

كمية المادة مقدرة بالمول (mol)		n	$n = \frac{m}{M}$ $n = \frac{v_g}{V_M}$ $n = \frac{N}{N_A}$	كمية المادة	
الكتلة مقدرة بالغرام (g)		m			
الكتلة المولية (g/mol)		M			
حجم الغاز مقدرا باللتر (L)		V _g			
الحجم المولي (L/mol) - في الشروط النظامية V _M = 22.4(L/mol)		V _M			
عدد الدقائق أو الذرات أو النويات		N			
عدد أفوغادرو (N _A = 6.023 × 10 ²³)		N _A			
التركيز الكتلي $t = C_m = \frac{m}{V}$ مقدر بـ: g/l	التركيز المولي $C = \frac{n}{V}$ مقدر بـ: mol/l	ضغط الغاز (باسكال Pa)		P	قانون الغازات المثالية $PV = nRT$
		حجم الغاز (m ³)		V	
		كمية المادة (mol)		n	
		درجة الحرارة (كلفن K ⁰)	T		
		ثابت الغازات (8.314 j.mol ⁻¹ .K ⁻¹)		R	
شدة التيار الكهربائي (أمبير A)	I	الناقلية (سيمنس S)		G	الناقلية $G = \frac{I}{U} = \frac{1}{R} = \sigma \times \frac{S}{L} = \sigma \times K$ الناقلية النوعية $\sigma = \lambda . C = \lambda_{M^+} [M^+] + \lambda_{M^-} [M^-]$
		الناقلية النوعية (S/m)		σ	
		مساحة سطح الخلية (m ²)	S		
			البعد بين اللبوسين (m)	L	
		الناقلية النوعية المولية الشاردية (s.m ² .mol ⁻¹)		λ	
C = 10 $\frac{P}{M}$ d	علاقة التركيز بدلالة الكتلة المولية والكتافة و P (درجة النقاوة %)	$m = \frac{P . m'}{100}$		{ توجد m(g) من المادة في m'(g) من المحلول التجاري يوجد P(g) من المادة في 100(g) من المحلول التجاري	
كتلة حجم عينة من الغاز	m _g	d = $\frac{M}{29}$ في الشروط النظامية		d = $\frac{m_g}{m_{air}}$ كتافة غاز	
كتلة نفس الحجم من الهواء	m _{air}				
ρ _{H₂O} = 1 kg/l	الكتلة الحجمية للماء	ρ _{H₂O}	الكتلة الحجمية $\rho(g/l) = \frac{m}{V}$	d = $\frac{\rho}{\rho_{H_2O}}$ كتافة سائل أو صلب	
	الكتلة مقدرة بالغرام (g)	m			
	الحجم مقدرا باللتر (L)	V			
تمديد محلول تركيزه المولي C ₁ أو تخفيفه هو إضافة الماء إليه للحصول على محلول جديد تركيزه C ₂ أقل من تركيزه الاصيلي أي (C ₂ < C ₁) أو (V ₁ < V ₂)		$n_1 = n_2$ $C_1 V_1 = C_2 V_2$ $\frac{C_1}{C_2} = \frac{V_2}{V_1} = F$		قانون التمديد أو التخفيف	
معامل التمديد (في حالة تمديد المحلول F مرة)		F			
ملاحظة: التركيز في الناقلية مقدر بـ: mol/m ³ و الحجم في الغازات المـثـالـية و الناقلية مقدر بـ: m ³					

موازنة المعادلة النصفية

$\times m$	$A \rightarrow A^{n+} + n e^-$	المعادلة النصفية 1	• موازنة الهيدروجين H : تتم بإضافة H^+ أو H_3O^+ في وسط حامضي أو OH^- في وسط أساسي • موازنة الأوكسجين O : تتم بإضافة الماء H_2O • موازنة الشحنة: تتم بإضافة العدد السالب للإلكترونات (e^-) • موازنة الذرات الأخرى : تتم بالضرب في الأعداد الستوكيومترية
$\times n$	$B^{m+} + m e^- \rightarrow B$	المعادلة النصفية 2	
$nB^{m+} + mA \rightarrow nB + mA^{n+}$ المعادلة الأكسدة الإرجاعية :			
ملاحظة يمكن تغير الوسط الحامضي والاساسي عن طريق إضافة H_3O^+ أو OH^- من خلال المعادلة $2H_2O = OH^- + H_3O^+$			

تعريف المؤكسد والمراجع

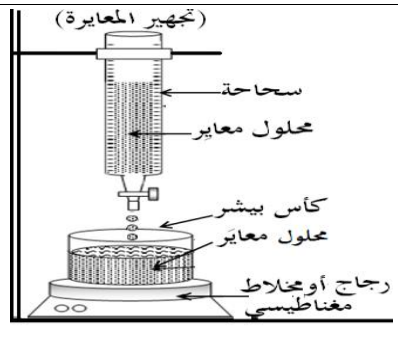
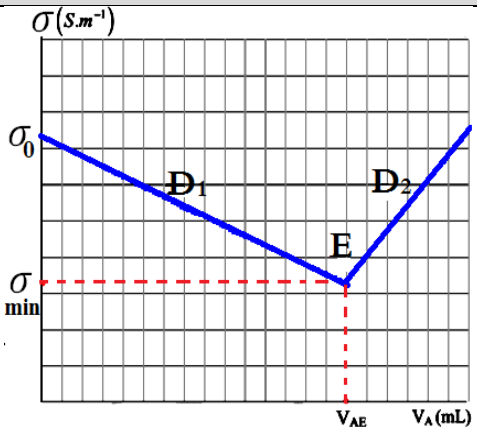
$OX + n\bar{e} \rightleftharpoons R\bar{e}d$ إرجاع Réduction أكسدة Oxydation	المؤكسد (OX)	هو كل فرد كيميائي بإمكانه كسب إلكترونات
	المراجع (Red)	هو كل فرد كيميائي بإمكانه فقد إلكترونات
	تفاعل الأكسدة	هو كل تفاعل كيميائي يحدث فيه فقدان إلكترون أو أكثر من طرف فرد كيميائي
	تفاعل الإرجاع	هو كل تفاعل كيميائي يحدث فيه اكتساب إلكترون أو أكثر من طرف فرد كيميائي
تفاعل الأكسدة-الإرجاعية		
هو كل تفاعل كيميائي يحدث فيه تبادل إلكتروني بين المراجع والمؤكسد حيث يفقد المراجع إلكترون أو أكثر ليلتقطه المؤكسد		
المعادلة النصفية التالية $A \rightarrow A^{n+} + n\bar{e}$ تكتب على الشكل (A^{n+}/A)		
ملاحظة : تفاعل الأكسدة والارجاع يحدث في آن واحد لا يحدث تفاعل أكسدة من دون إرجاع ولا تفاعل إرجاع من دون تفاعل الأكسدة		

التقدم X

التقدم X		هو مقدار يعبر عنه بالمول (كمية مادة المتفاعلات والنواتج في كل لحظة) والذي يسمح بوصف حالة جملة أثناء التحول الكيميائي																											
التقدم النهائي X_f		هو التقدم الملاحظ عند توقف تطور حالة الجملة الكيميائية																											
التقدم الأعظمي X_{max}		هو التقدم الذي من أجله يتوقف التفاعل بانتهاء أحد المتفاعلات - استهلاك المتفاعل المحد كلياً -																											
المتفاعل المحد :		هو الذي تستهلك كمية مادته قبل كل المتفاعلات الأخرى		حالة التفاعل التام $X_f = X_{max}$																									
		حالة التفاعل غير التام $X_f < X_{max}$																											
جدول التقدم بفرض التفاعل المنمذج بالمعادلة التالية : $\alpha A + \beta B \rightarrow \gamma C + \delta D$ و n_{0B}, n_{0A} : الكمية الابتدائية للمتفاعلات A و B																													
$\alpha, \beta, \gamma, \delta$: أعداد ستوكيومترية (ملاحظة : المزيج الستوكيومترى معناه $\frac{n_{0A}}{\alpha} = \frac{n_{0B}}{\beta}$ والعكس صحيح)																													
<table><tr><td>الحالات</td><td>التقدم</td><td colspan="4">$\alpha A + \beta B \rightarrow \gamma C + \delta D$</td></tr><tr><td>الحالة الابتدائية ($t = 0$)</td><td>$X = 0$</td><td>n_{0A}</td><td>n_{0B}</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>الحالة الانتقالية (t)</td><td>$X = ?$</td><td>$n_{0A} - \alpha X$</td><td>$n_{0B} - \beta X$</td><td>γX</td><td>δX</td></tr><tr><td>الحالة النهائية (t_f)</td><td>$X = X_f$</td><td>$n_{0A} - \alpha X_f$</td><td>$n_{0B} - \beta X_f$</td><td>γX_f</td><td>δX_f</td></tr></table>						الحالات	التقدم	$\alpha A + \beta B \rightarrow \gamma C + \delta D$				الحالة الابتدائية ($t = 0$)	$X = 0$	n_{0A}	n_{0B}	0	0	الحالة الانتقالية (t)	$X = ?$	$n_{0A} - \alpha X$	$n_{0B} - \beta X$	γX	δX	الحالة النهائية (t_f)	$X = X_f$	$n_{0A} - \alpha X_f$	$n_{0B} - \beta X_f$	γX_f	δX_f
الحالات	التقدم	$\alpha A + \beta B \rightarrow \gamma C + \delta D$																											
الحالة الابتدائية ($t = 0$)	$X = 0$	n_{0A}	n_{0B}	0	0																								
الحالة الانتقالية (t)	$X = ?$	$n_{0A} - \alpha X$	$n_{0B} - \beta X$	γX	δX																								
الحالة النهائية (t_f)	$X = X_f$	$n_{0A} - \alpha X_f$	$n_{0B} - \beta X_f$	γX_f	δX_f																								
جدول التقدم التفاعل																													

المتابعة الزمنية لتحول كيميائي

طريقة قياس الناقلية (طريقة فيزيائية)	يمكن متابعة تقدم التفاعل بواسطة قياس الناقلية G أو الناقلية النوعية σ .
طريقة المعايرة (طريقة كيميائية)	هي تحديد تركيز نوع كيميائي مجهول في محلول.

المعيرة	قياس الناقلية
تعريف هي عملية كيميائية تحدث بين الأنواع الكيميائية، الهدف منها تحديد تركيز مجهول، توجد عدة أنواع من المعايرة منها معايرة الأحماض والأسس. البروتوكول التجريبي : نملأ السحاحة بالمحلول المعاير ويكون إما حمض قوي أو أساس قوي (وليكن أساس مثلا) تركيزه C_b. - نأخذ حجم معين V_a من محلول معاير تركيزه مجهول C_a (محلول حمضي مثلا). - نبدأ عملية المعايرة وذلك بفتح الصنبور.	يمكن استعمال الناقلية النوعية σ للمزيج من أجل قيمة الحجم المسكوب، بعد رسم المنحنى $\sigma = f(V)$ نستنتج V_E.
 تجهيز المعايرة سحاحة محلول معاير كأس بيشير محلول معاير رجاج أو مخلاط مغناطيسي	 يمكن استعمال الناقلية النوعية σ للمزيج من أجل قيمة الحجم المسكوب، بعد رسم المنحنى $\sigma = f(V)$ نستنتج V_E.
نقطة التكافؤ : عند التكافؤ يتحقق قانون التكافؤ $C_a V_a = C_b V_{bE}$ حيث V_{bE} : حجم المحلول المسكوب عند التكافؤ. تحديد نقطة التكافؤ : يمكن تحديد نقطة التكافؤ بعدة طرق : منها المعايرة اللونية وقياس الناقلية	

المدة المستغرقة في تحول كيميائي

(1) التحولات السريعة	تطور الجملة الكيميائية يصل إلى حالته النهائية مباشرة عند التلامس بين المتفاعلات - (تحول آتيا أو لحظيا)
(2) التحولات البطيئة	تطور الجملة الكيميائية يصل إلى حالته النهائية بعد أن يستغرق عدة ثواني ، دقائق أو ساعات
(3) التحولات البطيئة جدا	تطور الجملة الكيميائية يصل إلى حالته النهائية بعد عدة أيام أو شهور

سرعة التفاعل	سرعة إختفاء نوع كيميائي	سرعة تشكل نوع كيميائي	
	$v_m = -\frac{\Delta n}{\Delta t}$	$v_m = \frac{\Delta n}{\Delta t}$	السرعة المتوسطة
- سرعة التفاعل تمثل معامل توجيه المماس للمنحنى $X = f(t)$ عند اللحظة t			
$v = \frac{dX}{dt}$	$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta n}{\Delta t} = -\frac{dn}{dt}$	$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta n}{\Delta t} = \frac{dn}{dt}$	السرعة اللحظية
- هي سرعة التفاعل في وحدة الحجم (L) يعبر عنها بـ :			
$v = \frac{1}{V} \cdot \frac{dX}{dt} = \frac{d[X]}{dt}$	$v = -\frac{1}{V} \cdot \frac{dn}{dt} = -\frac{d[n]}{dt}$	$v = \frac{1}{V} \cdot \frac{dn}{dt} = \frac{d[n]}{dt}$	السرعة الحجمية
- بالنسبة لسرعة اللحظية أو السرعة الحجمية يكون :			
$\frac{v_A}{\alpha} = \frac{v_B}{\beta} = \frac{v_C}{\gamma} = \frac{v_D}{\delta}$			العلاقة بين السور
- اشارة (-) تعني ان كمية المادة تتناقص و قيمة السرعة موجبة دوما.			
- وحدة سرعة التفاعل (mol/S) أو (mol/min) وحدة السرعة الحجمية (mol/L.S).			
ملاحظة			

تعريف زمن نصف التفاعل	من أجل التفاعل ذي المعادلة $\alpha A + \beta B \rightarrow \gamma C + \delta D$		
هو الزمن اللازم لبلوغ التفاعل نصف تقدمه الأعظمي	سرعة التفاعل X	سرعة إختفاء النوع A	سرعة تشكل النوع C
$X\left(t_{\frac{1}{2}}\right) = \frac{X_{max}}{2} = \frac{X_f}{2}$ (النهائي)			
إن معرفة زمن نصف التفاعل يمكن من مقارنة تفاعلين من حيث السرعة وكذلك التحكم في التحول الكيميائي.	$v = \tan a = \frac{dX}{dt}$	$v = -\frac{dn_A}{dt}$	$v = \frac{dn_C}{dt}$
	$v = \frac{1}{V} \cdot \frac{dX}{dt} = \frac{d[X]}{dt}$	$v = -\frac{d[n_A]}{dt}$	$v = \frac{d[n_C]}{dt}$
			السرعة اللحظية
			السرعة الحجمية

العوامل الحركية

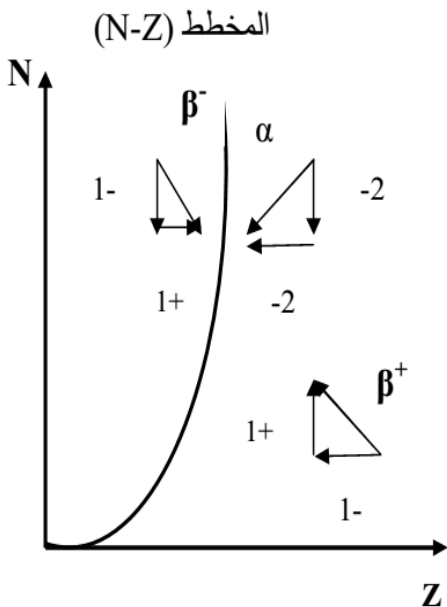
الجملة تتطور أسرع كلما ارتفعت درجة الحرارة - (إن إضافة الماء البارد لتفاعل كيميائي يمكن من توقيف التفاعل لجملة كيميائية)	درجة الحرارة
الجملة تتطور بشكل أسرع كلما زدنا في أحد تراكيز المتفاعلات.	التركيز الابتدائي
هو نوع كيميائي يسرع التفاعل ولكن لا يدخل كطرف فيها و يوجد على عدة أنواع	الوسيط
لا يمكن التمييز بينه وبين باقي المتفاعلات - له نفس الحالة الفيزيائية للمتفاعلات -	وسيط متجانس
الحالة الفيزيائية للوسيط تختلف عن الحالة الفيزيائية للمتفاعلات - ليس من طبيعة المتفاعلات -	وسيط غير متجانس
الإنزيمات وسائط هامة في البيولوجيا، مثلا في المادة الحية تحدث تفاعلات بيوكيميائية تتدخل فيها الإنزيمات كوسيط	وسيط إنزيمي
التفسير المجهرى لتأثير التراكيز الابتدائية ودرجة الحرارة	
- الزيادة في التراكيز الابتدائية يؤدي إلى الزيادة في كمية المتفاعلات وبالتالي الزيادة في التصادمات الفعالة بين الجزيئات وبالتالي تزداد الطاقة الحركية الميكروسكوبية ، مما يؤدي إلى الزيادة في سرعة التفاعل.	
- كلما كانت درجة الحرارة عالية و كان عدد الأفراد في وحدة الحجم أكبر كان تواتر الاصطدامات الفعالة أكبر و كان التحول أسرع.	
- إن التغير في درجة حرارة مائع يؤدي إلى تغير الطاقة الحركية للأفراد الكيميائية الموجودة في المائع، تسمى هذه الحركة بالحركة الحرارية.	
- الحركة العشوائية السريعة للأفراد الكيميائية تسمى الحركة البرونية .	

