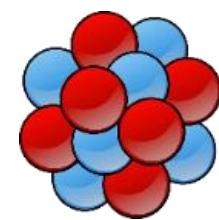
طاقة الربط النووي  $E_l$  بالميغا الكيلوفولت MeV  
 $\Delta m$  (μ) طاقة الربط النووي :  $E_l$  (MeV)  
 النقص الكتلي :  $\Delta m$

5. طاقة الربط للنوكليون (نووية)  $\epsilon$ 

طاقة الربط النووية (لنوكليون)  $\epsilon$  هي متوسط طاقة الربط لكل نوكليون .

(نوكليون / MeV) طاقة الربط للنوكليون :  $\epsilon$   
 $E_l$  (MeV) طاقة الربط النووي للنواة :  $E_l$   
 (نوكليون) العدد الكتلي :  $A$

$$\epsilon = \frac{E_l}{A}$$



النواة الأكثر استقراراً : كلما كانت طاقة الربط للنوكليون كبيرة كانت النواة أكثر استقراراً.

يمثل منحنى اسطون : طاقة الربط للنوكليون  $\frac{E_l}{A}$  - بالسالب بدلالة العدد الكتلي  $A$ .

يمكننا منحنى اسطون من :

(1) معرفة الأنوية المستقرة .

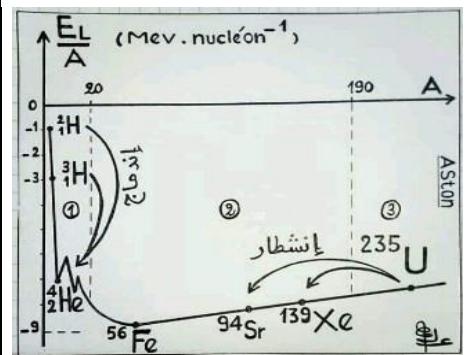
(2) معرفة الأنوية الغير مستقرة القابلة للانشطار و الأنوية الغير مستقرة القابلة للاندماج .

(3) إيجاد قيمة طاقة الربط النووي للنوكليون لأي نواة عنصر .

هذا المنطقة تضم الأنوية الأكثر استقراراً .

الأنوية خفيفة غير مستقرة تندمج لتعطي نواة أثقل أكثر استقراراً .

الأنوية ثقيلة غير مستقرة تتشظى لتعطي نواثين خفيفتين أكثر استقراراً .



## II. التفاعلات النووية (الانشطار النووي)

## 1. تفاعل الانشطار النووي

## ▪ مبدأ تفاعل الانشطار

نفاذ نواة ثقيلة مشعة بنترون فتنشر إلى نواتين خفيفتين مع انبعاث نترونات أخرى وطاقة.

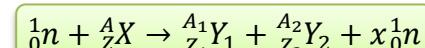
## ▪ معادلة تفاعل الانشطار

$x$  : عدد النترونات المبنعة

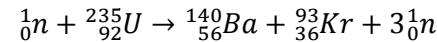
▪ موازنة المعادلة نطق قانوني صودي

احفاظ العدد الكتلي :  $1 + A = A_1 + A_2 + x$

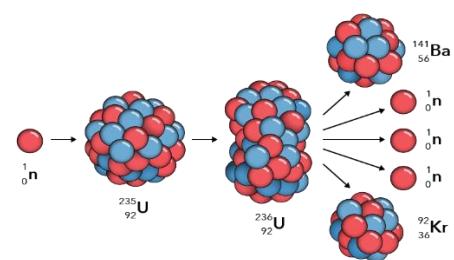
احفاظ العدد الشحني :  $Z = Z_1 + Z_2$



مثال :



لماذا نقوم بالقفز بواسطة نترون بطيء : لأنه عديم الشحنة ولأنه لا يخترق النواة



رسم تخيلي لتفاعل الانشطار

## 2. الطاقة المحررة من انشطار نواة واحدة

▪ النقص الكتلي  $\Delta m$ 

النقص الكتلي : هو الفرق بين كتلة المتفاعلات و كتلة النواتج .

$$\Delta m = \sum m_i - (\text{نواتج})$$

مثال :

$$\Delta m = (m({}_0^1n) + m({}_{92}^{235}U)) - (m({}_{56}^{140}Ba) + m({}_{36}^{93}Kr) + 3 \cdot m({}_0^1n))$$

▪ الطاقة المحررة  $E_{lib}$  بالجول

$E_{lib}$  (الطاقة المحررة : J)

$\Delta m$  (النقص الكتلي : Kg)

C (سرعة الضوء في الفراغ : m/s)

$$E_{lib} = \Delta m \cdot C^2$$

$$C \approx 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

يعطى :

$E_{lib}$  (MeV) (الطاقة المحررة : MeV)

$\Delta m$  (النقص الكتلي : μ)

$$E_{lib} = \Delta m \cdot 931,5$$

▪ تحويل الطاقة المحررة  $E_{lib}$  من ميغا الكترون فولط MeV إلى الجول J

$$1eV = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

يعطى :

$$1MeV = 10^6 eV$$

$$1MeV = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

$$E_{lib}(J) = E_{lib}(MeV) \cdot 1,6 \cdot 10^{-13}$$

الطاقة المحررة : طاقة حرارية و طاقة حركية لمختلف الجسيمات .



## 3. تفاعل انشطار نووي تسلسلي ذاتي التغذية

## ▪ تفاعل انشطار نووي ذاتي التغذية

النترونات المبنعة من تفاعل الانشطار تغذي تفاعلات الانشطار الأخرى

## ▪ تفاعل انشطار نووي تسلسلي:

انشطار النواة الأولى يعطي نترونات تؤدي إلى انشطار أنوية أخرى و هكذا يتسلسل تفاعل الانشطار .

