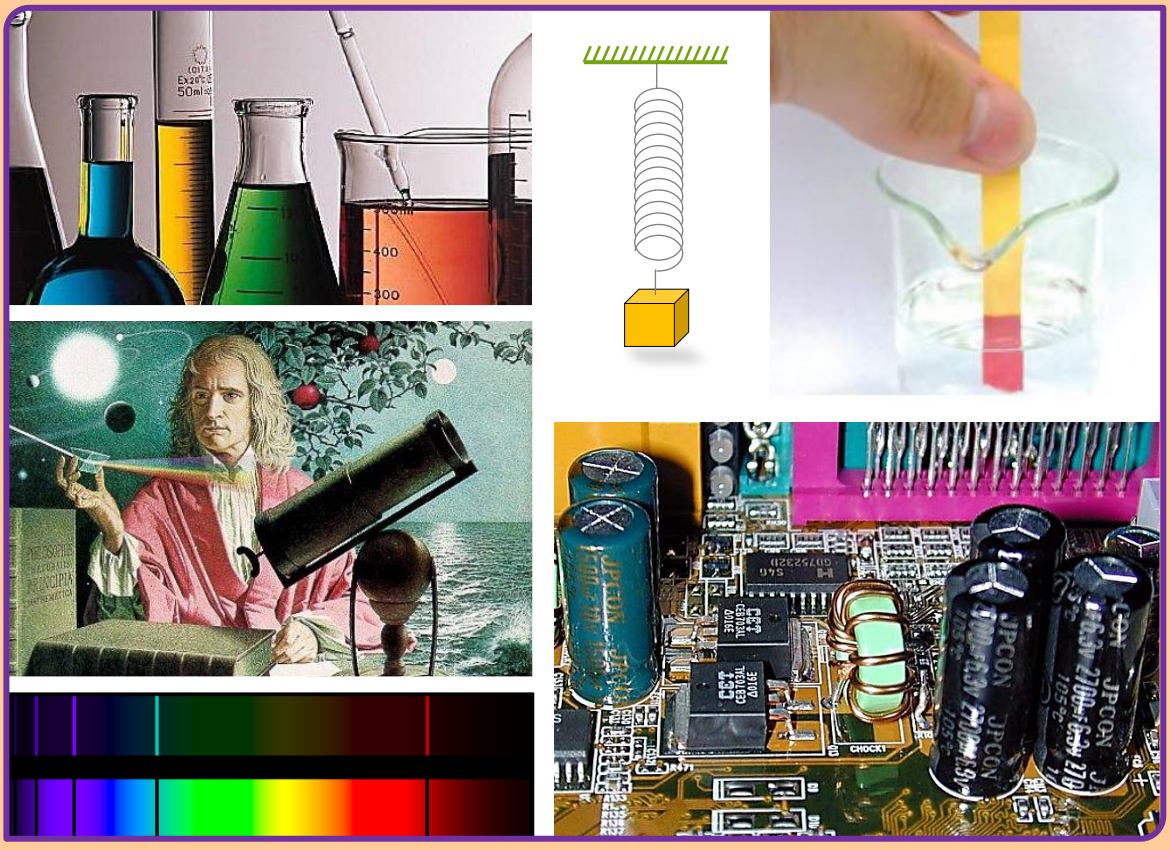
ملخص الدروس

مسلك علوم الحياة و الأرض

الفيزياء & الكيمياء 2

- الموجات.
- التحولات النووية.
- الكهرباء.
- الميكانيك.

- التحولات السريعة و التحولات البطيئة لمجموعة كيميائية.
- التحولات غير الكلية لمجموعة كيميائية.
- منحى تطور مجموعة كيميائية.
- كيفية التحكم في تطور المجموعات الكيميائية.



وفق الأطر المرجعية المحينة

لوزارة التربية الوطنية - SVT

PHYSIQUE CHIMIE

إعداد : ذ. ياسين الدراز

yassinderaz@gmail.com

yassin.derraz@taalim.ma

https://web.facebook.com/yassinderraz

ثانوية الرازي التأهيلية – ترجيست ص.ب. 200

المديرية الإقليمية بالحسيمة.