- تذكير:

العدد الكتلي (عدد النكليونات أو النويات (بروتونات + نيوترونات)).	A	$\begin{matrix} A_Z X \\ A = N + Z \end{matrix}$	رمز النواة
العدد الذري أو العدد الشحني (عدد البروتونات).	Z		
عدد النيوترونات	N		
هي ذرات لها نفس العدد الذري وتختلف عن بعضها في العدد الكتلي وبالتالي في عدد النيوترونات.		$\begin{matrix} A'_Z X \\ A_Z X \end{matrix}$	النظائر

معادلة تفاعل نووي (قانون سودي Soddy) $\begin{matrix} A_1 X_1 + A_2 X_2 = A_3 X_3 + A_4 X_4 \end{matrix}$	
$A_1 + A_2 = A_3 + A_4$	إنحفاظ عدد النويات A
$Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$	إنحفاظ عدد الشحنة Z

معادلة التحول النووي		النشاط الإشعاعي	
$\begin{matrix} A_Z X = A_{Z-2} Y + {}^4_2 He \end{matrix}$	$\begin{matrix} A_Z X = A_{Z-2} Y + {}^4_2 \alpha \end{matrix}$	يُميز الأنوية الثقيلة $A > 200$ وينتج عنه إصدار نواة الهيليوم ${}^4_2 He$	النشاط الإشعاعي α
$\begin{matrix} A_Z X = {}^A_{Z+1} Y + {}^0_{-1} e \end{matrix}$	$\begin{matrix} {}^1_0 N = {}^1_1 P + {}^0_{-1} e \end{matrix}$	يُميز الأنوية الغنية بالنيوترونات وينتج عنه انبعاث إلكترون ${}^0_{-1} e$	النشاط الإشعاعي β^-
$\begin{matrix} A_Z X = {}^A_{Z-1} Y + {}^0_{+1} e \end{matrix}$	$\begin{matrix} {}^1_1 P = {}^1_0 N + {}^0_{+1} e \end{matrix}$	يُميز الأنوية الغنية بالبروتونات وينتج عنه انبعاث البوزيترون ${}^0_{+1} e$	النشاط الإشعاعي β^+
$\begin{matrix} A_Z X^* = A_Z X + {}^0_0 \gamma \end{matrix}$	هو إشعاع غير مشحون ذو طبيعة كهرومغناطيسية وينتج عنه إنتقال النواة من حالة مثارة إلى حالة أقل طاقة		النشاط الإشعاعي γ



التناقص الإشعاعي $N(t)$		
عدد الأنوية المتبقية في اللحظة t	$N(t)$	$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$
عدد الأنوية الابتدائية في اللحظة t = 0	N_0	
كتلة العينة المتبقية في اللحظة t	$m(t)$	$m(t) = m_0 e^{-\lambda t}$
كتلة العينة الابتدائية في اللحظة t = 0	m_0	
كمية المادة المتبقية في اللحظة t	$n(t)$	$n(t) = n_0 e^{-\lambda t}$
كمية المادة الابتدائية في اللحظة t = 0	n_0	
عدد الأنوية المختفية	$N'(t)$	$N'(t) = N_0 (1 - e^{-\lambda t})$
كتلة العينة المختفية	$m'(t)$	$m'(t) = m_0 (1 - e^{-\lambda t})$
كمية المادة المختفية	$n'(t)$	$n'(t) = n_0 (1 - e^{-\lambda t})$
عدد الدقائق أو الذرات أو النويات	N	$n = \frac{N}{N_A}$
عدد أفوغادرو 6.023×10^{23}	N_A	

النشاط الإشعاعي $A(t)$		
النشاط الإشعاعي لعينة مشعة هو عدد التفككات التي تحدث في الثانية الواحدة. و يقدر بالكيل (Bq)		تعريف النشاط الإشعاعي $A(t)$
نشاط العينة في اللحظة t	$A(t)$	$A(t) = \lambda N(t)$
نشاط العينة الابتدائي في اللحظة t = 0	A_0	$A_0 = \lambda N_0$
$A(t) = \lambda N(t) \Rightarrow A(t) = \lambda N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow$		$A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$

الوحدة	القانون	تعريف	
مقلوب الثانية S^{-1}	$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{1}{\tau}$	يتعلق بطبيعة النواة ولا يتعلق بالزمن.	ثابت النشاط الإشعاعي أو ثابت التفكك λ
الثانية S	$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0.69}{\lambda} = \tau \cdot \ln 2$	هو الزمن اللازم لتفكك نصف العدد المتوسط للأنوية المشعة $\frac{N_0}{2}$	زمن نصف العمر $t_{1/2}$
الثانية S	$\tau = \frac{1}{\lambda} = 1.45 \times t_{1/2}$	هو الزمن المتوسط لعمر النواة علما أن بعض الأنوية تضمحل في مدة زمنية طويلة وأخرى في مدة زمنية قصيرة.	ثابت الزمن τ
ملاحظة: هندسيا يمثل τ تقاطع مماس البيان $N = f(t)$ عند اللحظة $t = 0$ مع محور الأزمنة (الشكل المقابل)			

$$t = 0 \rightarrow N = N_0$$

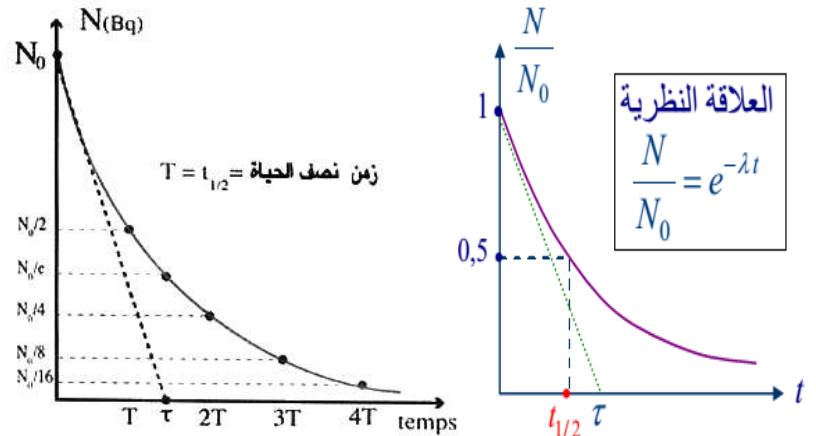
$$t = t_1 = t_{1/2} \rightarrow N = N_1 = \frac{N_0}{2}$$

$$t = t_2 = 2t_{1/2} \rightarrow N = N_2 = \frac{N_1}{2} = \frac{N_0}{2^2}$$

$$t = t_3 = 3t_{1/2} \rightarrow N = N_3 = \frac{N_2}{2} = \frac{N_0}{2^3}$$

...

$$t = t_n = nt_{1/2} \rightarrow N = N_n = \frac{N_0}{2^n}$$



إستعمال النشاط الإشعاعي في التأريخ

$A(t) = A_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{A(t)}{A_0} = e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln \frac{A(t)}{A_0} = -\lambda t \Rightarrow -\ln \frac{A_0}{A(t)} = -\lambda t$		البرهان
$N(t) = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{N(t)}{N_0} = e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln \frac{N(t)}{N_0} = -\lambda t \Rightarrow -\ln \frac{N_0}{N(t)} = -\lambda t \quad \text{أو}$		
$t = \frac{1}{\lambda} \cdot \ln \frac{A_0}{A} = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \cdot \ln \frac{A_0}{A}$	$t = \frac{1}{\lambda} \cdot \ln \frac{N_0}{N} = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \cdot \ln \frac{N_0}{N}$	النتيجة

التوازن القربي (خاص بالشعب الرياضية)

تعريف	$A \rightarrow B \rightarrow C$	تتفكك نواة A وفي نفس الوقت تتفكك نواة B .
القانون	$\lambda_A N_A(t) = \lambda_B N_B(t)$	$A_A(t) = A_B(t) \Rightarrow$

الطاقة النووية

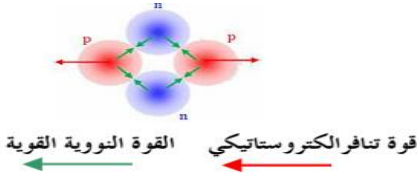
تعرف وحدة الكتلة الذرية على أنها $\frac{1}{12}$ من كتلة الكربون 12 والتي نعتبرها m_C ويكون:			وحدة الكتلة الذرية u
$1u = \frac{1}{12} m_C = \frac{1}{12} \cdot \frac{M_C}{N_A} = \frac{1}{12} \cdot \frac{12}{N_A} = \frac{1}{6.023 \times 10^{23}} = 1.67 \times 10^{-27} kg$			
$1 Mev = 10^6 ev$	$1 Mev = 1.6 \times 10^{-13} Jeul$	$1 ev = 1.6 \times 10^{-19} Jeul$	وحدة الطاقة (Jeul)
$1u \Leftrightarrow 931.5 Mev/C^2$			تكافؤ كتلة - طاقة

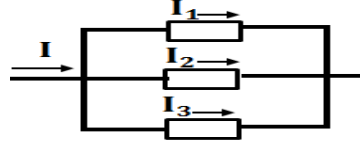
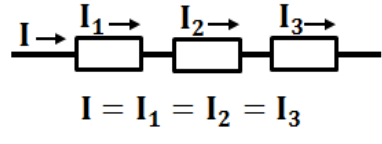
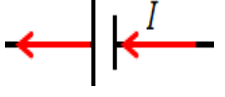
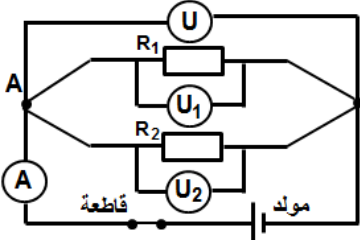
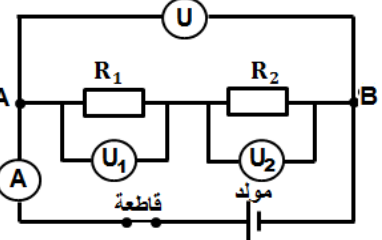
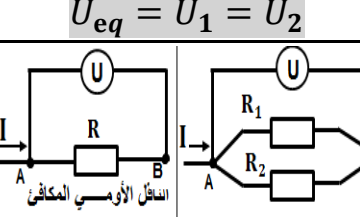
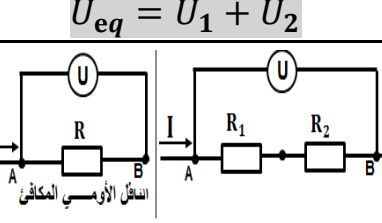
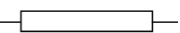
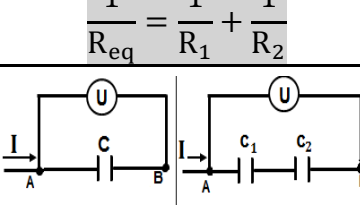
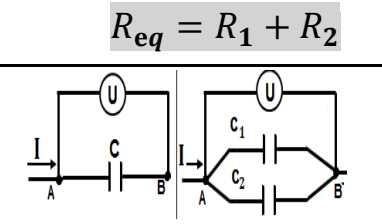
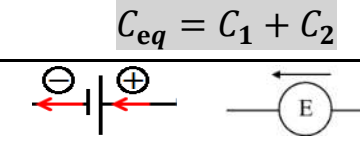
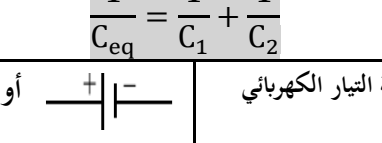
الوحدة	القانون	تعريف	
$Jeul(J)$	طاقة الكتلة	E_0	طاقة الكتلة (علاقة أينشتاين)
kg	الكتلة	m	
$m.s^{-1}$	سرعة الضوء في الفراغ	C	
$m_p = 1.00728u$	كتلة البروتون	m_p	النقص الكتلي
$m_n = 1.00866u$	كتلة النيوترون	m_n	
	كتلة النواة	$m(x)$	
$E_{libirée} = \Delta m C^2 = [Z.m_p + (A - Z)m_n - m(X)] \times C^2$			طاقة التماسك (طاقة الربط)
$\frac{E_{lib}}{A} = \frac{\Delta m C^2}{A} = \frac{[Z.m_p + (A - Z)m_n - m(X)] \times C^2}{A}$			طاقة التماسك لكل نيكليون
$\frac{E_{lib}}{A} > 0$ كلما كانت هذه النسبة أكبر $\Leftrightarrow$ كانت النواة أكثر استقرار (نواة الابن أكثر استقرار من النواة المتفككة).			استقرار الأنوية

طاقة المحررة في تفاعل نووي $\frac{A_1}{Z_1}X_1 + \frac{A_2}{Z_2}X_2 = \frac{A_3}{Z_3}X_3 + \frac{A_4}{Z_4}X_4$	
$E_{lib} = \Delta E = [(m(X_1) + m(X_2)) - (m(X_3) + m(X_4))] \cdot C^2$	$E_{lib} = (m_{ini} - m_{fin})C^2$
$E_{lib} = \Delta E = [E_l(X_3) + E_l(X_4)] - [E_l(X_1) + E_l(X_2)]$	$E_{lib} = (E_{lfin} - E_{lini})$

منحنى أستون (Aston)	الحصيلة الطاقوية لتحول نووي
منحنى أستون يمثل المنحنى تغيرات طاقة الربط $-\frac{E_l}{A}$ بدلالة A	مخطط الحصيلة الطاقوية لتحول نووي
- يشمل الأنوية الطبيعية.	المجموعة تحرر طاقة الى الوسط الخارجي. $\Delta E < 0$
- يقارن الاستقرار فيما بين الأنوية.	المجموعة تكتسب طاقة من الوسط الخارجي. $\Delta E > 0$

الانشطار والاندماج	
${}^{235}_{92}U + {}^1_0n \rightarrow {}^{140}_{54}Xe + {}^{94}_{38}Sr + 2{}^1_0n$	يحدث فيه انقسام النواة الثقيلة الى نواتين خفيفتين (أكثر إستقرارا) مع تحرير طاقة.
${}^2_1H + {}^3_1H \rightarrow {}^4_2He + {}^1_0n$ مثال :	يحدث فيه اتحاد (إلتحام أو إنضمام) نواتين لتشكيل نواة أثقل منهما مع تحرير طاقة.
الأنوية القابلة للانشطار $A > 180$ الأنوية القابلة للاندماج $A < 50$ الأنوية المستقرة $50 < A < 180$	

بعض المفاهيم في البكالوريا	
أنواع التحولات النووية	- إشعاعي (تفككي) - انشطار - اندماج
التفكك الإشعاعي الطبيعي	هو ظاهرة عفوية لتفاعل نووي تتحول أثناءه نواة مشعة (غير مستقرة) تدعى نواة الأب الى نواة أخرى تدعى نواة الإبن أكثر استقرارا، وذلك بإصدار نواة الأب لجسيمات أو اشعاعات كهرومغناطيسية
الطابع العشوائي	التناقص الإشعاعي هو سيرورة عشوائية لا تتأثر بالشروط الخارجية، لا يمكن دراسة تطورها عشوائيا بل يستعمل مجموعة من الأنوية لتتكلم عن المتوسط.
الطاقة الحرة	تظهر هذه الطاقة على شكل طاقة حرارية بشكل أساسي ترافقها الطاقة الحركية لمختلف الجسيمات واشعاعات كهرومغناطيسية.
النواة المشعة أو عنصر مشع	نواة (عنصر) غير مستقرة، تتفكك تلقائيا لتعطي نواة أخرى (إبن) وجسيمات من نوع α أو β^- أو β^+ أو إشعاع γ .
طاقة الربط النووي	هي الطاقة اللازمة لتماسك النويات أو الطاقة الواجب تقديمها لنواة الذرة الساكنة لتفكيكها إلى مكوناتها المعزولة أو الساكنة أو هي طاقة تماسك النواة.
كيف توضع الأنوية على المخطط	الأنوية المستقرة توضع بجوار الخط البياني الذي معادلته $N = Z$.
الأسباب المحتملة لعدم استقرار النواة	- عدد كبير من النيكلونات - عدد كبير من البروتونات بالنسبة لنيوترونات
لماذا تستخدم النيوترونات عادة في قذف أنوية اليورانيوم	تستخدم النيوترونات لأنها متعادلة كهربائيا (غير مشحونة أو شحنتها معدومة)
القوة النووية القوية	تربط هذه القوة البروتونات و النيوترونات مع بعضها بحيث يكون مداها قصير وتحافظ على تماسك النواة و إلا كان الانشطار 
الطابع التسلسلي لتفاعل الانشطار	إنشطار النواة الأولى لليورانيوم يعطي نوترونات تؤدي بدورها إلى أنوية جديدة، وهكذا يتسلسل التفاعل الإنشطار.
التفاعل تسلسلي مغذى ذاتيا	لأن النوترونات المنبعثة تحدث تفاعلات إنشطار أخرى وهكذا تتضاعف الألية وتكون التغذية ذاتية.
التحليل البعدي لثابت التفكك λ	الجداء $\lambda \times t_{1/2}$ لا بعد له وبالتالي وحدة λ هي S^{-1}
المفاعل النووي	- تركيب يسمح بتحقيق تفاعل الانشطار النووي والتحكم فيه. - من أكبر مشاكل المفاعلات النووية هي الفضلات النووية نظرا لطول أنصاف الحياة لبعض العناصر (مثل اليود الذي له نصف حياة $(1.75 \times 10^7 \text{ ans})$) لذا تستوجب شروط تخزين خاصة.