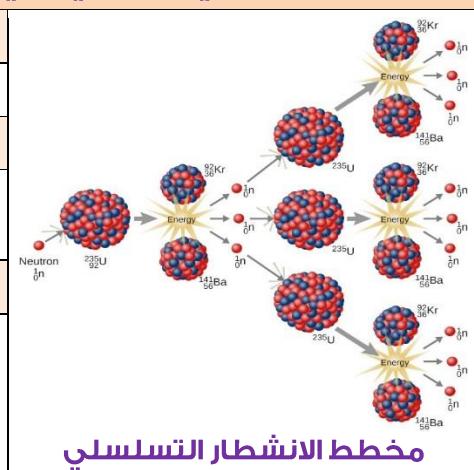
## ▪ اخطار تفاعل الانشطار النووي

النفايات النووية

الثوت البيئي بالإشعاعات

التشوهات التي تحدث للإنسان و الكائنات الحية

القدرة



مخطط انشطار التسلسلي

## II. التفاعلات النووية ( الانشطار النووي )

4. انشطار كتلة  $m$  من أنوية قابلة للانشطار▪ حساب عدد الانوية  $N$  الموجودة في الكتلة  $m$ 

(نواة) عدد الانوية المنشطرة :  $N$   
 كتلة  $N$  نواة منشطرة :  $m$   
 $M$  الكتلة المولية :  $(g/mol)$

$$N = \frac{m}{M} \cdot N_A$$

يعطى :  $N_A = 6,023 \cdot 10^{23} mol^{-1}$

▪ طاقة انشطار  $N$  نواة :

طاقة محررة من  $N$  نواة :  $E'_{lib}$  (J)  
 (نواة) عدد الانوية :  $N$   
 $E'_{lib}$  طاقة محررة من نواة واحدة (J)

$$E'_{lib} = N \cdot E_{lib}$$

▪ استطاعة انشطار  $N$  نواة :

استطاعة :  $P$  (W)  
 الطاقة المحررة من  $N$  نواة :  $E'_{lib}$  (J)  
 $\Delta t$  المدة الزمنية (s)

$$P = \frac{E'_{lib}}{\Delta t}$$

5. المردود الطاقي  $\rho\%$  والاستطاعة الكهربائية  $P$  لمفاعل نووي▪ المردود الطاقي للمفاعل النووي  $\rho\%$ 

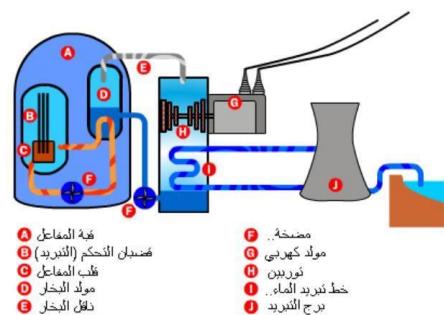
المردود الطاقي :  $\rho\%$   
 الطاقة الكهربائية :  $E_e$  (J)  
 الطاقة المحررة من  $N$  نواة :  $E'_{lib}$  (J)

$$\rho\% = \frac{E_e}{E'_{lib}} \cdot 100$$

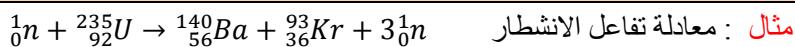
▪ الاستطاعة الكهربائية للمفاعل النووي  $P$ 

الاستطاعة الكهربائية :  $P$  (W)  
 الطاقة الكهربائية :  $E_e$  (J)  
 $\Delta t$  المدة الزمنية (s)

$$P = \frac{E_e}{\Delta t}$$



## 6. مخطط الحصيلة الطاقوية



$$\Delta E = \Delta E_1 + \Delta E_2$$

الحالة 1: المعطيات ( $\Delta E_1$  ،  $\Delta E_2$ )

الحالة 2: المعطيات ( $E_l(^{93}_{36}Kr)$  ،  $E_l(^{140}_{56}Ba)$  ،  $E_l(^{235}_{92}U)$ )

$$\Delta E = E_l(^{235}_{92}U) - (E_l(^{140}_{56}Ba) + E_l(^{93}_{36}Kr))$$

$$\Delta E = E_3 - E_1$$

الحالة 3: المعطيات ( $E_1$  ،  $E_2$  ،  $E_3$ )

ملاحظة : طاقة محررة  $> \Delta E$  ،  $0 > \Delta E_2$  ،  $0 < \Delta E_1$  : طاقة مكتسبة ،  $0 < \Delta E$  : طاقة محررة

$$\Delta E = E_3 - E_1$$

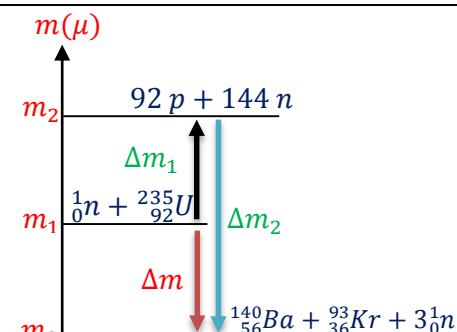
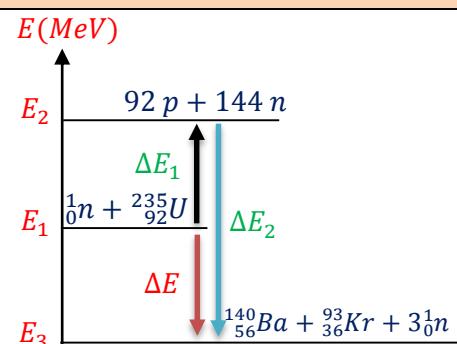
الحالة 4: المعطيات ( $m_1$  ،  $m_2$  ،  $m_3$ )

$$E_3 = m_3 \cdot C^2 = m_3 \cdot 931,5$$

$$E_1 = m_1 \cdot C^2 = m_1 \cdot 931,5$$

$$E_{lib} = |\Delta E|$$

الطاقة المحررة من انشطار نواة واحدة



## II. التفاعلات النووية ( الاندماج النووي)

## 1. تفاعل الاندماج النووي

## ▪ مبدأ تفاعل الاندماج

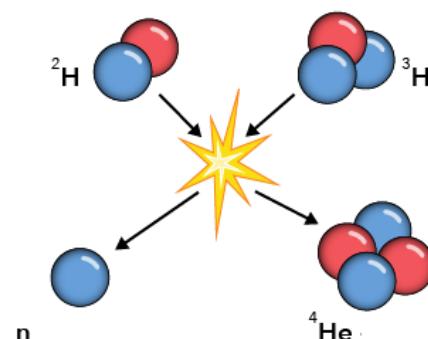
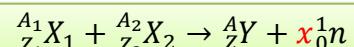
هو اتحاد نواتين خيفتين لتشكيل نواة أثقل مع تحرير طاقة .

## ▪ شرط حدوث تفاعل الاندماج

1- درجة حرارة عالية ، 2- سرعة كبيرة .

## ▪ معادلة الاندماج

▪ موازنة المعادلة نطبق قانوني صودي  
انحفاظ العدد الكتلي :  $A_1 + A_2 = A + x$   
انحفاظ العدد الشحني :  $Z_1 + Z_2 = Z$



## 2. الطاقة المحررة لتشكيل نواة واحدة

▪ النقص الكتلي  $\Delta m$ 

▪ النقص الكتلي : هو الفرق بين كتلة المتفاعلات و كتلة النواتج

$$\Delta m = \sum m_i - \sum m_f \quad (\text{نواتج})$$

$$\Delta m = (m({}_1^2H) + m({}_1^3H)) - (m({}_2^4He) + x \cdot m({}_0^1n)) \quad \text{مثال:}$$

▪ الطاقة المحررة  $E_{lib}$  بالجول J

$E_{lib}$  (J) الطاقة المحررة :

$\Delta m$  (Kg) النقص الكتلي :

(m/s) سرعة الضوء في الفراغ:

$$E_{lib} = \Delta m \cdot C^2$$

$$C \approx 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} \quad \text{يعطى:}$$

▪ الطاقة المحررة  $E_{lib}$  بالميغا الكترون فولط MeV

$E_{lib}$  (MeV) الطاقة المحررة :

$\Delta m$  (μ) النقص الكتلي :

$$E_{lib} = \Delta m \cdot 931,5$$

▪ تحويل الطاقة المحررة  $E_{lib}$  من ميغا الكترون فولط MeV إلى الجول J

$$1eV = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J} \quad \text{يعطى:}$$

$$1\text{MeV} = 10^6 \text{ eV}$$

$$1\text{MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

$$E_{lib}(J) = E_{lib}(\text{MeV}) \cdot 1,6 \cdot 10^{-13}$$

أشكال الطاقة المحررة : طاقة حرارية و طاقة حركية لمختلف الجسيمات .

## 3. طاقة اندماج لتشكل N نواة

## ▪ حساب عدد الانوية المتشكلة N :

(نواة) عدد الانوية المتشكلة :

(g) كتلة N نواة متشكلة :

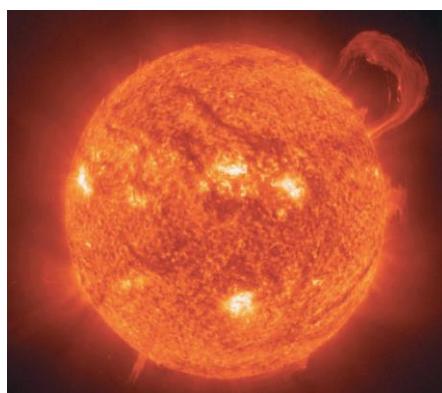
(g/mol) الكتلة المولية للنواة المتشكلة :

$$N = \frac{m}{M} \cdot N_A$$

$$N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

يعطى :

ملاحظة : عدد الانوية المتشكلة N يوافق اصغر عدد انوية متفاعلة .



## ▪ طاقة اندماج لتشكل N نواة

(J) طاقة محررة من تشكيل N نواة :

(نواة) عدد الانوية المتشكلة :

(J) طاقة محررة من تشكيل نواة واحدة :

$$E'_{lib} = N \cdot E_{lib}$$

## II. التفاعلات النووية (الاندماج النووي)

4. المردود الطاقوي  $\rho\%$  والاستطاعة الكهربائية  $P$  لمفاعل اندماج نووي• المردود الطاقوي لمفاعل الاندماج:  $\rho\% = \frac{E_e}{E'_{lib}} \cdot 100$ 

$\rho\%$ : المردود الطاقوي  
 $E_e$  (J) الطاقة الكهربائية  
 $E'_{lib}$  (J) الطاقة المحررة من  $N$  نواة مشكلة

• الاستطاعة الكهربائية لمفاعل الاندماج:  $P = \frac{E_e}{\Delta t}$ 

$P$  (W) الاستطاعة الكهربائية  
 $E_e$  (J) الطاقة الكهربائية  
 $\Delta t$  (s) المدة الزمنية

## 5. مخطط الحصيلة الطاقوية لتفاعل الاندماج النووي



$$\Delta E = \Delta E_1 + \Delta E_2$$

• الحالة 1: المعطيات ( $\Delta E_1$  ،  $\Delta E_2$ )

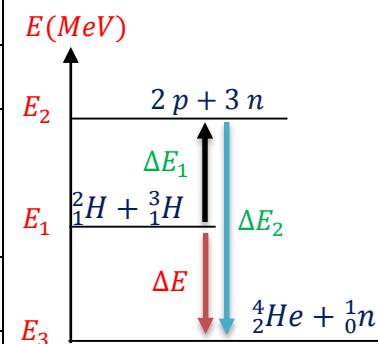
• الحالة 2: المعطيات ( $E_l(^2_1H)$  ،  $E_l(^3_1H)$  ،  $E_l(^4_2He)$ )

$$\Delta E = \left( E_l(^2_1H) + E_l(^3_1H) \right) - E_l(^4_2He)$$

$$\Delta E = E_3 - E_1$$

• الحالة 3: المعطيات ( $E_1$  ،  $E_2$  ،  $E_3$ )

• ملاحظة : طاقة مكتسبة ،  $0 < \Delta E$  ، طاقة محررة ،  $0 > \Delta E_2$



• الحالة 4: المعطيات ( $m_1$  ،  $m_2$  ،  $m_3$ )

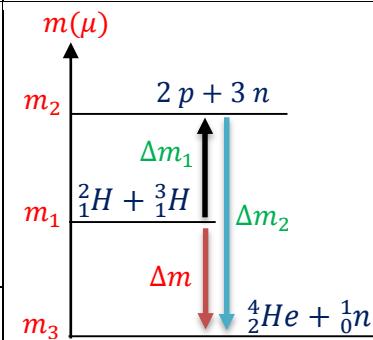
$$\Delta E = E_3 - E_1$$

$$E_3 = m_3 \cdot C^2 = m_3 \cdot 931,5$$

$$E_1 = m_1 \cdot C^2 = m_1 \cdot 931,5$$

$$E_{lib} = |\Delta E|$$

طاقة المحررة من انشطار نواة واحدة



## 6. مقارنة بين تفاعل الانشطار و الاندماج

(1) تفاعل الاندماج يعطي طاقة أكبر من تفاعل الانشطار :

الطاقة المحررة من كل نكليون من تفاعل الاندماج أكبر من الطاقة المحررة من كل نكليون من تفاعل الانشطار تقريرياً بـ 5 مرات .

$$\frac{E_{lib}}{A} > \frac{E_{lib}}{A} \text{ (انشطار)}$$

(2) تفاعل الاندماج انظف من تفاعل الانشطار :

لأن تفاعل الانشطار يخلف نفايات نووية

(3) تفاعل الاندماج على التكلفة

لأن تفاعل الاندماج يتطلب درجة حرارة عالية جداً

(4) تفاعل الانشطار و تفاعل الاندماج تفاعلين مترافقين

لأنهما ليسا تلقائيين و يحدثان بفعل عوامل خارجية .