على التفرع	على التسلسل	تذكير	
 $I_{eq} = I_1 + I_2 + I_3$	 $I = I_1 = I_2 = I_3$	- شدة التيار الكهربائي المار عبر ناقل والتي يرمز لها بـ I هي كمية الكهرباء q التي تعبر هذا الناقل خلال وحدة الزمن، يعبر عنها بـ: $I = \frac{ q }{t}$ و وحدتها هي الامبير (A). - جهة التيار تكون خارجة من القطب الموجب للمولد وداخلة من القطب السالب (عكس جهة حركة الإلكترونات) - جهاز قياس شدة التيار الكهربائي يسمى الامبير متر	شدة التيار الكهربائي I 
 $U_{eq} = U_1 = U_2$	 $U_{eq} = U_1 + U_2$	- فرق الكمون الكهربائي (أو التوتر الكهربائي) مقدار جبري قابل للقياس ووحدته الفولط (V) - يرمز للتوتر الكهربائي (فرق الكمون) بين A و B بـ U_{AB} ونكتب: $U_{AB} = U_A - U_B$ $U_{BA} = -U_{AB} = U_B - U_A$ $U_{AB} > 0 \Rightarrow U_A > U_B$ $U_{AB} < 0 \Rightarrow U_A < U_B$ - جهاز قياس التوتر الكهربائي الفولط متر (V) أو راسم الاهتزاز المهبطي أو مقياس الفولط الرقمي.	التوتر الكهربائي U
 $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$	 $R_{eq} = R_1 + R_2$	- الناقل الأومي ثنائي قطب حامل يحول جزء من الطاقة الكهربائية التي يتلقاها إلى طاقة حرارية بفعل الجول - قانون أوم بين طرفي ناقل: $U_R = R \times I$ - مقاومة الناقل الأومي و وحدتها الأوم (Ω) - جهاز قياس مقاومة الناقل الأومي يدعى الأوم متر	الناقل الأومي R 
 $C_{eq} = C_1 + C_2$	 $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$	- المكثفة عنصر كهربائي ثنائي قطب قادر على تخزين الشحنات الكهربائية. - تتكون من ناقلين كهربائيين يدعى كل منهما لبوس المكثفة يفصل بينهما بعازل للكهرباء (شع، هواء، ورق، ...). - من مميزتها سعتها C التي تعبر عن مدى استيعاب المكثفة للكهرباء وتقاس بالفاراد F.	المكثفة C 
		- المولد ثنائي قطب يجعل الشحنة كهربائية تتحرك باستمرار بين القطبين وبالتالي إعطاء تيار كهربائي، جهته عكس جهة التيار الكهربائي (فهو يسحب الإلكترونات من جهة قطبه الموجب ويدفعها من جهة قطبه السالب).	المولد الكهربائي
		- الوشيعية عنصر كهربائي ثنائي قطب عبارة عن سلك ناقل ملفوف على شكل حلقات ومن مميزتها أن لها مقاومة R وذاتية L (مقدار موجب يقدر بالهنري تتعلق قيمته بالشكل الهندسي للوشيعية (الطول l، نصف القطر r، عدد اللفات N)).	الوشيعية

أثناء تفريغ المكثفة				أثناء شحن المكثفة			
الرسومات البيانية	المعادلات التفاضلية و حلها	المعادلة	الحل	الرسومات البيانية	المعادلات التفاضلية و حلها	المعادلة	الحل
	$\frac{U_C(t)}{\tau} + \frac{dU_C(t)}{dt} = 0$	المعادلة	$U_C(t) = E e^{-t/\tau}$		$\frac{U_C(t)}{\tau} + \frac{dU_C(t)}{dt} = \frac{E}{\tau}$	المعادلة	التوتر بين طرفي المكثفة U_C
	$\frac{U_R(t)}{\tau} + \frac{dU_R(t)}{dt} = 0$	المعادلة	$U_R(t) = -E e^{-t/\tau}$		$\frac{U_R(t)}{\tau} + \frac{dU_R(t)}{dt} = 0$	المعادلة	التوتر بين طرفي المقاومة U_R
	$\frac{q(t)}{\tau} + \frac{dq(t)}{dt} = 0$	المعادلة	$q(t) = CE e^{-t/\tau} = q_0 e^{-t/\tau}$		$\frac{q(t)}{\tau} + \frac{dq(t)}{dt} = \frac{E}{R}$	المعادلة	عبارة الشحنة q
	$\frac{i(t)}{\tau} + \frac{di(t)}{dt} = 0$	المعادلة	$i(t) = -\frac{E}{R} e^{-t/\tau} = -I_0 e^{-t/\tau}$		$\frac{i(t)}{\tau} + \frac{di(t)}{dt} = 0$	المعادلة	عبارة تيار الشحن I
	$\frac{E(c)}{\tau} + \frac{dE(c)}{dt} = 0$	المعادلة	$E(c) = \frac{1}{2} CE^2 e^{-2t/\tau}$		$\frac{E(c)}{\tau} + \frac{dE(c)}{dt} = 0$	المعادلة	الطاقة E(c)
	$\frac{E(c)}{\tau} + \frac{dE(c)}{dt} = 0$	المعادلة	$E(c) = \frac{1}{2} CE^2 e^{-2t/\tau}$		$\frac{E(c)}{\tau} + \frac{dE(c)}{dt} = 0$	المعادلة	الطاقة E(c)

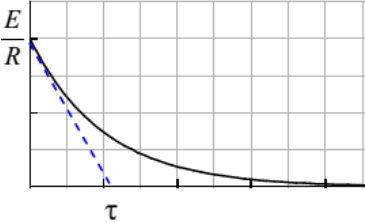
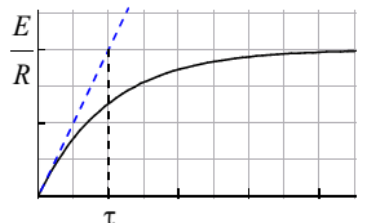
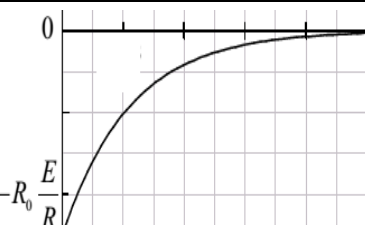
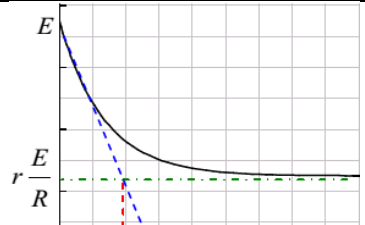
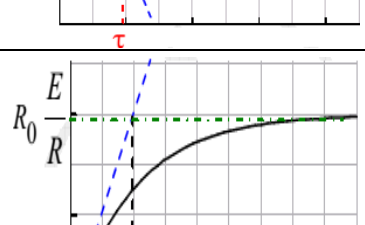
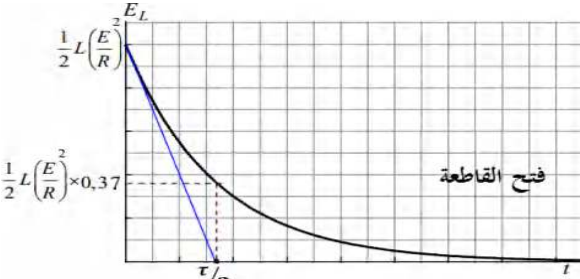
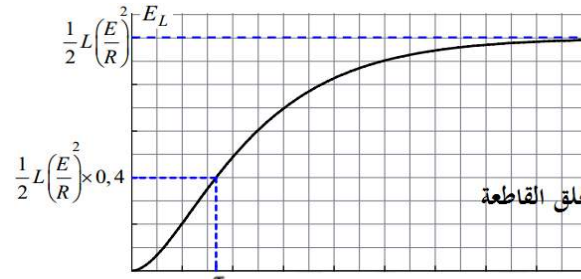
$$E(c) = \frac{1}{2} C U_C^2 = \frac{1}{2} q U_C = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$$

طاقة المكثفة الأعظمية يعبر عنها بـ:

$$E(c) = \frac{1}{2} C E^2$$

زمن تناقص طاقة المكثفة إلى النصف $(t_{1/2})$:

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

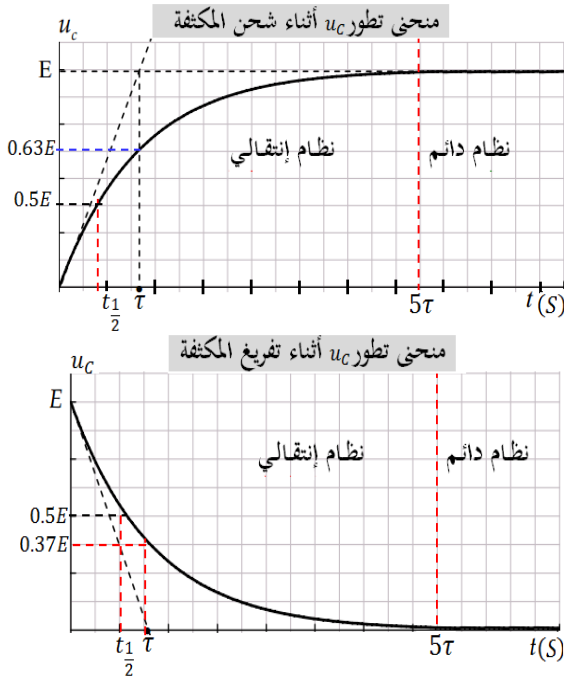
أثناء فتح القاطعة (انقطاع التيار)			أثناء غلق القاطعة (ظهور التيار)		
الرسمات البيانية	المعادلات التفاضلية و حلها		الرسمات البيانية	المعادلات التفاضلية و حلها	
	$\frac{1}{\tau}i + \frac{di}{dt} = 0$	المعادلة		$\frac{1}{\tau}i(t) + \frac{di(t)}{dt} = \frac{E}{L}$	المعادلة
	$i(t) = \frac{E}{R}e^{-t/\tau}$	الحل		$i(t) = \frac{E}{R}(1 - e^{-t/\tau})$	الحل
	$ri + L \frac{di}{dt} = U_L$	المعادلة		$ri + L \frac{di}{dt} = U_L$	المعادلة
	$U_L(t) = Ee^{-t/\tau}(\frac{r}{R} - 1)$	الحل		$U_L(t) = r\frac{E}{R} + Ee^{-t/\tau}(1 - \frac{r}{R})$	الحل
	$\frac{dU_R}{dt} + \frac{R_0}{L}(1 + \frac{r}{R_0})U_R = 0$	المعادلة		$\frac{dU_R}{dt} + \frac{R_0}{L}(1 + \frac{r}{R_0})U_R = \frac{ER_0}{L}$	المعادلة
	$U_R(t) = R_0\frac{E}{R}e^{-t/\tau}$	الحل		$U_R(t) = RI = R_0\frac{E}{R}(1 - e^{-t/\tau})$	الحل
					
فتح القاطعة			غلق القاطعة		
الطاقة E(L)			الطاقة E(L)		
طاقة الوشعة الأعظمية يعبر عنها بـ: $E(L) = \frac{1}{2}L I^2$			طاقة الوشعة الأعظمية يعبر عنها بـ: $E(L) = \frac{1}{2}L \left(\frac{E}{R}\right)^2$		
عند $t = \tau$ تكون الطاقة المخزنة في الوشعة 40% من الطاقة الأعظمية (غلق القاطعة).			عند $t = \tau$ تكون الطاقة المخزنة في الوشعة 40% من الطاقة الأعظمية (غلق القاطعة).		
المماس عند $t = 0$ يقطع محور الأزمنة في $t = \tau/2$ (فتح القاطعة)			المماس عند $t = 0$ يقطع محور الأزمنة في $t = \tau/2$ (فتح القاطعة)		

المكثفة

الشحنة $\langle q \rangle$	التيار $\langle I \rangle$	حالة تيار ثابت الشدة
i	$i = \frac{ q }{t}$	حالة تيار ثابت الشدة
$q = n \cdot e$	$i(t) = \frac{dq(t)}{dt} = C \cdot \frac{dU_c(t)}{dt}$	حالة تيار متغير الشدة
t		
C	$Q(t) = C \cdot U_c(t)$	

قانون التوترات في حالة الربط على التسلسل | التوتور الكلي = مجموع التوترات الموجودة بين طرفي كل ثنائي قطب $\langle U_{eq} = E = U_R + U_C \rangle$

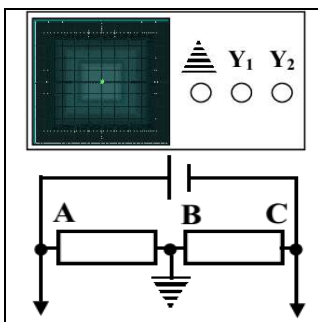
الوحدة	القانون	تعريف
يقاس ب : $Farad (F)$	سعة المكثفة C	$C = \epsilon \frac{S}{d}$ $\epsilon = \epsilon_0 \times \epsilon_r$ سعة المكثفة المستوية
يقاس ب : m^2	مساحة اللبوس S	
يقاس ب : m	البعد بين اللبوسين d	
	ثابت العزل الكهربائي ϵ	
	ثابت العزل الكهربائي المطلق للفراغ $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} F \cdot m^{-1}$	
	ثابت العزل الكهربائي النسبي (يتميز العازل) ϵ_r	
سعة المكثفة (F)	C	$\tau = R \cdot C$ ثابت الزمن وتحليله البعدي
مقاومة ناقل أومي $Ohm (\Omega)$	R	
		$[\tau] = [R \cdot C] = [R] \cdot [C] = \frac{[U]}{[I]} \cdot \frac{[q]}{[U]} = \frac{[U]}{[I]} \cdot \frac{[I] \cdot [T]}{[U]} = [T]$ بعد الزمن هو الثانية (S) (τ) متجانس مع الزمن (



ثابت الزمن وزمن نصف الشحن

اللحظات	المعدل الفيزيائي	$U_c(t) = E(1 - e^{-t/\tau})$
$t = 0$	المكثفة فارغة	$U_c(0) = E(1 - 1) = 0$
$t = \infty$	المكثفة شحنت كلياً (نظام دائم)	$U_c(\infty) = E(1 - e^{-\infty}) = E$
$t = \tau$	اللحظة التي شحنت فيها المكثفة بنسبة (63%)	$U_c(\tau) = E(1 - e^{-1}) = 0.63E$
$t = t_{1/2} = \tau \ln 2$	زمن نصف الشحن	$U_c(t_{1/2}) = \frac{E}{2} = E(1 - e^{-t_{1/2}/\tau})$
$t = 5\tau$	نظام دائم (99%)	$U_c(5\tau) = E(1 - e^{-5}) = 0.99E$

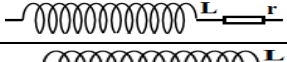
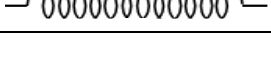
ملاحظة : يمكن تطبيق طريقة الجدول والمنحنيين البيانيين على بقية الحلول بالنسبة للمكثفة أو الوشعة



رأس الاهتزاز المهبطي هو جهاز إلكتروني يعطي المنحنى الذي يمثل تغيرات التوتور بين طرفي أي عنصر كهربائي في الدارة بدلالة

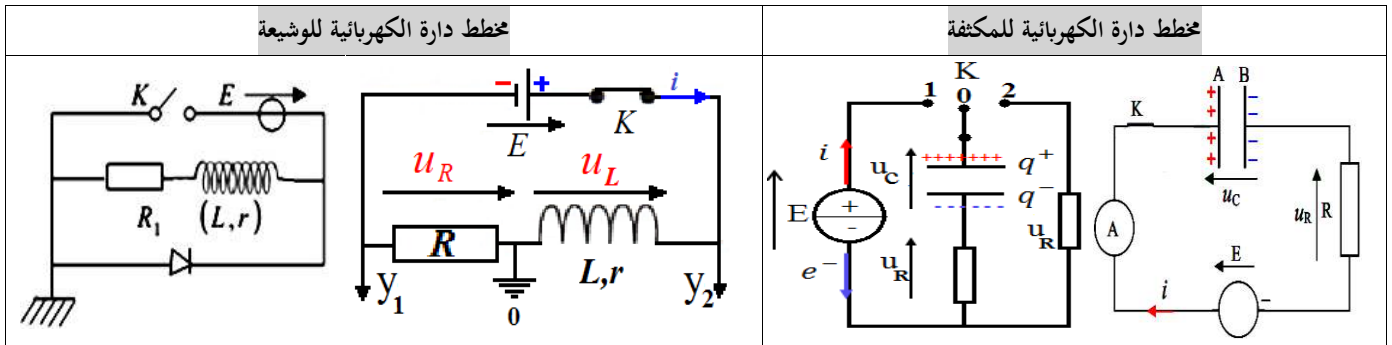
الزمن $U = f(t)$

- يمكن لرأس الاهتزاز المهبطي إعطاء منحنيين في آن واحد .
- يقيس جهاز رأس الاهتزاز المهبطي التوتور U_{AB} حيث تكون النقطة A من الدارة مرتبطة بأحد المدخلين Y و في حين تكون النقطة B مرتبطة بأرضي رأس الاهتزاز المهبطي .
- إذا أردنا أن نقلب المنحنى (نجعل قيمة سالبة بعد أن كانت موجبة أو العكس) نضغط على الزر (INV)