## مكتسبات قبلية

1. الالكانات : الصيغة العامة  $C_nH_{2n+2}$ 

النسمية على وزن " الكان "	الصيغة النصف مفصلة الخطية	الصيغة المجملة	$n$
ميثان	$CH_4$	$CH_4$	1
إيثان	$CH_3 - CH_3$	$C_2H_6$	2
بروبان	$CH_3 - CH_2 - CH_3$	$C_3H_8$	3
بيوتان	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$	$C_4H_{10}$	4
بنتان	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$	$C_5H_{12}$	5

2. الجذور الالكيلية : الصيغة العامة  $R - C_nH_{2n+1}$  او  $R -$ 

النسمية على وزن " ألكيل "	الصيغة النصف مفصلة الخطية	الصيغة المجملة	$n$
ميثيل	$CH_3 -$	$CH_3 -$	1
إيثيل	$CH_3 - CH_2 -$	$C_2H_5 -$	2
بروبيل	$CH_3 - CH_2 - CH_2 -$	$C_3H_7 -$	3
بيوتيل	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 -$	$C_4H_9 -$	4

3. الاحماض الكربوكسيلي : الصيغة العامة  $C_nH_{2n}O_2$  الكتلة المولية  $M = 14n + 32$ 

النسمية على وزن " حمض الالكانويك "	الصيغة النصف مفصلة الخطية	الصيغة المجملة	$n$
حمض الميثانويك	$H - C \overset{O}{\underset{  }{=}} OH$	$CH_2O_2$	1
حمض الإيثانويك	$CH_3 - C \overset{O}{\underset{  }{=}} OH$	$C_2H_4O_2$	2
حمض البروبانويك	$CH_3 - CH_2 - C \overset{O}{\underset{  }{=}} OH$	$C_3H_6O_2$	3
حمض البيوتانويك	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - C \overset{O}{\underset{  }{=}} OH$	$C_4H_8O_2$	4
حمض البنتانويك	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - C \overset{O}{\underset{  }{=}} OH$	$C_5H_{10}O_2$	5

4. الكحولات : الصيغة العامة  $C_nH_{2n+2}O$  الكتلة المولية  $M = 14n + 18$ 

النسمية على وزن " الكانول "	صنف الكحول	الصيغة النصف مفصلة الممكنة (المتماكبات)	الصيغة المجملة	$n$
ميثanol	كحول اولي	$CH_3 - OH$	$CH_4O$	1
إيثانول	كحول اولي	$CH_3 - CH_2 - OH$	$C_2H_6O$	2
بروبان-1- اول	كحول اولي	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH$		
بروبان-2- اول	كحول ثانوي	$CH_3 - \overset{OH}{ } CH - CH_3$	$C_3H_8O$	3
بوتان-1- اول	كحول اولي	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - OH$		
بوتان-2- اول	كحول ثانوي	$CH_3 - CH_2 - \overset{OH}{ } CH - CH_3$		
- مثيل بروبان-1- اول	كحول اولي	$CH_3 - \overset{CH_3}{ } CH - CH_2 - OH$	$C_4H_{10}O$	4
- مثيل بروبان-2- اول	كحول ثالثي	$CH_3 - \overset{OH}{ } \overset{C}{ } CH_3$		

## 5. أصناف الكحولات

الكحول الثالثي	الكحول الثانوي	الكحول الاولى
الكربون الوظيفي لا يرتبط بأي ذرة H	الكربون الوظيفي مرتبط بذرة واحدة من H	الكربون الوظيفي مرتبط بذرتين H
$R - \overset{OH}{ } \overset{C}{ } R'$ $R''$	$R - \overset{OH}{ } \overset{C}{ } R'$	$R - \overset{OH}{ } \overset{CH_2}{ } R'$

## I. الاسترة

## E. الاستر

تعريف الاستر: هو مركب عضوي يمكن اصطناعه من تفاعل حمض كربوكسيلي مع كحول.

الصيغة العامة:  $C_nH_{2n}O_2$  حيث:  $n \geq 2$

الكتلة المولية:  $M = 14n + 32$

التسمية: على وزن " الكانوات الالكيل "

من الحمض: نحذف حمض و نستبدل ويک بـ وات ، من الكحول: نستبدل انول بـ يل



## 2. معادلة تفاعل الاسترة

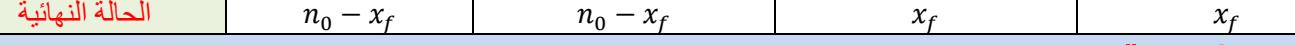
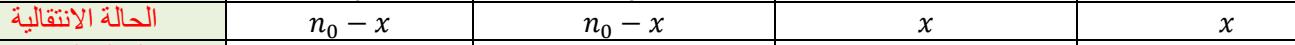
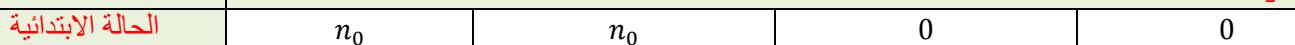
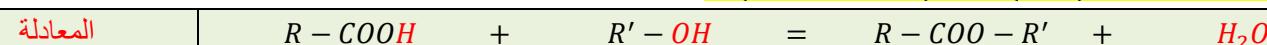


## 3. خصائص تفاعل الاسترة

تلخصها في كلمة " ملاعب " : 1. محدود ، 2. لا حراري ، 3. عكوس ، 4. بطيء

## 4. جدول التقدم

المزيج متساوي المولات:  $n_0 = (\text{كمول كربوكسيلي})$

5. مردود الاسترة  $r$ مردود الاسترة  $r$ 

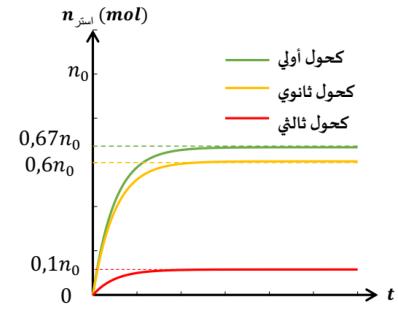
$$r = \frac{x_f}{x_{max}} \cdot 100 \Rightarrow r = \frac{x_f}{n_0} \cdot 100$$