الوشية			
	$r \neq 0$	مقاومة الوشية غير مهملة	الوشية الغير صافية
	$r = 0$	مقاومة الوشية مهملة	الوشية الصافية (المثالية)
خاصية الوشية لها خاصية المقاومة وخاصة التخريرية			

		قانون أوم بين طرفي الوشيعَة		قانون التوترات	
		الوشيعَة الغير صافية	الوشيعَة صافية	عند فتح القاطعة	عند غلق القاطعة
H ذاتية الوشيعَة وحدتها الهنري	L	$U_L = ri + L \frac{di}{dt}$	$U_L = L \frac{di}{dt}$	$U_R + U_L = 0$	$U_R + U_L = E$
Ω مقاومتها الداخلية وحدتها الاوم	r				
ملاحظة اذا كانت شدة التيار ثابتة عبر الوشيعَة (في حالة الوشيعَة غير صافية) يكون $\frac{di}{dt} = 0$ ويصبح $U_L = ri$ (نقول أنها سلكت سلوك ناقل أومي)					
مقاومة الناقل الأومي	R_0	$\tau = \frac{L}{R} \qquad \langle R = R_{eq} = R_0 + r \rangle$			
مقاومة مكافئة لكل النواقل الأومية	R				
بعد الزمن هو الثانية (S) (τ) متجانس مع الزمن)				$[\tau] = \frac{[L]}{[R]} = \frac{[I]^{-1} \cdot [U] \cdot [T]}{[I]^{-1} \cdot [U]} = [T]$	

قانون التوترات في حالة الربط على التسلسل	التوتر الكلي = مجموع التوترات الموجودة بين طرفي كل ثنائي قطب $\langle U_L + U_R = U_{eq} = E \rangle$
--	---



بعض المفاهيم الواردة في البكالوريا

$\tau = L/R$ أو $\tau = R.C$	الطريقة الاولى (حسابيا)	تحديد قيمة ثابت الزمن τ
نسقط نقطة تقاطع المماس عند $(t = 0)$ مع المستقيم المقارب $U_C = E$ على محور الأزمنة $t(s)$	الطريقة الثانية (بيانيا)	
لما $(t = \tau)$ يكون : $U_C = 0.63E$ أو $U_C = 0.37E$ بالإسقاط في البيان نجد قيمة اللحظة τ الموافقة لقيمتي U_C	الطريقة الثالثة (بيانيا)	
النظام الدائم يكون بعد اللحظة $(t = 5\tau)$ ومنه $(\tau = t/5)$	الطريقة الرابعة (بيانيا)	
هو الزمن اللازم لكي تشحن المكثفة بنسبة 63%.	شحن مكثفة	ثابت الزمن حسب الدارة
هو الزمن اللازم لكي تفرغ المكثفة إلى نسبة 37% (أو تفرغ بنسبة 63%).	تفريغ المكثفة	
هو الزمن اللازم لتبلغ شدة التيار في الدارة 63% من قيمتها العظمى.	تطبيق التيار على وشيعة	
هو الزمن اللازم لكي تنقص شدة التيار الى نسبة 37% من قيمتها العظمى.	قطع التيار عن وشيعة	
- قيمة ثابت الزمن تعطي فكرة عن مدة الوصول إلى النظام الدائم.		
- لمتابعة التطور الزمني للتوتر الكهربائي يمكن ربط ثنائي القطب براسم الاهتزاز المهبطي.		
- حاملات الشحنة الكهربائية تتمثل في الإلكترونات.		
- $t_{1/2}$ هو الزمن اللازم لكي يصبح أي مقدار نصف قيمته العظمى (في كل الحالات سواء كانت مكثفة أو وشيعة).		
- بالنسبة للطاقة في المكثفة والوشيعة هناك ضياع لهذه الطاقة على شكل تحويل حراري في المقاومات بفعل الجول.		

تعريف الحمض والأساس (حسب برونستد و لوري)		
$AH \rightarrow A^- + H^+$	هو كل فرد كيميائي بإمكانه فقد (التخلي) بروتون (H^+) أو أكثر خلال تحول كيميائي.	الحمض (Acide)
$B + H^+ \rightarrow BH^+$	هو كل فرد كيميائي بإمكانه كسب (النقاط) بروتون (H^+) أو أكثر خلال تحول كيميائي.	الأساس (Base)
تفاعل حمض - أساس		
التفاعلات (أساس/حمض)		
لكل حمض أساسه المرافق و لكل أساس حمضه المرافق تتمذج بالثنائية (أساس / حمض).		
$AH + H_2O \rightarrow A^- + H_3O^+$	انحلال الحمض في الماء يعطي شوارد الهيدرونيوم أو الأكسونيوم H_3O^+	الحمض الحمضي
$B + H_2O \rightarrow BH^+ + OH^-$	انحلال الأساس في الماء يعطي شوارد الهيدروكسيد OH^-	الحمض الأساسي
$[H_3O^+] > [OH^-]$	محلول يمتاز بوجود شوارد H_3O^+ بكمية أكبر من شوارد OH^-	محلول حامضي
$[H_3O^+] < [OH^-]$	محلول يمتاز بوجود شوارد OH^- بكمية أكبر من شوارد H_3O^+	محلول أساسي
$[H_3O^+] = [OH^-]$	محلول يمتاز بوجود شوارد OH^- بكمية مساوية لشوارد H_3O^+	محلول معتدل
$[H_3O^+] = C_0$ (حيث C_0 التركيز الابتدائي للمحلول)	يكون انحلال الحمض في الماء كلياً (تفاعل تام).	الحمض القوي
$[H_3O^+] < C_0$	يكون انحلال الحمض في الماء جزئياً (تفاعل غير تام أو محدود).	الحمض الضعيف
$[OH^-] = C_0$	يكون انحلال الأساس في الماء كلياً (تفاعل تام).	الأساس القوي
$[OH^-] < C_0$	يكون انحلال الأساس في الماء جزئياً (تفاعل غير تام أو محدود).	الأساس الضعيف

نسبة التقدم النهائي τ_f

التقدم النهائي X_f هو التقدم الملاحظ عند توقف تطور حالة الجملة الكيميائية (قيمة التقدم عند انتهاء التفاعل).				
التقدم الأعظمي X_{max} هو التقدم الذي من أجله يتوقف التفاعل بانتهاء أحد المتفاعلات - استهلاك المتفاعل الخد كلياً -				
نسبة التقدم النهائي	نسبة التقدم في اللحظة t	تفاعل الحمض مع الماء	تفاعل الأساس مع الماء	
$\tau_f = \frac{X_f}{X_{max}}$	$\tau = \frac{X}{X_{max}}$	$\tau_f = \frac{[H_3O^+]_f}{C}$	$\tau_f = \frac{[OH^-]_f}{C}$	التفاعل التام $\tau_f = 1 \quad \{\tau_f = 100\%\}$
				التفاعل الغير التام $\tau_f < 1 \quad \{\tau_f < 100\%\}$

ملاحظة: τ_f تتعلق بالحالة الابتدائية للجملة (كمية المادة الابتدائية للمتفاعلات) ولا تتعلق بالحالة النهائية.

- إذا مددنا أساساً ضعيفاً أو حمضاً ضعيفاً تزداد نسبة التقدم النهائي، أي τ_f تتناسب عكساً مع التركيز المولي للحمض أو الأساس.

كسر التفاعل Qr وثابت التوازن K للمعادلة $\alpha A + \beta B \rightarrow \gamma C + \delta D$

كسر التفاعل Qr : كسر التفاعل في اللحظة t	كسر التفاعل Qr : كسر التفاعل النهائي أي في اللحظة t_f	كسر التفاعل التام $K > 10^4$	كسر التفاعل الغير التام $K < 10^4$
$Qr = \frac{[C]^\gamma [D]^\delta}{[A]^\alpha [B]^\beta}$	$Qr_f = K = \frac{[C]_f^\gamma [D]_f^\delta}{[A]_f^\alpha [B]_f^\beta}$		

ملاحظة: - لا يدخل في عبارة كسر التفاعل كل نوع كيميائي غاز أو صلب أو ماء بزيادة في المحلول المائي أو الشوارد الهيدرونيوم $[H_3O^+]$ في المحلول الحمضي المركز يعطى التركيز في هاته الحالات $\{ [C] = 1 \text{ mol/l} \}$.

- في نهاية التفاعل التام لا معنى لكسر التفاعل و ثابت التوازن (لا يوجد توازن في حالة تحول كيميائي تام لأن المتفاعلات لا تكون موجودة).

- لا يتعلق كسر التفاعل Qr بالتركيب المزيج الابتدائي للأفراد الكيميائية المنحلة (تراكيز المتفاعلات) و لكن يتعلق بدرجة الحرارة.

- خلال التحول الكيميائي يتغير التقدم (من 0 إلى X_f) يعني كسر التفاعل Qr يتغير (من Qr_i إلى Qr_f).

حالة التوازن لجملة كيميائية تصل جملة كيميائية لحالة التوازن إذا كانت المتفاعلات والنواتج متواجدة في الحالة النهائية بكميات ثابتة .

- عند حالة التوازن يتوقف التفاعل ظاهرياً فقط، لكن على المستوى الجوهري لا يتوقف بل يكون محلّ تفاعلين بحيث كلما تتكون كمية من النواتج تحطم بالتفاعل المعاكس إلى نواتج (إذا كان التفاعل عكوس فهو حتماً سيكون غير تام). نسمي هذا التوازن الكيميائي ديناميكي .

في تفاعل الحمض مع أساس للثنائيتين (A_1/B_1) و (A_2/B_2) يعطى ثابت التوازن:

$$K = \frac{PK_{a1}}{PK_{a2}} = 10^{PK_{a2} - PK_{a1}}$$

علاقة نسبة التقدم النهائي τ_f بثابت التوازن K

$$K = \frac{\tau_f^2}{1 - \tau_f} C$$

K_e الجداء الشاردي للماء (في المحاليل المائية)	P_H المحاليل المائية
$2H_2O \rightarrow H_3O^+ + OH^-$: يتفكك الماء ذاتيا وفق المعادلة التالية : $K_e = [H_3O^+][OH^-] = 10^{-P_{K_e}}$ يعطى : $P_{K_e} = -\log K_e$ يعطى : $P_{K_e} = 14$ و $K_e = 10^{-14}$ يعطى : في درجة حرارة $25^\circ C$	- من أجل المحاليل الممددة (المخففة) حيث $[H_3O^+] \leq 5 \cdot 10^{-2}$ $[H_3O^+] = 10^{-P_H}$ يعطى : $P_H = -\log [H_3O^+]$ يعطى : - يتزايد الـ P_H كلما تناقص $[H_3O^+]$ والعكس صحيح.
- من أجل قياس P_H محلول يمكن استعمال جهاز قياس الـ P_H متر (إذا تطلب القياس دقة) أو ورق الـ P_H أو كاشف ملون (إذا كان القياس لا يتطلب دقة).	

سلم الـ P_H في المحاليل المائية عند درجة كيميائية		
محاليل أساسية	محاليل معتدلة	محاليل حامضية
$[H_3O^+] < [OH^-]$	$[H_3O^+] = [OH^-]$	$[H_3O^+] > [OH^-]$
$P_H > \frac{1}{2} P_{K_e}$	$P_H = \frac{1}{2} P_{K_e}$	$P_H < \frac{1}{2} P_{K_e}$

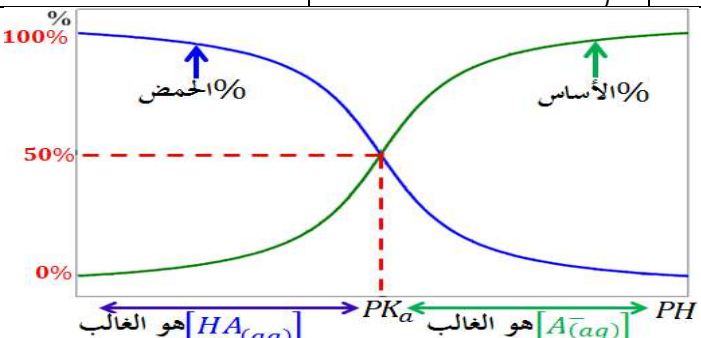
علاقة الـ P_H و P_{K_e}

$$P_H = \frac{1}{2} P_{K_e}$$

ثابت الحموضة K_a

- للتمييز بين الأحماض الضعيفة فيما بينها والتمييز بين الأسس الضعيفة فيما بينها نعرف مقدار كيميائي ندعوه بثابت الحموضة K_a ، (يتعلق بدرجة حرارة المحلول المائي).	
$K_a = \frac{[H_3O^+]_f [A^-]_f}{[HA]_f} = 10^{-P_{K_a}} = K$	- يكون الحمض أقوى كلما K_a أكبر و P_{K_a} أقل - يكون الحمض أقل قوة كلما كان K_a أقل و P_{K_a} أكبر - يكون الأساس أقوى كلما كان K_a أكبر و P_{K_a} أكبر - يكون الأساس أقل قوة كلما كان K_a أكبر و P_{K_a} أقل
$P_{K_a} = -\log K_a$	
$P_H = P_{K_a} + \log \frac{[أساس]_f}{[حمض]_f}$: علاقة الـ P_H و P_{K_a}	عندما يكون الماء أساسا (H_3O^+/H_2O) $P_{K_a} = 0$, $K_a = 1$ عندما يكون الماء حمضا (H_2O/OH^-) $P_{K_a} = 14$, $K_a = 10^{-14}$

مجالات تغلب الصفة الحمضية أو الأساسية لثنائية

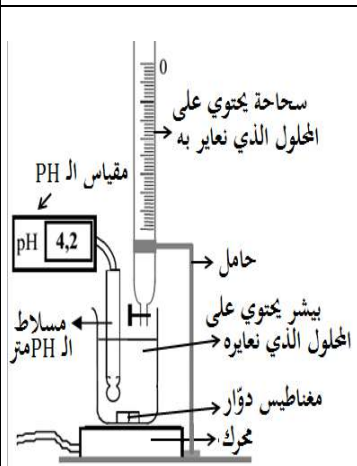
$P_H < P_{K_a}$	$[أساس]_f > [الحمض]_f$	- يتغلب الحمض على الأساس (صفة حامضية غالبية أو سائدة) عندما يكون
$P_H > P_{K_a}$	$[أساس]_f < [الحمض]_f$	- يتغلب الأساس على حمضه المرافق (صفة أساسية غالبية أو سائدة) عندما يكون
$P_H = P_{K_a}$	$[أساس]_f = [الحمض]_f$	- لا يكون أحد من الحمض والأساس غالبا (لا توجد صفة غالبية أو سائدة) عندما يكون
		
مخطط الصفة الغالبة : لدراسة الصفة الغالبة، يستعمل مخطط الصفة الغالبة الذي يبرز تطور النسبتين المتوالتين للصفة الحامضية والصفة الأساسية بدلالة الـ P_H .		
$\% الأساس = \frac{[أساس]_f}{[أساس]_f + [الحمض]_f} \times 100$		نسبة الأساس في المحلول
$\% الحمض = \frac{[الحمض]_f}{[أساس]_f + [الحمض]_f} \times 100$		نسبة الحمض في المحلول
عند تقاطع المنحنيين $[\% الأساس = \% الحمض = 50\%]$ وهذا يعني $[أساس]_f = [الحمض]_f$ أي $P_H = P_{K_a}$ والمعايرة في هذه النقطة بلغت نصف التكافؤ.		

الكاشف الملون

- الكاشف الملون عبارة عن ثنائية (أساس/حمض) حيث الصفة الحمضية والصفة الأساسية ليس لها نفس اللون ونرمز لثنائية بـ: (HIn/In^-) .	
- معادلة تفاعل الكاشف الملون مع الماء: $HIn + H_2O \rightarrow H_3O^+ + In^-$	
ثابت الحموضة لثنائية (HIn/In^-) نرمز له بـ K_i	
$R = \log \frac{[In^-]_f}{[HIn]_f}$ إن لون محلول الكاشف يتعلق بالنسبة R وبالتالي	$P_H = P_{K_i} + \log \frac{[In^-]_f}{[HIn]_f}$
نقمة الـ P_H (اللون الأصلي للكاشف) : لون الحمض $[HIn]$: لون الأساس $[In^-]$ مجال تغير اللون : $PK_i - 1$ إلى $PK_i + 1$	$K_i = \frac{[H_3O^+]_f [In^-]_f}{[HIn]_f}$
- أفضل كاشف للمعايرة هو الذي يشمل نقطة التكافؤ.	