علاقة المردود  $r$  بصنف الكحول في حالة المزيج المتساوي المولات

▪ الكحول الاولى :  $r = 67\%$

▪ الكحول الثانوي :  $r = 60\%$

▪ الكحول الثالثي :  $r \in [5\%; 10\%]$



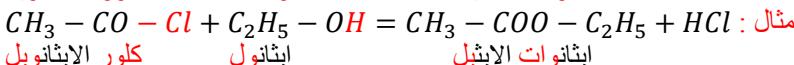
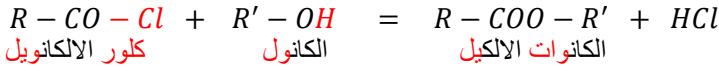
## العوامل المؤثرة على المردود

(1) تغير صنف الكحول: كحول اولي 67 % ، كحول ثانوي 60 % ، ...  $r = 67\%$

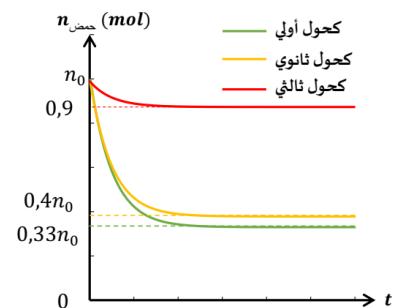
(2) حذف احد النواتج : حذف الاستر بجهاز التقطير او حذف الماء بجهاز دين ستارك .

(3) استعمال مزيج غير متساوي المولات: (كمول كربوكسيلي)  $\neq n_0$  (حمض كربوكسيلي)

(4) استعمال كلور الاسيل بدلاً من حمض كربوكسيلي:



خواصه: سريع و تام ، مردوده  $r = 100\%$

6. ثابت توازن الاسترة  $K$ علاقة ثابت توازن الاسترة  $K$  بصنف الكحول

$$K = \frac{[\text{استر}]^f \cdot [\text{ماء}]^f}{[\text{كمول}]^f \cdot [\text{حمض}]^f} \Rightarrow K = \frac{(ماء \cdot \text{استر})^f}{(\text{كمول} \cdot \text{حمض})^f}$$

▪ كحول اولي :  $K = 4$

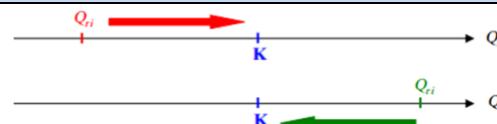
▪ كحول ثانوي :  $K = 2.25$

## 7. جهة تطور التفاعل

▪ اذا كان  $Q_{ri} < K$ : الجملة تتتطور في الاتجاه المباشر (استرة)

▪ اذا كان  $Q_{ri} > K$ : الجملة تتتطور في الاتجاه المعاكس (اماهة)

▪ اذا كان  $Q_{ri} = K$ : الجملة في حالة توازن



## I . الاسترة

## 8. السرعة

سرعة اختفاء الحمض

$$v = -\frac{dn_{\text{حمض}}}{dt}$$

سرعة تشكيل الاستر

$$v = \frac{dn_{\text{استر}}}{dt}$$

سرعة التفاعل

$$v = \frac{dx}{dt} = \frac{dn_{\text{استر}}}{dt}$$

9. السرعة الحجمية  $v_{vol}$ 

السرعة الحجمية لاختفاء الحمض

$$v_{vol} = -\frac{1}{V} \cdot \frac{dn_{\text{حمض}}}{dt} = -\frac{d[\text{حمض}]}{dt}$$

السرعة الحجمية لتشكيل الاستر

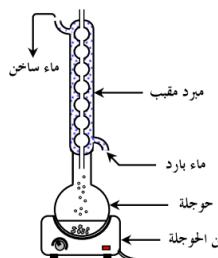
$$v_{vol} = \frac{1}{V} \cdot \frac{dn_{\text{استر}}}{dt} = \frac{d[\text{استر}]}{dt}$$

السرعة الحجمية للتفاعل

$$v_{vol} = \frac{1}{V} \cdot \frac{dx}{dt} = \frac{1}{V} \cdot \frac{dn_{\text{استر}}}{dt} = \frac{d[\text{استر}]}{dt}$$

## 10. العوامل المؤثرة على سرعة التفاعل : تزداد سرعة التفاعل بـ :

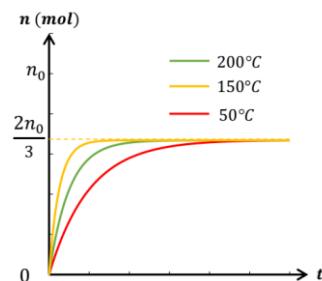
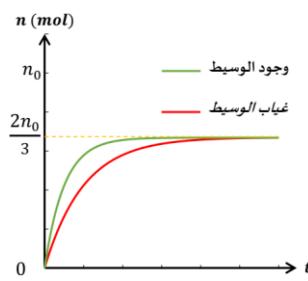
التسخين بالارتداد



- تركيب التسخين بالارتداد: دوره؛
- ✓ تسريع التفاعل،
- ✓ الحفاظ على أنواع الكيميائية من الضياع.

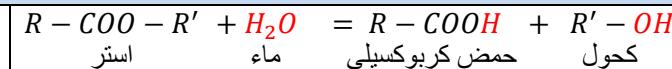
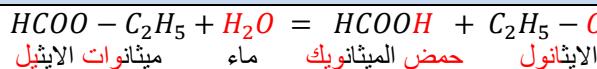
اضافة وسيط مناسب  
اضافة حمض الكربونيك المركب

رفع درجة حرارة المزيج



## II. الاماهة

## 1. معادلة تفاعل الاماهة



## 2. جدول التقديم

المزيج متساوي المولات :  $n_0 = n_0(\text{استر}) = n_0(\text{ماء})$ 

المعادلة	$\text{R} - \text{COO} - \text{R}' + \text{H}_2\text{O}$	$=$	$\text{R} - \text{COOH} + \text{R}' - \text{OH}$	
ح . ابتدائية	$n_0$	$n_0$	0	0
ح . إنقاليّة	$n_0 - x$	$n_0 - x$	$x$	$x$
ح . نهائية	$n_0 - x_f$	$n_0 - x_f$	$x_f$	$x_f$