المعيارية (معايرة PH المترية)

المعيارية: هي عملية كيميائية تحدث بين الأنواع الكيميائية، الهدف منها تحديد تركيز مجهول، توجد عدة أنواع من المعيارية منها معايرة الأحماض والأسس.



البروتوكول التجريبي : نأخذ السحاحة بالحللول المعايير ويكون إما حمض قوي أو أساس قوي (وليكن أساس مثلاً) تركيزه C_b .

- نأخذ حجم معين V_a من محلول معايير تركيزه مجهول C_a (محلول حمضي مثلاً).
- نبدأ عملية المعايرة وذلك بفتح الصنبور، من أجل كل حجم V_b مسكوب من السحاحة نقرأ قيمة الـ PH الموافقة
- نسجل النتائج في الجدول ثم نرسم المنحنى $PH = f(V_b)$

نقطة التكافؤ : تسمى نقطة التكافؤ كذلك نقطة التعديل لأن $\langle PH = 7 \rangle$

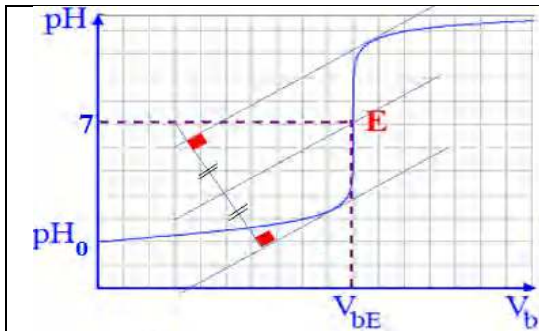
- عند التكافؤ يتحقق قانون التكافؤ $C_a V_a = C_b V_{bE}$ حيث V_{bE} : حجم المحلول المسكوب عند التكافؤ.
- عند التكافؤ يكون التفاعل المنمذج للمعايرة في الشروط الستوكيومترية.

تحديد نقطة التكافؤ : يمكن تحديد نقطة التكافؤ بعدة طرق :

- طريقة المحاسبات
- الطريقة اللونية
- طريقة قياس الناقلية
- طريقة المشتق $g(V_b) = \frac{dPH}{dV}$

نقطة نصف التكافؤ : في هذه النقطة تختفي نصف كمية الأساس أو الحمض الابتدائية وذلك عند إضافة نصف الحجم اللازم للتعديل $V_{bE2} = \frac{V_{bE}}{2}$.

أنواع المعايرات

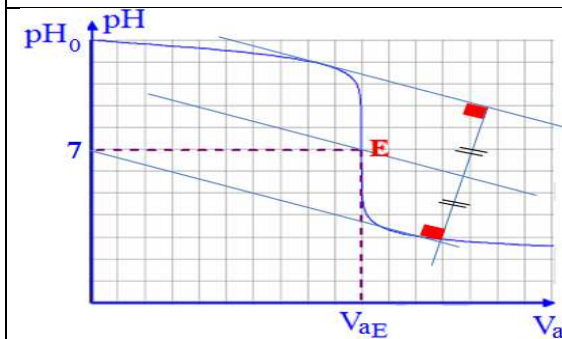


• معايرة حمض قوي بأساس قوي

- مثلاً : معايرة حمض كلور الماء (H_3O^+, Cl^-) بهيدروكسيد الصوديوم (Na^+, OH^-) .
- المعادلة : $(H_3O^+, Cl^-) + (Na^+, OH^-) \rightarrow 2H_2O + (Na^+, Cl^-)$
- التركيز المولي للحمض : $C_a = 10^{-PH_0}$
- عند التكافؤ E : $C_a V_a = C_b V_{bE}$

$$[Cl^-] = \frac{C_b V_{bE}}{V_a + V_{bE}}$$

$$[Na^+] = \frac{C_a V_a}{V_a + V_{bE}}$$

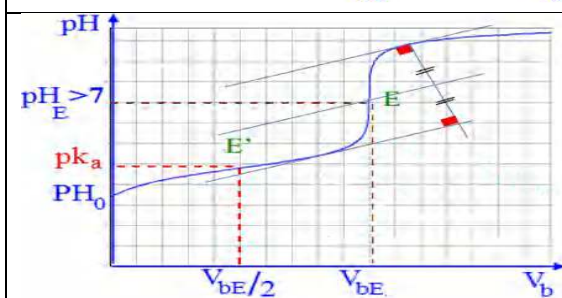


• معايرة أساس قوي بحمض قوي

- مثلاً : $(H_3O^+, Cl^-) \rightarrow (Na^+, OH^-)$
- المعادلة : $(H_3O^+, Cl^-) + (Na^+, OH^-) \rightarrow 2H_2O + (Na^+, Cl^-)$
- التركيز المولي للأساس : $C_b = 10^{PH_0-14}$
- عند التكافؤ E : $C_a V_{aE} = C_b V_b$

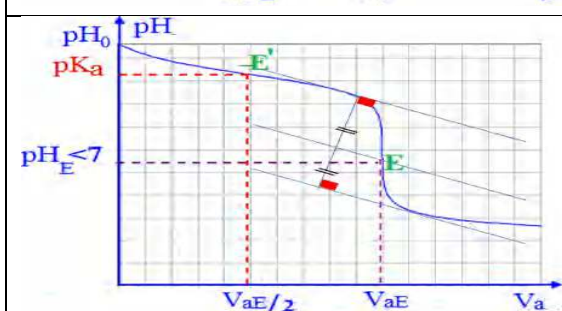
$$[Na^+] = \frac{C_a V_{aE}}{V_{aE} + V_b}$$

$$[Cl^-] = \frac{C_b V_b}{V_{aE} + V_b}$$



• معايرة حمض ضعيف بأساس قوي

- مثلاً : معايرة حمض الخل CH_3COOH بـ (Na^+, OH^-)
- المعادلة : $CH_3COOH + (Na^+, OH^-) \rightarrow H_2O + (Na^+, CH_3COO^-)$
- $C_a \neq 10^{-PH_0}$
- عند التكافؤ E : $C_a V_a = C_b V_{bE}$
- عند نقطة نصف التكافؤ E' : $[CH_3COOH] = [CH_3COO^-]$



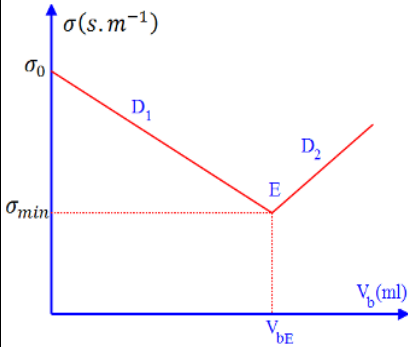
• معايرة أساس ضعيف بحمض قوي

- مثلاً : $(H_3O^+, Cl^-) \rightarrow NH_3$
- المعادلة : $(H_3O^+, Cl^-) + NH_3 \rightarrow H_2O + (NH_4^+, Cl^-)$
- $C_a \neq 10^{PH_0-14}$
- عند التكافؤ E : $C_a V_{aE} = C_b V_b$
- عند نقطة نصف التكافؤ E' : $[NH_3] = [NH_4^+]$

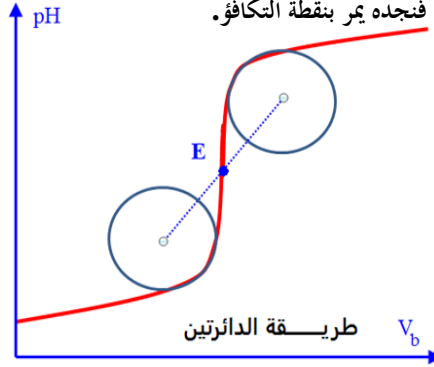
- نحسب تراكيز الأفراد الكيميائية في كل نقطة باستعمال جدول التقدم.

طرق تحديد نقطة التكافؤ

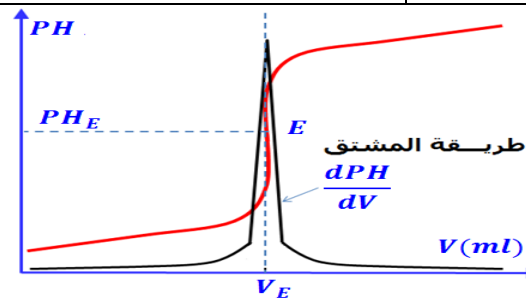
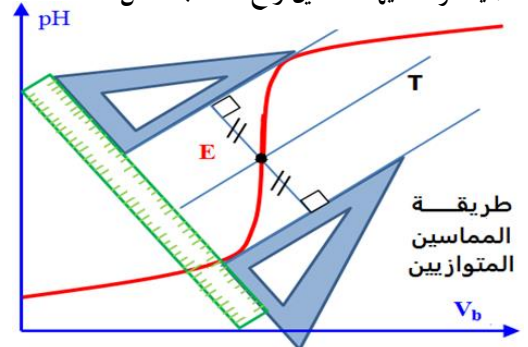
- طريقة قياس الناقلية يمكن استعمال الناقلية النوعية σ للمزيج من أجل قيمة الحجم المسكوب في كل لحظة، بعد رسم المنحنى $\sigma = f(V)$ نستنتج V_E .



- طريقة الدائرتين: نرسم دائرتان تماسان القوسين اللذين يشكلهما البين على الجاني نقطة الانعطاف ثم نصل بواسطة خط بين مركزيهما فنجده يمر بنقطة التكافؤ.



- طريقة المماسين المتوازيين: أينما رسمنا المماسين، المهم في نقطتين على جانبي نقطة انعطاف البين، والتي لا نعرفها بدقة مسبقا نجد دائما المستقيم (T) يمر بنقطة التكافؤ E. بحيث رسمنا فيها المماسين ومع ذلك نجد نفس النقطة E.



- طريقة المشتق: رياضيا لما نرسم بيان دالة وتكون هذه الدالة تحتوي على نقطة انعطاف (قيمة حدية)، أي النقطة التي نجد فاصلتها بعدم المشتق الثاني، ثم نرسم بيان مشتق هذه الدالة، نجد أن بيان المشتق يمر بنهاية حدية لها نفس فاصلة نقطة انعطاف الدالة، بالنسبة لنا الدالة $PH = f(V)$ ونقطة الانعطاف هي نقطة التكافؤ E ومشتق الدالة هو $g(V) = \frac{dPH}{dV}$. ملاحظة: هذه الطريقة تحدد فقط فاصلة نقطة التكافؤ، أي الحجم المضاف من الحمض أو الأساس عند التكافؤ.

الكاشف	K_i	PK_i	مجال تحول ال PH	الوسط الحامضي	الوسط المعتدل	الوسط الأساسي
الهليانثين	1.8×10^{-4}	3.74	3.1 - 4.4	وردي	برتقالي	أصفر
أحمر الميثيل	10^{-5}	5	4.2 - 6.2	أحمر	برتقالي	أصفر
عباد الشمس		5.2	5 - 8	أحمر	بنفسجي	أزرق
أزرق البروموتيمول	1.6×10^{-7}	6.8	6.2 - 7.6	أصفر	أخضر	أزرق
الفينول فتالين	2×10^{-10}	9.7	8.2 - 10	عديم اللون	عديم اللون	أحمر قرميدي

بعض الكواشف الملونة ومميزاتها
إن تحديد نقطة التكافؤ بواسطة
كاشف ملون تكون دقيقة

الحركة من أجل دراسة أي حركة يجب إسنادها لمعلم (المرجع) مرجع عطالي (يتحقق فيه مبدأ العطالة أي ساكن أو يتحرك بحركة مستقيمة منتظمة).

عناصر الحركة	خواص العلاقات	المنحنيات
شعاع الموضع $\vec{r}$	- شعاع الموضع يجمع بين مبدأ الأحداثيات وموضع مركز عطالة الجسم. $\vec{r} = \overrightarrow{OM} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$	
شعاع الانتقال $\overrightarrow{\Delta r}$	- هو التغير في شعاع الموضع بين اللحظتين t_1 و t_2 $\overrightarrow{\Delta r} = \overrightarrow{M_1 M_2} = \Delta x \vec{i} + \Delta y \vec{j} + \Delta z \vec{k}$	
طويلة شعاع الموضع	$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$	
شعاع السرعة المتوسطة $\vec{V}_{moy}$	- هو النسبة بين شعاع الانتقال $\overrightarrow{\Delta r}$ بين اللحظتين t_1, t_2 و المجال الزمني Δt $\vec{V}_{moy} = \frac{\overrightarrow{\Delta r}}{\Delta t} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \vec{i} + \frac{\Delta y}{\Delta t} \vec{j} + \frac{\Delta z}{\Delta t} \vec{k}$ $\vec{V}_{moy} = V_{mx} \vec{i} + V_{my} \vec{j} + V_{mz} \vec{k}$	
شعاع السرعة اللحظية $\vec{V}$	- هو مشتق شعاع الموضع $\vec{r}$ بالنسبة للزمن. $\vec{V} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\overrightarrow{\Delta r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{dx}{dt} \vec{i} + \frac{dy}{dt} \vec{j} + \frac{dz}{dt} \vec{k}$ $\vec{V} = V_x \vec{i} + V_y \vec{j} + V_z \vec{k}$	
طويلة شعاع السرعة الوحدة (m/s)	$\vec{V} = \sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}$ $\ \vec{V}_m\ = \frac{1}{\Delta t} \ \overrightarrow{\Delta r}\ $	
شعاع التسارع المتوسط $\vec{a}_{moy}$	- هو النسبة بين شعاع السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ بين اللحظتين t_1, t_2 و المجال الزمني Δt $\vec{a}_{moy} = \frac{\overrightarrow{\Delta V}}{\Delta t} = \frac{\Delta V_x}{\Delta t} \vec{i} + \frac{\Delta V_y}{\Delta t} \vec{j} + \frac{\Delta V_z}{\Delta t} \vec{k}$ $\vec{a}_{moy} = a_{mx} \vec{i} + a_{my} \vec{j} + a_{mz} \vec{k}$	
شعاع التسارع اللحظي $\vec{a}$	- هو مشتق شعاع السرعة $\vec{V}$ بالنسبة للزمن (المشتق الثاني لشعاع للموضع). $\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\overrightarrow{\Delta V}}{\Delta t} = \frac{dV_x}{dt} \vec{i} + \frac{dV_y}{dt} \vec{j} + \frac{dV_z}{dt} \vec{k}$ $\vec{a} = a_x \vec{i} + a_y \vec{j} + a_z \vec{k}$	
طويلة شعاع التسارع الوحدة (m/s^2)	$\vec{a} = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$ $\ \vec{a}_m\ = \frac{1}{\Delta t} \ \overrightarrow{\Delta V}\ $	

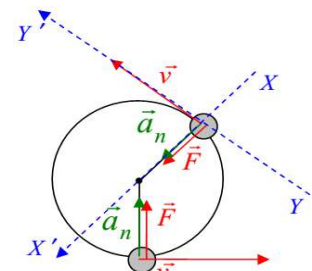
	معلم فريتي هو معلم مبدؤه موضع المتحرك M في لحظة ما يتكون من محورين متعامدين أحدهما (om) يكون مماسي للمسار في الموضع M جهته هي جهة الحركة والاخر (on) ناظمي، يتجه نحو مركز المسار.		
	التسارع المماسي		
	التسارع الناظمي يسمى مركزي لأنه يتجه نحو المركز.		
$a = \sqrt{a_m^2 + a_n^2}$		V طويلة شعاع السرعة عند اللحظة t	$a_m = \frac{dV}{dt}$
		R نصف قطر المسار المنحني عند اللحظة t	$a_n = \frac{V^2}{R}$

قوانين نيوتن		
$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$	في المعالم العطالية أو الغاليلية يحافظ الجسم على سكونه أو حركته المستقيمة المنتظمة إذا لم تتدخل عليه قوة لتغير من حالته حركته يعني: (ثابت $V = cte$ أي $\Delta V = 0$).	القانون الأول لنيوتن (مبدأ العطالة)
$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}_G$	في معلم غاليلي المجموع الشعاعي للقوة المؤثرة على جملة مادية يساوي جداء كتلتها في تسارع مركز عطالتها.	القانون الثاني لنيوتن
$\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$	إذا أثرت جملة A على جملة B بقوة $\vec{F}_{A/B}$ فإن الجملة B تؤثر على الجملة A بقوة $\vec{F}_{B/A}$ تماثلها في الشدة وتزامنها و تعاكسها في الإتجاه ولهما نفس الحامل.	القانون الثالث لنيوتن (مبدأ الفعلين المتبادلين)

الحركات	شعاع السرعة $\vec{V}$	شعاع التسارع $\vec{a}$
الحركة المستقيمة المنتظمة	يكون شعاع السرعة <u>ثابت في المنحى والجهة والطويلة</u>	حسب مبدأ العطالة لا يخضع المتحرك لقوة وإذا خضع إلى قوى فحتما مجموع الشعاعي لهذه القوى يكون <u>معدوم</u> ، وحسب القانون الثاني لنيوتن يكون شعاع التسارع أيضا <u>معدوم</u> .
الحركة المستقيمة المتسارعة بانتظام	يكون شعاع السرعة اللحظية <u>ثابت في المنحى والجهة بينما تتزايد طويلته بانتظام</u> .	يخضع المتحرك إلى قوة $\vec{F}$ تكون في <u>جهة الحركة وثابتة في المنحى والجهة والطويلة</u> ، وحسب القانون الثاني لنيوتن يكون شعاع التسارع $\vec{a}$ في <u>جهة الحركة وثابت في المنحى والجهة والطويلة</u> . $\vec{V}$ و $\vec{a}$ لهما نفس الجهة في كل لحظة.
الحركة المستقيمة المتباطئة بانتظام	يكون شعاع السرعة اللحظية <u>ثابت في المنحى والجهة بينما تتناقص طويلته بانتظام</u> .	يخضع المتحرك إلى قوة $\vec{F}$ تكون في <u>عكس جهة الحركة وثابتة في المنحى والجهة والطويلة</u> ، وحسب القانون الثاني لنيوتن يكون شعاع التسارع $\vec{a}$ في <u>عكس جهة الحركة وثابت في المنحى والجهة والطويلة</u> . $\vec{V}$ و $\vec{a}$ متعاكسين في الجهة عند كل لحظة.
الحركة الدائرية المنتظمة	يكون شعاع السرعة مماسي للمسار <u>وطويلته ثابتة في كل لحظة</u> .	يخضع لحصلة قوى $\vec{F}$ <u>ثابتة وناظمية</u> (متجهة دوما نحو المركز المسار)، وبالتالي يكون شعاع التسارع $\vec{a}$ ثابت في القيمة ومتجه نحو مركز المسار عند كل لحظة.