3. مردود الاماهة  $r'$ علاقة مردود الاماهة  $r'$  بصنف الكحول

- كحول اولي :  $r' = 33\%$
- كحول ثانوي :  $r' = 40\%$
- كحول ثالثي :  $r' \in [90\%; 95\%]$

$$r' = \frac{x_f}{x_{max}} \cdot 100 \Rightarrow r' = \frac{x_f}{n_0} \cdot 100$$

$$r + r' = 100\%$$

4. ثابت توازن الاماهة  $K'$ علاقة ثابت توازن الاماهة  $K'$  بصنف الكحول

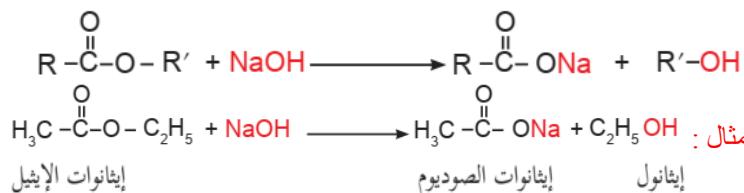
- كحول اولي :  $K' = 0.25$
- كحول ثانوي :  $K' = 0.44$

$$K' = \frac{1}{K} = \frac{n_f(\text{حمض}) \cdot n_f(\text{ماء})}{n_f(\text{استر}) \cdot n_f(\text{استر})}$$

## III. التصبن

تفاعل التصبن : هو تفاعل استر مع محلول مائي لأساس قوي مثل هيدروكسيد الصوديوم ( $\text{Na}^+ + \text{OH}^-$ )

- خصائصه : سريع ، تمام ، حراري.



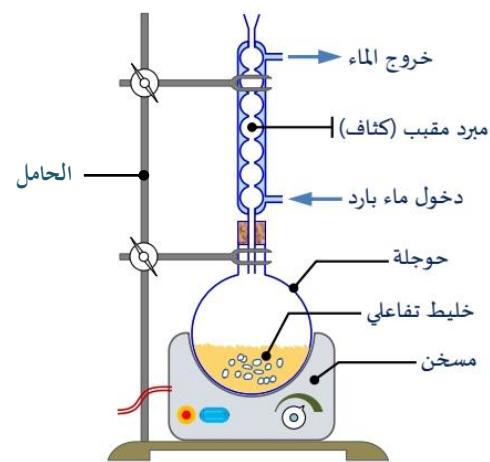
## اهم البرتوكولات التجريبية لتفاعلات الاسترة

## 1. عملية التسخين بالارتداد

- البروتوكول التجاري:**
- الهدف من التجربة: تسريع التفاعل و عدم ضياع كمية مادة المتفاعلات و النواتج .
  - الادوات المستعملة:
    - الزجاجيات: حوجلة + سادة ، مكثف مقبب ، ماصة عيارية ، ببشير .
    - المحاليل: الحمض الكربوكسيلي ، الكحول ، الماء المقطر ، ماء الحنفية ، حمض الكبريت المركز ، الحجر الهش .
    - الاجهزة: سخان كهربائي ، حامل .

**خطوات العمل:**

    - نضع الحمض الكربوكسيلي و الكحول مع اضافة قطرات من حمض الكبريت المركز و نضيف الحجر الهش (لمازانة درجة حرارة المزيج ) في حوجلة ثم نسدها بسادة و نوصلها بالمبرد (المكثف) .
    - نضع الحوجلة فوق السخان الكهربائي و نبدأ في عملية التسخين فيبدأ تشكيل الاسترة.
    - نوصل المبرد بماء الحنفية للتبريد والمحافظة على المتفاعلات و النواتج .
    - لجمع الاسترة الناتج بعد نهاية التفاعل نترك الحوجلة تبرد ثم نضيف لها الماء البارد مالح بكلور الصوديوم .
    - نضيف كربونات الكالسيوم للتخلص من الاحماض ثم نضيف كبريتات المغנזيوم اللامانية لتجفيف الاسترة ثم نقوم بعملية الترشيح فنتحصل على استرة نقى .



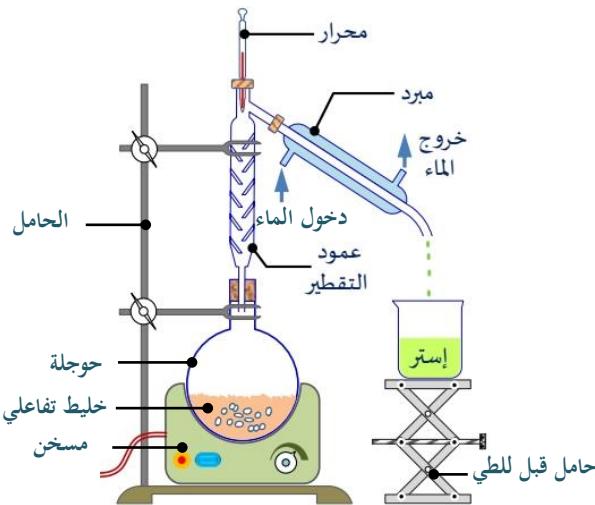
التجهيز التجاري للتسخين بالارتداد

## 2. عملية التقطر المجزأ

- البروتوكول التجاري:**
- الهدف من التجربة: نزع الاسترة أثناء تشكيله و رفع مردود الاسترة .
  - الادوات المستعملة:
    - الزجاجيات: حوجلة + سادة ، عمود التقطر ، مكثف (مبرد) ، ماصة عيارية ، ببشير .
    - المحاليل: الحمض الكربوكسيلي ، الكحول ، الماء المقطر ، ماء الحنفية ، حمض الكبريت المركز ، الحجر الهش .
    - الاجهزة: سخان كهربائي ، حامل ، حامل قابل للطي .

**خطوات العمل:** تستعمل هذه الطريقة اذا كانت درجة غليان الاسترة اقل من درجة غليان الحمض و الكحول و الماء .

    - نضع الحمض الكربوكسيلي و الكحول مع اضافة قطرات من حمض الكبريت المركز و نضيف الحجر الهش (لمازانة درجة حرارة المزيج ) في حوجلة ثم نسدها بسادة و نوصلها بعمود التقطر ثم بالمبرد (المكثف) .
    - نضع الحوجلة فوق السخان الكهربائي و نبدأ في عملية التسخين فيبدأ تفاعل الاسترة.
    - نوصل المبرد بماء الحنفية للتبريد .
    - يتغير الاستر المتشكل ثم يتكافئ في المبرد ونجمعه في ببشير به ماء بارد مالح .
    - نضيف كربونات الكالسيوم للتخلص من الاحماض ثم نضيف كبريتات المغnezيوم اللامانية لتجفيف الاسترة ثم نقوم بعملية الترشيح فنتحصل على استرة نقى .



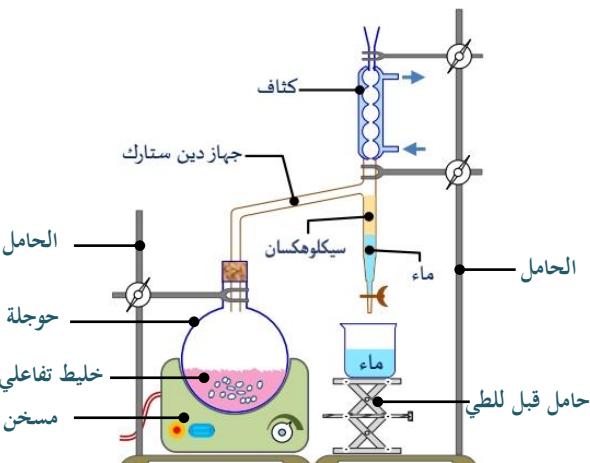
التجهيز التجاري لتقطر الاسترة

## 3. عملية التقطر (جهاز دين ستارك)

- البروتوكول التجاري:**
- الهدف من التجربة: نزع الماء أثناء تشكيله و رفع مردود الاسترة .
  - الادوات المستعملة:
    - الزجاجيات: حوجلة + سادة ، مكثف مقبب ، جهاز دين ستارك ، ماصة عيارية ، ببشير .
    - المحاليل: الحمض الكربوكسيلي ، الكحول ، سيكلاوهكسان ، الماء المقطر ، ماء الحنفية ، حمض الكبريت المركز ، الحجر الهش .
    - الاجهزة: سخان كهربائي ، حامل ، حامل قابل للطي .

**خطوات العمل:**

    - نضع الحمض الكربوكسيلي و الكحول مع اضافة قطرات من حمض الكبريت المركز و نضيف الحجر الهش ثم نضيف السيكلاوهكسان في حوجلة ثم نسدها بسادة و نوصلها بجهاز دين ستارك ثم بالمبرد (المكثف) .
    - نضع الحوجلة فوق السخان الكهربائي و نبدأ في عملية التسخين فيبدأ تفاعل الاسترة.
    - نوصل المبرد بماء الحنفية للتبريد .
    - يتغير الماء المتعدد مع السيكلاوهكسان لأن درجة غليانه أقل ثم يتكافئ و ينزلان في جهاز دين ستارك بحيث يكون الماء في الأسفل .
    - نفتح صنبور جهاز دين ستارك فينزل الماء في الببشير .



التجهيز التجاري لتقطر الماء

### الأعمدة الكهربائية

نغير معدن (s) كتلته  $M_1$  في البيشر الاول يحتوي على محلول به شوارد هذا المعدن  $M_1^{n_1+}$  (aq) حجمه  $V_1$  و تركيزه المولي  $C_1$  و نغير معدن (s) كتلته  $M_2$  في البيشر الثاني يحتوي على محلول به شوارد هذا المعدن  $M_2^{n_2+}$  (aq) حجمه  $V_2$  و تركيزه المولي  $C_2$  ثم نوصل بين البيشرين بغم اطراف جسر ملحي على شكل حرف U في محلولين .

#### 1. تعريف العمود

هو مولد يحول الطاقة الكيميائية المنتجة من تفاعل أكسدة إرجاعيه تلقائي إلى طاقة كهربائية .

#### 2. تركيب العمود

يتراكب العمود من نصف عمود يصل بينهما جسر ملحي .

1. النصف الاول : يتكون من صفيحة معدنية لمعدن  $M_1$  مغمورة في محلول يحتوي على شوارد نفس المعدن  $M_1^{n_1+}$

2. النصف الثاني : يتكون من صفيحة معدنية لمعدن  $M_2$  مغمورة في محلول يحتوي على شوارد نفس المعدن  $M_2^{n_2+}$

3. الجسر الملحي : أنبوب على شكل حرف U يحتوي على محلول شاردي أو ورق ترشيح مبلل بمحلول شاردي



#### 3. شكل تخطيطي للعمود الكهربائي

♦ التمثيل الاصطلاحي للعمود الكهربائي :  
 $(-) M_2/M_2^{n_2+} // M_1^{n_1+}/M_1 (+)$

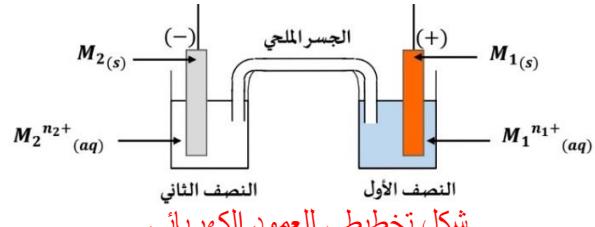
♦ دور الجسر الملحي :

✓ الوصل بين نصفي العمود .

✓ ضمان النقل الكهربائي بين محلولين .

الشوارد السالبة للجسر الملحي تنزل في النصف السالب لتعديل الزيادة في الشوارد .

الشوارد الموجبة للجسر الملحي تنزل في النصف الموجب لتعديل النقص في الشوارد .



شكل تخطيطي للعمود الكهربائي

#### 4. المعادلتين النصفيتين للأكسدة والارجاع و معادلة التفاعل المنفذ للتحول الحادث

$$n_2 \cdot (M_1(s) = M_1^{n_1+}(aq) + n_1 e^-)$$

$$n_1 \cdot (M_2^{n_2+}(aq) + n_2 e^- = M_2(s))$$

$$n_2 \cdot M_1(s) + n_1 \cdot M_2^{n_2+}(aq) = n_2 \cdot M_1^{n_1+}(aq) + n_1 \cdot M_2(s)$$

♦ القطب السالب (المصعد) : تحدث فيه معادلة الأكسدة

♦ القطب الموجب (المهبط) : تحدث فيه معادلة الارجاع

♦ المعادلة المنفذة للتفاعل الحادث :

#### 5. كيفية تحديد اقطاب العمود

##### الحالة 1 :

♦ جهة انتقال الالكترونات : من القطب السالب نحو القطب الموجب .

♦ جهة انتقال الكهرباء : اصطلاحاً من القطب الموجب نحو القطب السالب .