دور الحركة الدائرية المنتظمة	$T = \frac{2\pi r}{V}$	سرعة المتحرك V
يرمز له بالرمز T ووحدته الثانية (S) هو المدة اللازمة لإنجاز دورة واحدة أي قطع مسافة $(2\pi r)$:	r	نصف قطر المسار الدائري
ملاحظة مهمة: تعتمد طبيعة الحركة (متسارعة أو متباطئة) على الجداء السلمي $\vec{a} \cdot \vec{V}$ حيث: - إذا كان $(\vec{a} \cdot \vec{V} > 0)$ تكون الحركة متسارعة. - إذا كان $(\vec{a} \cdot \vec{V} < 0)$ تكون الحركة متباطئة. - إذا كان $(\vec{a} \cdot \vec{V} = 0)$ تكون الحركة منتظمة (مستقيمة منتظمة في الحركات المستقيمة إذا كان $(\vec{a} = 0)$ أو دائرية منتظمة في الحركات المنحنية (دائرية) إذا كان $\vec{a}$ عمودي على $(\vec{V})$). - تذكير في معلم للمستوي يكون: $(\vec{a} \cdot \vec{V} = a_x V_x + a_y V_y + a_z V_z)$ و في معلم للفضاء يكون $(\vec{a} \cdot \vec{V} = a_x V_x + a_y V_y + a_z V_z)$.		

قوانــ			
--	--	--	--

دراسة الحركة الدائرية المنتظمة للكواكب والأقمار الاصطناعية			
شروط الحصول على حركة دائرية تكون الجملة المادية في حالة حركة دائرية منتظمة إذا كانت سرعتها الابتدائية غير معدومة وكانت خاضعة لقوة مركزية (قوة عمودية على شعاع السرعة).	دور الحركة الدائرية المنتظمة	التسارع الناظمي	قانون الجذب العام
• نختار معلما بحيث يكون أحد محاوره ناظمي كما في الشكل - بتطبيق القانون الثاني لنيوتن $\vec{F} = m \vec{a}_n \Leftrightarrow \sum \vec{F}_{ext} = m \vec{a}_G$ - بإستعمال قانون الجذب العام $F = G \frac{m.M}{r^2}$ من (1) و (2) نجد: $V^2 = G \times \frac{M}{r}$ أي $F = m \frac{V^2}{R} = G \frac{m.M}{r^2}$ ومنه نجد عبارة السرعة المدارية $V_{orb} = \sqrt{\frac{G.M}{r}}$ و من العلاقة (1) نتحصل على العلاقة التالية لدور $T^2 = \frac{4\pi^2}{G.M} \cdot r^3$	$T = \frac{2\pi r}{V}$	$a_n = \frac{V^2}{R}$	$F = G \frac{m.M_s}{r^2}$
			

الحالات	السرعة المدارية	الدور	الملاحظات
في حالة كوكب يدور حول الشمس (S)	$V_{orb} = \sqrt{\frac{G \cdot M_S}{r}}$	$T^2 = \frac{4\pi^2}{G \cdot M_S} \cdot r^3$	كتلة الشمس M_S البعد بين الكوكب ومركز الشمس r
في حالة قمر اصطناعي يدور حول الأرض (T)	$V_{orb} = \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{r}}$	$T^2 = \frac{4\pi^2}{G \cdot M_T} \cdot r^3 = \frac{4\pi^2}{G \cdot M_T} \cdot (R_T + h)^3$	كتلة الأرض M_T نصف قطر الأرض R_T بعد القمر عن سطح الأرض h
ملاحظة إن كتلة الكواكب والأقمار لا تؤثر على السرعة المدارية والدور.			

استنتاج قانون الجذب العام من قانون كبلر

• من قانون الثالث لكبلر وعبرة الدور $T^2 = K \cdot a^3 = \frac{4\pi^2}{G \cdot M} \cdot r^3$ • يمكن تحديد القوة المتسببة في الحركة الدائرية المنتظمة للكواكب والأقمار، علماً أن : $\left(V^2 = \frac{4\pi^2}{T^2} r^2, T = \frac{2\pi}{V} r^3 \right)$			
بالنسبة للكوكب $K_T = \frac{4\pi^2}{G M_T}$	بالنسبة للأقمار الصناعية $K_S = \frac{4\pi^2}{G M_S}$	• بتطبيق القانون الثاني لنيوتن $\sum \vec{F}_{ext} = m \vec{a}_G$ $\vec{F} = m \vec{a}_n$ $F = m \frac{V^2}{R} \quad (1)$ $F = m \frac{4\pi^2}{K r^3} \quad (2)$	
كتلة الكوكب أو القمر الصناعي m		يتعلق بكتلة الجسم المركزي M فقط فجميع مدارات الكواكب لها نفس الثابت K	
ومنه نستنتج قانون الجذب العام $F = G \frac{m \cdot M_S}{r^2} / G = 6.67 \times 10^{-11} N \cdot m^2 / kg^2$		بالتعويض في القيمة K في العلاقة (2) نجد $F = m \frac{4\pi^2}{K \cdot r^3} = \frac{4\pi^2 m \cdot G \cdot M}{4\pi^2 r^3}$	

وحدة ثابت الجذب العام و تحليله البعدي $G = N \cdot m^2 / kg^2$

من عبارة قوة الجذب العام يمكن كتابة $G = F \frac{r^2}{m \cdot M}$ و حسب التحليل البعدي للقانون الثاني لنيوتن $F = a \cdot m \rightarrow [F] = [a] \cdot [m]$

$$[G] = \frac{[F] \cdot [r^2]}{[m] \cdot [M]} = \frac{[a] \cdot [m] \cdot [r^2]}{[m] \cdot [M]} = \frac{[a] \cdot [r^2]}{[M]} = \frac{\frac{m}{s^2} \cdot m^2}{Kg} = \frac{m^3}{s^2 \cdot kg}$$

طاقة الجملة كوكب-قمر عند توازن قمر صناعي تكون سرعته $V = \sqrt{g \cdot r}$ فيصبح له طاقة حركية $E_c = \frac{1}{2} M V^2$ بحيث تزداد بزيادة إرتفاعه (r).

قمر جيو مستقر نقول عن قمر إصطناعي أنه جيو مستقر إذا بقي دائماً واقعاً على الشاقول المار بنفس النقطة من الأرض، في المرجع المركزي الأرضي يوجد مسار القمر الإصطناعي في مستو يحتوي على مركز الأرض فكل الأقمار الإصطناعية الجيو مستقرة توجد في مستو واحد هو مستوي خط الإستواء.

- باختصار هو قمر يدور في جهة دوران الأرض يعني ثابت بالنسبة لنقطة من سطح الأرض.

دور قمر جيو مستقر هو المدة الزمنية التي ينجز فيها القمر الإصطناعي دورة كاملة في المرجع المركزي الأرضي و دوره مساوي لدور الأرض.

ملاحظات يمكن اعتبار الجملة نقطة مادية إذا كانت أبعادها مهملة أمام المرجع الذي تنسب إليه الحركة.

مفهوم مركز العطالة في الجملة الشبه المعزولة توجد على الأقل نقطة ساكنة أو تتحرك بحركة مستقيمة منتظمة بالنسبة لمعلم غاليلي، في ميكانيك نيوتن هذه

النقطة تنطبق دائماً على مركز الكتلة الذي يمثل مركز المسافات المتناسبة لمجموعة النقاط المادية.

المراجع العطالية (الغاليلية) المرجع العطالي هو كل مرجع يتحقق في مبدأ العطالة.

- المعلم الهيليومركزي (الشمسي).

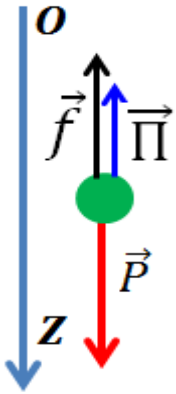
- المعلم الجيومركزي (الأرضي).

- المعلم السطحي الأرضي.

دراسة حركة السقوط الشاقولي لجسم صلب

kg	كتلة الجسم	m	القوى التي يخضع لها الجسم الصلب	
m/s^2	الجاذبية الأرضية $g = 10 N.kg^{-1}$	g		
kg/m^3	الكتلة الحجمية للمائع (هواء أو سائل)	ρ_f	$P = m g$	قوة الثقل
m^3	حجم الجسم الصلب المتحرك (يساوي حجم المائع المنزاح)	V_s	$\Pi = \rho_f V_s g$	دافعة أرخميدس
$/$	ثابت الاحتكاك	k	$f = kV$	قوة الاحتكاك
$m.s^{-1}$	سرعة الجسم	V	$f = kV^2$	$f = kv^n$

السقوط الحقيقي لجسم صلب في الهواء



- الجملة المدروسة : الجسم الصلب المتحرك
- مرجع الدراسة : سطحي أرضي نعتبره غاليليا
- القوى الخارجية المؤثرة على الجملة : الثقل ($\vec{P}$) ، دافعة أرخميدس ($\vec{\Pi}$) ، وقوة الاحتكاك ($\vec{f}$) .
- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن : $\sum \vec{F} = m a_G$ فنجد $\vec{P} + \vec{\Pi} + \vec{f} = m a_G$

$$P - \Pi - f = m a_z$$

$$mg - \rho_{air} V_{air} g - f = m \frac{dV}{dt}$$

$$\frac{mg - \rho_{air} V_{air} g}{m} = \frac{1}{m} f + \frac{dV}{dt}$$

- إن الشكل النهائي للمعادلة التفاضلية له علاقة بقيمة قوة الاحتكاك

من أجل $f = kv^2$

$$\frac{k}{m} V^2 + \frac{dV}{dt} = \frac{mg - \rho_{air} V_{air} g}{m}$$

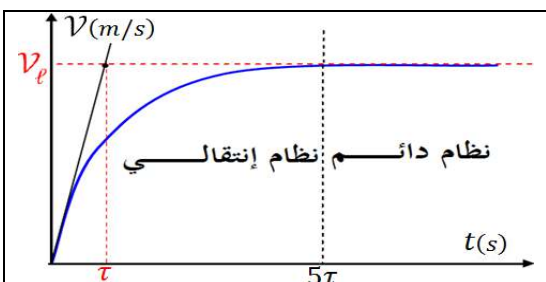
من أجل $f = kv$

$$\frac{k}{m} V + \frac{dV}{dt} = \frac{mg - \rho_{air} V_{air} g}{m}$$

- المعادلة التفاضلية هي معادلة من الدرجة الأولى حلها من الشكل $V = V_\ell (1 - e^{-t/\tau})$

- في النظام الدائم أين يكون $a = \frac{dV}{dt} = 0$ وتبلغ السرعة قيمتها الحدية V_ℓ يمكن التعويض في المعادلة التفاضلية لإيجاد V_ℓ في كلتا حالتي الاحتكاك

الطريقة 1 لإيجاد V_ℓ	الطريقة 2 لإيجاد V_ℓ	الطريقة 1 لإيجاد V_ℓ	الطريقة 2 لإيجاد V_ℓ
$\frac{k}{m} V_\ell^2 = \frac{mg - \rho_{air} V_{air} g}{m}$	$\frac{k}{m} V_\ell^2 = \frac{mg - \rho_{air} V_{air} g}{m}$	$\frac{k}{m} V_\ell = \frac{mg - \rho_{air} V_{air} g}{m}$	$\frac{k}{m} V_\ell = \frac{mg - \rho_{air} V_{air} g}{m}$
$\frac{k}{m} V_\ell^2 = \frac{mg}{m} - \frac{\rho_{air} V_s g}{m}$	$k V_\ell^2 = mg - \rho_{air} V_{air} g$	$\frac{k}{m} V_\ell = \frac{mg}{m} - \frac{\rho_{air} V_s g}{m}$	$k V_\ell = mg - \rho_{air} V_{air} g$
	$k V_\ell^2 = \rho_s V_s g - \rho_{air} V_{air} g$		$k V_\ell = \rho_s V_s g - \rho_{air} V_{air} g$
حجم المائع (المنزاح) هو نفسه حجم الجملة (S) بمعنى $V_{air} = V_s$ ومنه يصبح:			
$\frac{k}{m} V_\ell^2 = g(1 - \frac{\rho_{air}}{\rho_s})$	$k V_\ell^2 = \rho_s V_s g - \rho_{air} V_s g$	$\frac{k}{m} V_\ell = g(1 - \frac{\rho_{air}}{\rho_s})$	$k V_\ell = \rho_s V_s g - \rho_{air} V_s g$
	$k V_\ell^2 = V_s g (\rho_s - \rho_{air})$		$k V_\ell = V_s g (\rho_s - \rho_{air})$
$V_\ell = \sqrt{\frac{mg}{k} (1 - \frac{\rho_{air}}{\rho_s})}$	$V_\ell = \sqrt{\frac{V_s g}{k} (\rho_s - \rho_{air})}$	$V_\ell = \frac{mg}{k} (1 - \frac{\rho_{air}}{\rho_s})$	$V_\ell = \frac{V_s g}{k} (\rho_s - \rho_{air})$



- حل المعادلة التفاضلية هو من الشكل $V = V_\ell (1 - e^{-t/\tau})$

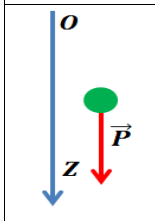
حيث $\tau = \frac{m}{k}$ هو الزمن المميز للسقوط وهندسيا يحسب من خلال تقاطع مماس البين $v = f(t)$ عند اللحظة ($t = 0$) مع المستقيم المقارب في النظام الدائم.

- V_ℓ هي السرعة الحدية وتزداد بزيادة الكتلة الحجمية للجسم الصلب ρ_s .

- تبلغ الحركة النظام الدائم (ثبات السرعة) لما $t = 5\tau$.

السقوط الحر لجسم صلب في الهواء (إهمال قوى الاحتكاك و دافعة أرخميدس)

قانون السقوط الحر إن السقوط في الفراغ غير مرتبط بالكتلة في غياب مقاومة الهواء ، كل الاجسام تسقط بالتسارع نفسه ، مهما كان شكلها أو حجمها.



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

$$\vec{P} = m\vec{a}_G$$

$$P = mg = ma_z \quad \text{بتحليل العلاقة الشعاعية على المحور (OZ) :}$$

• تطبيق القانون الثاني لنيوتن

• الجملة المدروسة : الجسم الصلب المتحرك

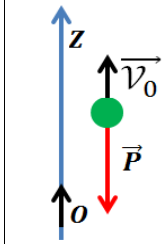
• مرجع الدراسة : سطحي أرضي نعتبره غاليليا

• القوى الخارجية المؤثرة على الجملة : الثقل ($\vec{P}$)

$$\frac{dV}{dt} = a = g \quad \text{المعادلة التفاضلية هي من الدرجة الأولى}$$

- كون $\vec{g}$ بجوار الارض ثابت (في المنحى والجهة والشدة) ، يكون $\vec{a}$ ثابت أيضا وعليه حركة جسم الصلب في سقوط شاقولي هي مستقيم متغيرة بانتظام.

- في حالة القذف بسرعة ابتدائية شاقولية نحو الأعلى (أو الأسفل)، وعملا بالشروط الابتدائية المختارة يمكن أن نحدد المعدلات الزمنية للحركة.



$$\vec{r} \begin{cases} x = 0 \\ y = 0 \\ z = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0t + z_0 \end{cases}$$

$$\vec{v} \begin{cases} V_x = 0 \\ V_y = 0 \\ V_z = -gt + V_0 \end{cases}$$

$$\vec{a} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = 0 \\ a_z = -g \end{cases}$$

- عند $t = 0$ يكون $Z = Z_0$ هي الفاصلة الابتدائية ، وليس بالضرورة الابتدائية أن تكون هي الفاصلة التي انطلق منها المتحرك).