##### الحالة 2 :

♦ في النصف الموجب : يحدث فيه ارجاع .

♦ في النصف السالب : يحدث فيه اكسدة .

##### الحالة 3 :

♦ في النصف الموجب : تزداد كتلة المعدن بسب حدوث الترسب عليه .

♦ في النصف السالب : تتناقص كتلة المعدن لأنها يتآكل

##### الحالة 4 :

♦ إذا انحرف مؤشر الفولط متر في الاتجاه الموجب يعني أن :

✓ القطب الموجب (+) للعمود موصول مع قطب قياس V للفولط متر .

✓ القطب السالب (-) للعمود موصول مع قطب قياس COM الفولط متر .

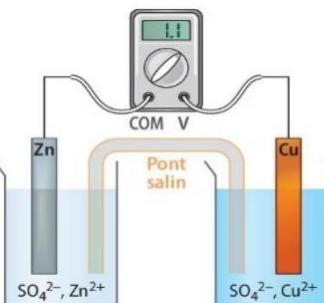
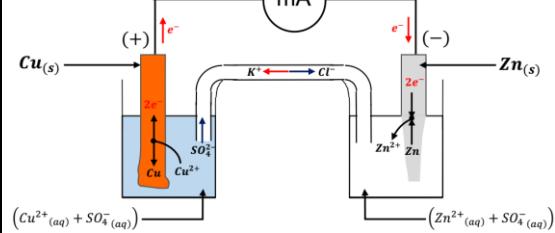
♦ إذا انحرف مؤشر الفولط متر في الاتجاه السالب يعني أن :

✓ القطب الموجب (+) للعمود موصول مع قطب قياس COM للفولط متر .

✓ القطب السالب (-) للعمود موصول مع قطب قياس V للفولط متر .

##### الحالة 5 :

♦ توتر القطب الموجب اكبر من توتر القطب السالب  $U_{M_1} > U_{M_2}$



#### 6. جدول التقدم للتفاعل الحادث

الحالة	التقدم	$n_2 \cdot M_1(s)$	$+ n_1 \cdot M_2^{n_2+}(aq)$	$= n_2 \cdot M_1^{n_1+}(aq)$	$+ n_1 \cdot M_2(s)$
ح. 0	0	$n(M_1)$	$n(M_2^{n_2+})$	$n(M_1^{n_1+})$	$n(M_2)$
ح. 1	x	$n(M_1) - n_2 \cdot x$	$n(M_2^{n_2+}) - n_1 \cdot x$	$n(M_1^{n_1+}) + n_2 \cdot x$	$n(M_2) + n_1 \cdot x$
ح. ن	$x_f$	$n(M_1) - n_2 \cdot x_f$	$n(M_2^{n_2+}) - n_1 \cdot x_f$	$n(M_1^{n_1+}) + n_2 \cdot x_f$	$n(M_2) + n_1 \cdot x_f$

## الأعمدة الكهربائية

## 1. تطور الجملة الكيميائية

تطور الجملة الكيميائية	ثابت التوازن $K$	كسر التفاعل في الحالة الابتدائية $Q_{r_i}$
<p>❖ أشغال الاشتغال <math>Q_{r_i} &lt; K</math>: العمود الكهربائي ينتج تيار كهربائي .</p> <p>❖ عند التوازن <math>Q_{r_i} = K</math>: العمود الكهربائي لا يولد تيار كهربائي و وبالتالي العمود يتوقف عن الاشتغال.</p>	$K = \frac{[M_1^{n_1+}(aq)]_f^{n_2}}{[M_2^{n_2+}(aq)]_f^{n_1}}$	$Q_{r_i} = \frac{[M_1^{n_1+}(aq)]_i^{n_2}}{[M_2^{n_2+}(aq)]_i^{n_1}}$

2. كمية الكهرباء المنتجة من طرف العمود  $Q$ أ. كمية الكهرباء المنتجة من طرف العمود  $Q$  بدلالة شدة التيار الكهربائي  $I$ 

(C) كمية الكهرباء المنتجة من طرف العمود:	❖ في الحالة النهائية	$Q = I \cdot \Delta t$
(A) شدة التيار الكهربائي الذي ينتجه العمود:		
$\Delta t$ (s) المدة الزمنية لاشغال العمود :	$Q_{max} = I \cdot \Delta t_{max}$	

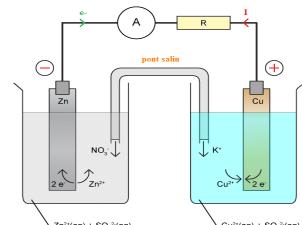
ب. كمية الكهرباء المنتجة من طرف العمود  $Q$  بدلالة تقدم التفاعل  $x$ 

(C) كمية الكهرباء المنتجة :	❖ في الحالة النهائية	
Z عدد الالكترونات المتبادلة :		
$x$ (mol) تقدم التفاعل :	$Q_{max} = z \cdot x_{max} \cdot F$	
F (C/mol) الفارادي :		$Q = z \cdot x \cdot F$

3. الفارادي  $F$ 

$1F = N_A \cdot  e^- $ $\Rightarrow 1F = 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}$ $\Rightarrow 1F = 96500 \text{ C/mol}$	✓ هو كمية الكهرباء التي ينتجهها 1mol من الالكترونات خلال حركتها	
--	---	---

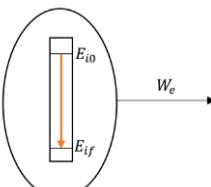
4. القوة المحركة للعمود  $E$  بدلالة المقاومة  $R$  و شدة التيار  $I$ 

(V) القوة المحركة للعمود :	$E = R \cdot I$	
----------------------------	-----------------	---

5. القوة المحركة للعمود  $E$ 

(V) القوة المحركة للقطب الموجب :		القوة المحركة الكهربائية تتعلق بـ :
(V) القوة المحركة للقطب السالب :		♦ طبيعة الثنائي المتدخلة في تركيب العمود .
(V) القوة المحركة للعمود :	$E = E^+ - E^-$	♦ التراكيز المولية للمحالية الشاردية

## 6. التفسير الطاقوي

(j) الطاقة الداخلية في الحالة الابتدائية :	❖ مبدأ انفاذ الطاقة للجملة (عمود) :	
(j) الطاقة الداخلية في الحالة النهائية :	$E_{i0} = E_{if} + W_e$	العمود مخطط الحصيلة الطاقوية