قوانين خاصة بالسقوط الحر

$$h = \frac{1}{2}gt^2 + V_0t$$

المسافة المقطوعة (الارتفاع) حيث t هي المدة الزمنية لقطع المسافة h

$$V_B - V_A = gt$$

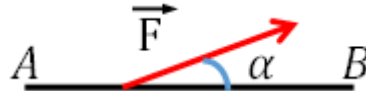
سرعة الجسم في لحظة ما إذا كانت سرعة الجسم في لحظة ما هي V_A وكانت في لحظة بعدها V_B (t هي المدة المستغرقة بين A و B)

$$V_B^2 - V_A^2 = 2gh$$

العلاقة بين السرعة والمسافة إذا كانت سرعة الجسم في لحظة ما هي V_A وكانت في لحظة بعدها V_B (h هي المسافة AB)

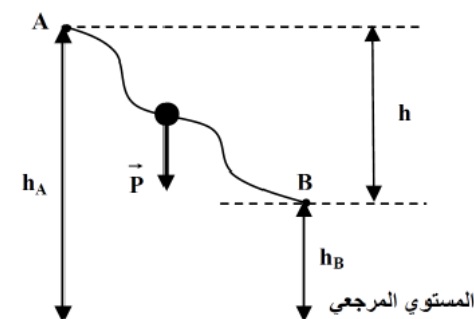
مراجعة

$$W(\vec{F}) = F \cdot d \cdot \cos \alpha$$



1- عمل قوة ثابتة

$\alpha = 0^\circ$	$0 < \alpha < 90$	$\alpha = 90^\circ$	$90 < \alpha < 180$	$\alpha = 180^\circ$
$\cos \alpha = 1$	$\cos \alpha > 0$	$\cos \alpha = 0$	$\cos \alpha < 0$	$\cos \alpha = -1$
$W = F \cdot d$	$W > 0$	$W = 0$	$W < 0$	$W = -F \cdot d$
العمل محرك	العمل محرك	العمل معدوم	العمل مقاوم	العمل مقاوم



$$W_{AB}(\vec{P}) = mg(Z_A - Z_B) = \pm mg(h_A - h_B)$$

2- عمل قوة الثقل

- في حالة إنتقال أفقي : $W_{AB}(\vec{P}) = 0$

- عمل الثقل محرك - الجسم نازل : $W_{AB}(\vec{P}) = +mg(h_A - h_B)$

- عمل الثقل مقاوم - الجسم صاعد : $W_{AB}(\vec{P}) = -mg(h_A - h_B)$

$$W_{AB}(\vec{f}) = -f \cdot AB$$

3- عمل قوة الاحتكاك

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 \text{ (jeul)}$$

4- الطاقة الحركية

$$E_{pp} = mgz = mgh \text{ (jeul)}$$

5- الطاقة الكامنة الثقالية للجملة (جسم + الارض)

6- مبدأ إنحفاظ الطاقة : الطاقة النهائية = الطاقة الابتدائية + الطاقة المكتسبة - الطاقة المقدمة

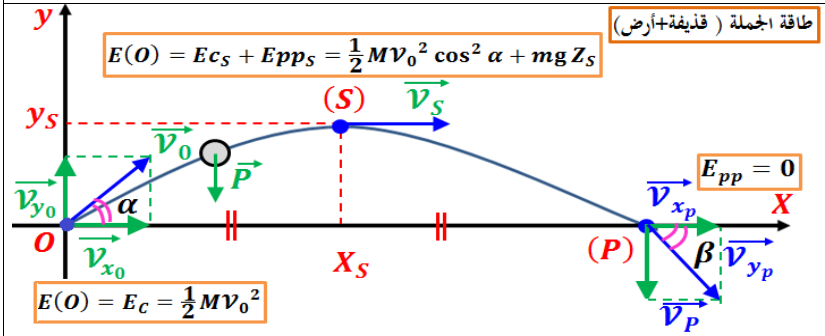
في حالة الجملة معزولة طاقيًا : الطاقة النهائية = الطاقة الابتدائية

7- إستطاعة التحويل : هي الطاقة المخولة خلال ثانية واحدة

$$P(\text{watt}) = \frac{E(\text{jeul})}{t(\text{s})}$$

حركة قذف بسرعة ابتدائية غير شاقولية

- القذيفة هي جسم يقذف من نقطة بسرعة ابتدائية يصنع شعاعها مع المستوي الأفقي التي قذفت منه زاوية $\alpha \in [0, \frac{\pi}{2}]$.
- نقذف جسم بسرعة ابتدائية $\mathcal{V}_0$ كما هو موضح في الشكل ، نختار معلما $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ بحيث يكون متواجد في المستوي (XOY).



الشروط الابتدائية	$y_0 = 0$	$x_0 = 0$
$t = 0$	$\mathcal{V}_{y0} = \mathcal{V}_0 \sin \alpha$	$\mathcal{V}_{x0} = \mathcal{V}_0 \cos \alpha$

- الجملة المدروسة : الجسم المقذوف (كروية).
- مرجع الدراسة : سطحي أرضي نعتبره غاليليا.
- القوى الخارجية المؤثرة على الجملة : الثقل $\vec{P}$.
- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن $\Sigma \vec{F} = m \vec{a}_G$
 $\vec{P} = m \vec{a}_G$

- بتحليل العلاقة الشعاعية (بالاسقاط) على المحور (OX) فنجد $P_x = m a_x$ و $0 = m a_x$
- بتحليل العلاقة الشعاعية (بالاسقاط) على المحور (OY) فنجد $P_y = m a_y$ ومنه $-mg = m a_y$ أي $a_y = -g$

- طبيعة الحركة من خلال التسارع
- مسقط حركة الجسم الصلب المقذوف على المحور (OX) هي حركة مستقيمة منتظمة ($a_x = 0$).
- مسقط حركة الجسم الصلب المقذوف على المحور (OY) هي حركة مستقيمة متغيرة بانتظام (متباطئة بانتظام)، ($a_y = -g$).

شعاع التسارع	شعاع السرعة اللحظية	شعاع الوضع (الفاصلة)
$\vec{a} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}$	$\vec{v} \begin{cases} v_x(t) = v_0 \cos \alpha \\ v_y(t) = -gt + v_0 \sin \alpha \end{cases}$	$\vec{r} \begin{cases} x(t) = v_0 \cos \alpha t \\ y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0 \sin \alpha t \end{cases}$

من (1) نجد $t = \frac{x(t)}{v_0 \cos \alpha}$

معادلة المسار بالتعويض في (2) نجد $y(t) = -\frac{1}{2}g \left(\frac{x}{v_0 \cos \alpha} \right)^2 + v_0 \sin \alpha \left(\frac{x}{v_0 \cos \alpha} \right)$

$y(t) = -\frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2(t) + \tan \alpha x(t)$

- معادلة المسار هي معادلة من الشكل $y = ax^2 + bx + c$ فهي معادلة قطع مكافئ.
- الذروة هي أعظم إرتفاع يبلغه الجسم الصلب (النقطة S) والتي يكون عندها شعاع السرعة أفقيا كما يتحقق $V_s = \frac{dy_s}{dt} = 0$
- إحداثيات الذروة (S): $(S) = \left(\frac{v_0^2}{2g} \sin 2\alpha, \frac{v_0^2}{2g} \sin \alpha \right)$
- إحداثيات المدى (P): $(P) = \left(\frac{v_0^2}{g} \sin 2\alpha, 0 \right)$
- ملاحظات - من أجل قيمة محددة للسرعة الابتدائية $\mathcal{V}_0$ ، يكون المدى أعظما لما $\sin 2\alpha = 1$ أي $(\alpha = 45^\circ)$ ترتبط قيم الذروة والمدى بالشروط الابتدائية.
- نحصل على نفس المدى من أجل زاويتين رمي هما $\left(\alpha, \left(\frac{\pi}{2} - \alpha \right) \right)$.

تطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة للجملة (قذيفة + أرض)

مبدأ انحفاظ الطاقة الطاقة النهائية للجملة = الطاقة الابتدائية + الطاقة المقدمة - الطاقة المكتسبة.

طاقة الجملة (قذيفة + أرض) في مرجع سطحي أرضي نعتبره غاليليا تتضمن طاقة حركية $E_c = \frac{1}{2}MV^2$ وطاقة كامنة ثقالية $E_{pp} = mgZ$

في حقل منتظم للجاذبية طاقة الجملة $E = E_c + E_{pp} = \frac{1}{2}MV^2 + mgZ$

لما $Z = 0$ يكون: $E(0) = E_c = \frac{1}{2}MV_0^2$

عند الذروة ($V_x = V_0 \cos \alpha, V_z = 0$) يكون:

$E(s) = E_c(s) + E_{pp}(s) = \frac{1}{2}MV_0^2 \cos^2 \alpha + mgZ_s$

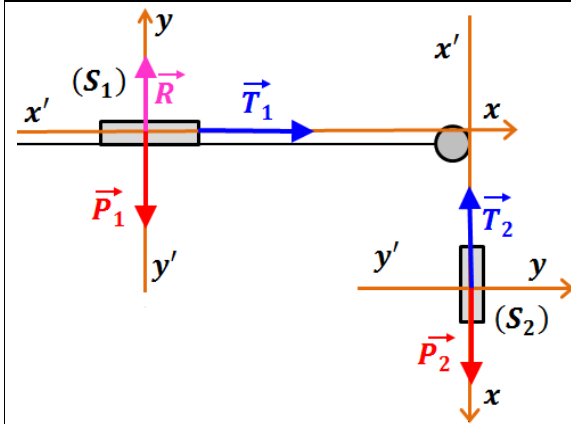
بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة $E(0) = E(s)$

$Z_s = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$ ومنه نجد $\frac{1}{2}MV_0^2 \cos^2 \alpha + mgZ_s = \frac{1}{2}MV_0^2$

في حالة تكون فيها قوة الاحتكاك غير مهمة نجد: $E(S) = E(0) - |W_m|$

حركة مركز عطالة جسم صلب على مستوي أفقي

- الجملة المدروسة : الجسم (S₂). - مرجع الدراسة : سطحي أرضي نعتبره غاليليا. - القوى الخارجية المؤثرة على الجملة : الثقل $\vec{P}$ ، شدة توتر الخيط $\vec{T}_2$ - بتطبيق القانون الثاني لنيوتن	- الجملة المدروسة : الجسم (S₁). - مرجع الدراسة : سطحي أرضي نعتبره غاليليا. - القوى الخارجية المؤثرة على الجملة : الثقل $\vec{P}$ ، شدة توتر الخيط $\vec{T}_1$ ، قوة رد الفعل $\vec{R}$ - بتطبيق القانون الثاني لنيوتن
$\sum \vec{F} = m\vec{a}_G$ $\vec{P} + \vec{R} + \vec{T}_1 = m_1\vec{a}_1$ - بتحليل العلاقة الشعاعية على المحورين (Ox) (Oy) $\begin{cases} P_x + T_{2x} = m_2a_x \\ P_y + T_{2y} = m_2a_y \\ P - T_2 = m_2a_{2x} \\ 0 + 0 = 0 \end{cases}$ $m_2g - T = m_2a_2 \quad (3)$	$\sum \vec{F} = m\vec{a}_G$ $\vec{P} + \vec{R} + \vec{T}_1 = m_1\vec{a}_1$ - بتحليل العلاقة الشعاعية على المحورين (Ox) (Oy) $\begin{cases} P_x + R_x + T_{1x} = m_1a_x \\ P_y + R_y + T_{1y} = m_1a_y \\ 0 + 0 + T_1 = m_1a_{1x} \\ -P + R + 0 = 0 \\ T = m_1a_1 \quad (1) \\ -m_1g + R = 0 \quad (2) \end{cases}$



- كون الخيط غير قابل للإمتطاط ومهمل الكتلة وكون البكرة مهمة الكتلة أيضا يكون للجسمين (S₁) ، (S₂) نفس السرعة والتسارع في كل لحظة كما تكون شدة التوتر نفسها في كل نقاط الخيط أي (a = a₁ = a₂) و (T = T₁ = T₂)

- جمع (1) و (3) طرف إلى طرف نجد :

$$T + m_2g - T = m_1a_1 + m_2a_2$$

$$m_2g = a(m_1 + m_2)$$

$$a = \frac{m_2g}{m_1 + m_2} = a_1 = a_2$$

- وعليه فإن كلا من تسارع مركز عطالة الجسم (S₁) ، (S₂) ثابت خلال الزمن ، إذن مركزي عطالة الجسمين (S₁) ، (S₂) لهما حركة مستقيمة متسارعة بانتظام على المستوي الأفقي.

$m_2g - T = m_2a$ $m_2g - m_2a = T$ $T = m_2(g - a)$	$T = m_1a = m_1 \frac{m_2g}{m_1 + m_2} \Rightarrow T = \frac{m_1m_2g}{m_1 + m_2}$ (1) من العلاقة	توتر الخيط كلا من العلاقتين يؤديان إلى نفس النتيجة
--	--	---

حركة مركز عطالة جسم صلب على مستوي مائل

	- الجملة المدروسة : الجسم (S). - مرجع الدراسة : سطحي أرضي نعتبره غاليليا. - القوى الخارجية المؤثرة على الجملة : الثقل ($\vec{P}$) ، قوة الاحتكاك ($\vec{f}$) ، قوة رد الفعل ($\vec{R}$). - بتطبيق القانون الثاني لنيوتن
$\sum \vec{F} = m\vec{a}_G$ $\vec{P} + \vec{R} + \vec{f} = m\vec{a}_G$ - بتحليل العلاقة الشعاعية على المحورين (Ox) (Oy) $\begin{cases} P_x + R_x + f_x = ma_x \\ P_y + R_y + f_y = ma_y \\ P \sin \alpha + 0 - f = ma \\ -P \cos \alpha + R + 0 = 0 \\ mg \sin \alpha - f = ma \quad (1) \\ -mg \cos \alpha + R + 0 = 0 \quad (2) \end{cases}$	

طبيعة الحركة (g, sin α, m, f) ثوابت لذا يكون a ثابت وكون أن مسار مركز عطالة الجسم (S) مستقيم تكون حركته على المستوي المائل <u>حركة مستقيمة متغيرة بانتظام</u>.	من (1) يكون $a = \frac{mg \sin \alpha - f}{m} \Rightarrow a = g \sin \alpha - \frac{f}{m}$
عبارة قوة رد الفعل المستوي المائل على الجسم (S) من العلاقة (2) يكون: $R = mg \cos \alpha$	عبارة التسارع في غياب الاحتكاك (f = 0) في غياب الاحتكاك تكون عبارة التسارع: $a = g \sin \alpha$

حدود ميكانيك نيوتن

- ميكانيك نيوتن يصف حركة الجملة الميكانيكية، وطاقاتها تأخذ جميع القيم، ولكنه عاجز على تفسير النظام المجري (ذرة - نواة) الشبيه بالنظام الشمسي، عندما ينتهي ميكانيك نيوتن عند حدود معينة تظهر الفيزياء الحديثة (ميكانيك الكم، النسبية).

النسبية بين غاليلي و أينشتاين يبقى ميكانيك نيوتن صالحا للتطبيق على الأجسام التي لها سرعات أقل بكثير من سرعة الضوء، بحيث يقوم على أساس أن زمن ملاحظة الظاهرة يوافق تماما زمن حدوثها، وهذا لا يحدث في العالم اللامتناهي الكبر والصغر مثلا: قوة التجاذب الميكانيكي والكهربائي بين بروتون و إلكترون:

$$m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{Kg}, \quad m_p = 1.67 \times 10^{-27} \text{Kg}, \quad |e| = |-e| = 1.6 \times 10^{-19} \text{C}$$

$$\frac{F_g}{F_e} = 4.4 \times 10^{-40} \quad \Leftarrow \quad e \begin{cases} F_g = G \frac{m_p \cdot m_e}{d^2} & G = 6.67 \cdot 10^{-11} \\ F_e = K \frac{|e| \cdot |-e|}{d^2} & K = 9 \cdot 10^9 \end{cases}$$

- قوة التجاذب الميكانيكي F_g تكون ضعيفة جدا أمام قوة التجاذب الكهربائي فيمكن إهمالها في العالم الميكروسكوبي.

طاقة الجملة بروتون - إلكترون حسب ميكانيك نيوتن يمكن للإلكترون أن يرسم حول النواة مدارات مختلفة مما يعطي الجملة طاقات حركية مختلفة، إلا أن الدراسات التجريبية لطيف ذرة الهيدروجين تبين أن أطيف الإصدار و الامتصاص تكون ذات أطوال موجات محدودة تماما، مما تبين أن الطاقة مكتملة ولا يمكن أن تكون مستمرة.

- عندما ينتهي ميكانيك نيوتن عند حدود معينة يظهر الميكانيك النسبي وميكانيك الكم، إذ ميكانيك نيوتن يكتمل بتدعيم ميكانيك الكم لتفسير بعض الظواهر.

تفسير بعض الظواهر الفيزيائية

- فرضية بلانك - أينشتاين بين العالم بلانك أن الطاقة المحمولة على الموجات الضوئية تكون بشكل كمات، ثم بين فيما بعد العالم أينشتاين أن هذه الكمات محمولة من طرف جسيمات عديمة الشحنة وعديمة الكتلة تسمى الفوتونات.

مفهوم الفوتون تفسير الأطياف الذرية بأن الضوء ذو طبيعة جسمية موجبة، فالضوء وحيد اللون يتكون من حبيبات من الطاقة (كمات) تدعى الفوتونات (لا كتلة ولا شحنة)، كل فوتون يحمل طاقة قدرها:	h	ثابت بلانك ($h = 6.62 \times 10^{-34}$)
	v	توتر الإشعاع ويقدر بالهرتز (Hz)
	λ	طول الموجة ويقدر بالمتر (m)

$$E = \frac{h \cdot c}{\lambda} = hv$$

فرضية بور وسويات الطاقة

تدور الإلكترونات في الذرة على مدارات معينة (مكممة) تدعى المدارات المستقرة (سويات الطاقة)، عندما تقفز الإلكترونات من سوية طاقة إلى سوية طاقة أدنى فإنها تشع كما واحد تعطي طاقته بالفرق بين طاقتي السويتين:

$$\Delta E = E_2 - E_1 = hv$$

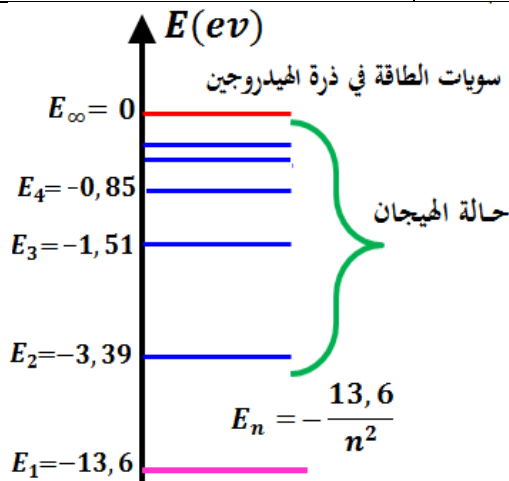
- وعند الامتصاص يكون العمل العكسي

- تعطي طاقة السويات في ذرة الهيدروجين بالعلاقة

$$E_n = -\frac{13.6}{n^2}$$

- بحيث سوية الطاقة الأساسية $E_0 = -13.6 \text{ ev}$

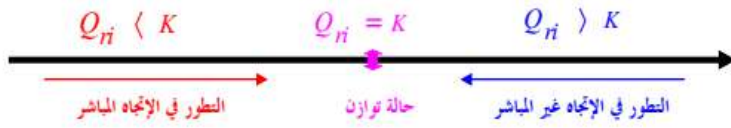
و n رقم السوية



1- التطور التلقائي لجملة كيميائية

• جهة التطور التلقائي لجملة كيميائية

من أجل معرفة جهة تطور جملة كيميائية يجب مقارنة كسر التفاعل Q_r وثابت التوازن K



$Q_{ri} < K$: الجملة تتطور في الاتجاه المباشر لمعادلة التفاعل
 $Q_{ri} > K$: الجملة تتطور في الاتجاه المعاكس لمعادلة التفاعل
 $Q_{ri} = K$: الجملة في حالة توازن (الجملة لا تخضع لأي تطور)

2- الأسترة وإماهة الأسترة

تعريف الأسترات هي مركبات عضوية تحتوي على الأوكسجين والكربون والهيدروجين، يمكن اصطناعها من الكحولات والأحماض الكربوكسيلية

الصيغة الجزيئية النصف المفصلة

الصيغة العامة أو المجلدة

حيث R, R' جذران ألكيليان

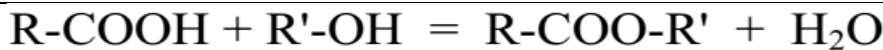


$C_n H_{2n} O_2$ حيث $n \geq 2$

ملاحظة تسمى ذرة الكربون الحاوية على المجموعة الوظيفية الكربوكسيلية ($-\text{COO}-$) بـ الكربون الوظيفي

❖ تفاعل الأسترة

تعريف هو تفاعل يحدث بين حمض كربوكسيلي ($R - \text{COOH}$) وكحول ($R' - \text{OH}$) لينتكون نتيجة لذلك أستر ($R - \text{COO} - R'$) وماء (H_2O)



المعادلة

• خواص تفاعل الأسترة

خواص تفاعل الأسترة يتميز تفاعل الأسترة بالخواص التالية: بطيء جدا - محدود (غير تام) - لا حراري - عكوس

تسريع تفاعل الأسترة تستعمل عدة طرق من أهمها إضافة قطرات من الكبريت المركز إلى المزيج المتكون من الحمض الكربوكسيلي والكحول، ثم يوضع المزيج داخل حمام مائي درجة حرارته ثابتة

• مردود تفاعل الأسترة n_f : كمية الأستر الناتج، n_0 : كمية الحمض أو الكحول الابتدائية

أثبتت التجارب أن تفاعل الأسترة يتعلق بصنف الكحول كمايلي:

صنف الكحول	مردود الأسترة
كحول أولي	67%
كحول ثانوي	60%
كحول ثالثي	5% → 10%

يعرف مردود تفاعل الأسترة والذي يرمز له بـ: r

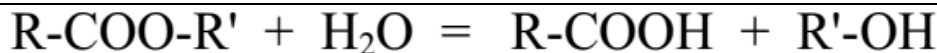
$$\text{لدينا: } \tau_f = \frac{X_f}{X_{\max}} = \frac{n_f(\text{ester})}{n_0(\text{acide})}$$

ومنه: $r(\text{Estérification/الأسترة}) = \tau_f \times 100$

$$r = \frac{X_f}{X_{\max}} \times 100$$

❖ تفاعل إماهة الأسترة

تعريف هو تفاعل يحدث بين أستر ($R - \text{COO} - R'$) وماء (H_2O) لينتكون حمض كربوكسيلي ($R - \text{COOH}$) وكحول ($R' - \text{OH}$)



المعادلة

• خواص تفاعل إماهة الأسترة نفس الخواص ويمكن القول أنه التفاعل المعاكس لتفاعل الأسترة

• مردود تفاعل الأسترة n_f : كمية الأستر الناتج، n_0 : كمية الحمض أو الكحول الابتدائية

أثبتت التجارب أن تفاعل الأسترة يتعلق بصنف الكحول كمايلي:

صنف الكحول	مردود الأسترة
كحول أولي	33%
كحول ثانوي	40%
كحول ثالثي	90% → 95%

يعرف مردود تفاعل الأسترة والذي يرمز له بـ: r

$$\text{لدينا: } \tau_f = \frac{X_f}{X_{\max}} = \frac{n_f(\text{acide})}{n_0(\text{ester})}$$

ومنه: $r(\text{Réhydratation/الإماهة}) = \tau_f \times 100$

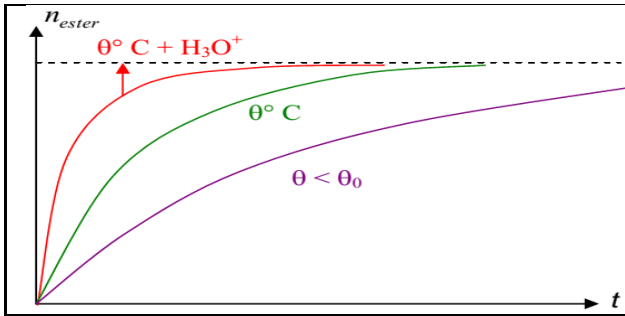
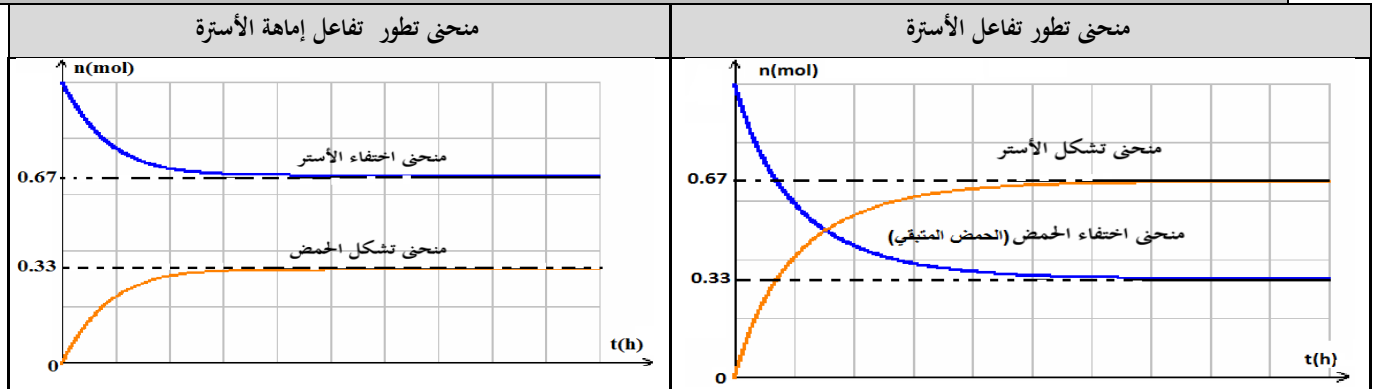
$$r = \frac{X_f}{X_{\max}} \times 100$$

$$r(\text{Réhydratation/الإماهة}) + r(\text{Estérification/الأسترة}) = 100$$

3- ثابت التوازن

في حالة تفاعل إمامة الأسترة	في حالة تفاعل الأسترة
$K = \frac{[n_{acid}][n_{alcol}]}{[n_{ester}][n_{eau}]}$	$K = \frac{[n_{ester}][n_{eau}]}{[n_{acid}][n_{alcol}]}$

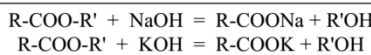
4- منحنى تطور تفاعل الأسترة



- مراقبة سرعة تفاعل الأسترة (إمامة الأسترة): تزداد سرعة التفاعل دون تغير المردود
- إذا زادت درجة حرارة المزيج
 - إضافة قطرات من حمض الكبريت المركز (زيادة شوارد H_3O^+)
- مراقبة مردود التفاعل: يزداد مردود التفاعل في الحالات التالية
- إستعمال مزيج ابتدائي غير متساوي المولات
 - إستعمال كلور الأسيل في مكان الحمض الكربوكسيلي مما يجعل التفاعل تاما

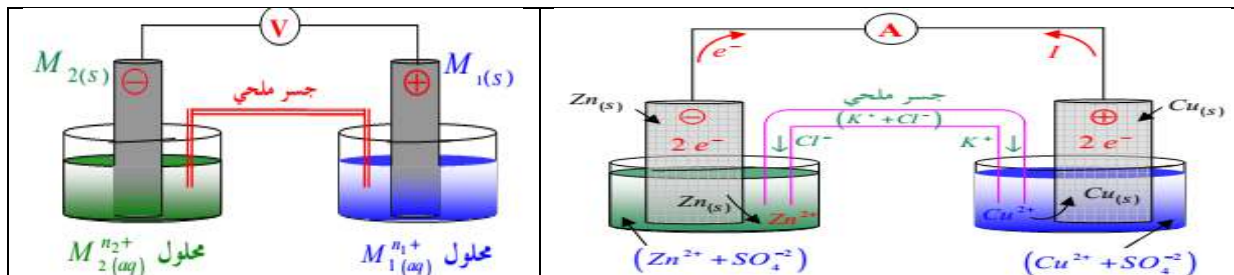
5- تحولات الأسترة وإمامة الأسترة (تطبيق تفاعل التصبن في صناعة الصابون)

- تفاعل تصبن الأستر: تصبن الأستر ($R - COO - R'$) هو تفاعل تام يحدث بين هذا الأستر وأساس قوي مثل هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ أو هيدروكسيد البوتاسيوم KOH ، لينتج إثر ذلك كحول $R'OH$ وملح كربوكسيلات الصوديوم ($R - COONa$) في حالة استعمال هيدروكسيد الصوديوم، وكربوكسيلات البوتاسيوم ($R - COOK$) في حالة استعمال هيدروكسيد البوتاسيوم وفق المعادلة



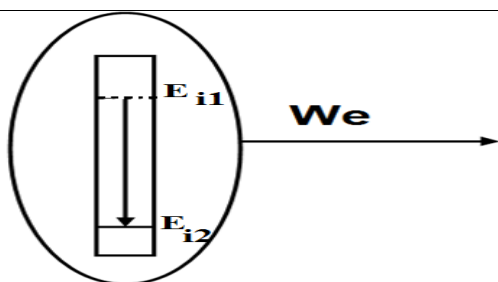
1- الأعمدة (خاص بالشعب الرياضية)

التحول التلقائي	هو تحول كيميائي يحدث بشكل عفوي من دون تأثير خارجي ويكون بتحويل إلكتروني بشكل مباشر أو غير مباشر
العمود	يتكون من نصفي عمود موصولين بجسر ملحي يسمح بمرور التيار الكهربائي وذلك بانتقال الشوارد بين نصفي العمود
نصف العمود الأول	يتكون من صفيحة معدنية M_1 مغمورة في محلول يحتوي على شوارد نفس المعدن M_1^{n1+}
نصف العمود الثاني	يتكون من صفيحة معدنية M_2 مغمورة في محلول يحتوي على شوارد نفس المعدن M_2^{n2+}
الجسر الملحي	أنبوب على شكل حرف U يربط بين نصفي العمود يحتوي على محلول ملحي يضمن النقل الكهربائي بين نصفي العمود
المسرىين	المسرى (+) يتم عنده إرجاع الشوارد الموجبة يسمى مهبط المسرى (-) يتم عنده أكسدة المعدن يسمى المصعد
الرمز الاصطلاحي للعمود	إذا كان المسرى M_1 هو القطب الموجب والمسرى M_2 هو القطب السالب يرمز اصطلاحا للعمود بالرمز $\ominus M_2' / M_2^{n2+} // M_1^{n1+} / M_1 \oplus$
مثال	عمود دانيال يعطي رمزه الاصطلاحي: $\ominus Zn / Zn^{2+} // Cu^{2+} / Cu \oplus$



مفاهيم

1. القوة الكهربائية للعمود: تمثل فرق الكمون بين مسريي العمود، تقاس بجهاز الفولطمتر الذي يسمح بتحديد قطبي العمود		
العلاقة	$E = V^+ - V^-$ حيث V^+ يمثل كمون القطب الموجب، V^- يمثل كمون القطب السالب	
ملاحظة	- العمود خارج التوازن ينتج تيار كهربائي : $Q_r \neq K \rightarrow I \neq 0$ - العمود في حالة توازن لا ينتج تيار كهربائي : $Q_r = K \rightarrow I = 0$	
2. كمية الكهرباء التي ينتجها العمود خلال اشتغاله		
تعريف الفارادي (F) الفارادي هو كمية الكهرباء التي ينتجها 1mol من الالكترونات خلال حركتها		
$1F = N_A \times e$ حيث N_A يمثل عدد أفوغادرو، e تمثل الشحنة العنصرية		
في جملة الوحدات الدولية تعطى قيمة الفارادي $1F = N_A \times e = 6.023.10^{23} \times 1.6.10^{-19} = 96500C/mol$		
3. كمية الكهرباء التي ينتجها العمود خلال مدة زمنية Δt إذا كان X هو التقدم التفاعل المنمذج للتحويل الكيميائي الذي يحدث في العمود خلال مدة زمنية Δt		
تعطى عبارة كمية الكهرباء Q المنتجة خلال مدة زمنية Δt بالعلاقة	$Q = z.X.F$	عدد الالكترونات المتبادلة خلال التحويل الكيميائي في العمود
	$Q = I.\Delta t$	شدة التيار المار في العمود
ملاحظة في نهاية التحويل تعطى كمية الكهرباء النهائية $Q = z.X_f.F$		
- إذا كان التحويل تام يكون $X_f = X_{max}$ تكون كمية الكهرباء أعظمية $Q_{max} = z.X_{max}.F$		
4. الحصلة الطاقة في عمود كهربائي عند اشتغال العمود الكهربائي، يحدث تغير في الطاقة الداخلية لجملة بسبب التحويل الكيميائي الذي يكون مصحوبا بتحويل كهربائي W		



$$E_{i1} - W_e = E_{i2}$$

المركب العضوي	الصفة نصف المنشورة	التسمية	السلسلة الرئيسية
الكحولات	$R-CH_2-OH$	رقم الجذر اسم الجذر اسم السلسلة الرئيسية	ألكا + ول (OL)
$C_nH_{2n+1}-OH$ أو $R-OH$	$R_1-CHOH-R_2$		
	$R_1-R_2-R_3CHOH$		
الاحماض الكربوكسيلية	$R-COOH$	رقم الجذر اسم الجذر اسم السلسلة الرئيسية	ألكا + ويك (Oique)
الاسترات	$R_1-COO-R_2$	رقم الجذر اسم الجذر اسم السلسلة الرئيسية، رقم الجذر اسم الجذر	ألكا + وات (Oate)