الفيزياء و الكيمياء

2016
2017

ثانوية الرازي التأهيلية - ترجيست | **ملخص الدروس** | إعداد : ذ. ياسين الدراز

معارف أساسية في مادة الفيزياء و الكيمياء للسنة الثانية من سلك البكالوريا

- مسلك علوم الحياة و الأرض - (SVT) .
- مسلك العلوم و التكنولوجيات .

أهم ما يجب تذكره و معرفته من برنامج الفيزياء و الكيمياء بالسنة الثانية من سلك البكالوريا

الفيزياء – نسبة الأهمية: 67%

الموجات
- الموجات الميكانيكية المتوالية.
- الموجات الميكانيكية المتوالية الدورية.
- انتشار موجة ضوئية

التحولات النووية
- التناقص الإشعاعي.
- النوى – الكتلة و الطاقة.

الكهرباء
- ثنائي القطب RC.
- ثنائي القطب RL.
- الذبذبات الحرة في دارة RLC متوالية.
- ☒ الذبذبات القسرية في دارة RLC متوالية (خاص SM)
- ☒ الموجات الكهرمغنطيسية و تضمين الوسع.

الميكانيك
- قوانين نيوتن.
- تطبيقات: السقوط الرأسي لجسم صلب.
- تطبيقات: الحركات المستوية.
- ☒ تطبيقات: الأقمار الاصطناعية و الكواكب.
- ☒ حركة دوران جسم صلب حول محور ثابت.
- المجموعات الميكانيكية المتذبذبة.
- ☒ المظاهر الطاقية.
- ☒ الذرة و ميكانيك نيوتن.

الكيمياء – نسبة الأهمية: 33%

الجزء 1
- ✍ **التحولات السريعة و التحولات البطيئة لمجموعة كيميائية.**
- التحولات السريعة و التحولات البطيئة.
- التتبع الزمني لتحول كيميائي، سرعة التفاعل.

الجزء 2
- ✍ **التحولات غير الكلية لمجموعة كيميائية.**
- التحولات الكيميائية التي تحدث في المنحيين.
- حالة توازن مجموعة كيميائية.
- التحولات المقرونة بالتفاعلات حمض – قاعدة في محلول مائي.

الجزء 3
- ✍ **منحى تطور مجموعة كيميائية.**
- التطور التلقائي لمجموعة كيميائية.
- التحولات التلقائية في الأعمدة و تحصيل الطاقة.
- ☒ أمثلة لتحولات قسرية.

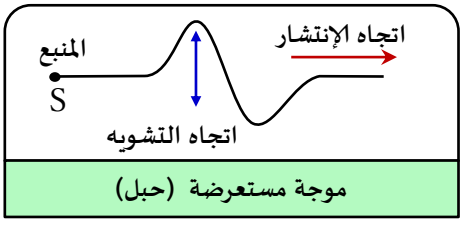
الجزء 4
- ✍ **كيفية التحكم في تطور المجموعة الكيميائية.**
- تفاعلات الأسترة و الحلمأة.
- التحكم في تطور المجموعات الكيميائية بتغيير متفاعل.

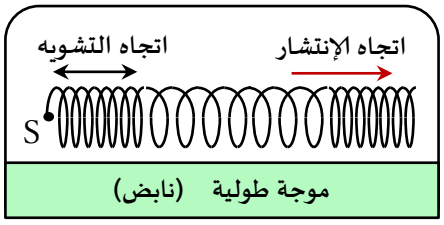
❶ **الموجة الميكانيكية المتوالية** : هي ظاهرة انتشار إشارة (تشويه) في وسط مادي مرن.

ملاحظة: أثناء انتشار موجة، تنتقل الطاقة و لا تنتقل المادة.

✍ **تكون الموجة مستعرضة** إذا كان اتجاه انتشارها **عموديا** على اتجاه التشويه. كأمواج البحر.

✍ **تكون الموجة طولية** إذا كان اتجاه انتشارها **موازيا** مع اتجاه التشويه: كالموجة الصوتية.





⬅ تكون الموجة **أحادية البعد** إذا انتشرت في **اتجاه واحد**: ..... **مثال:** ← موجة طول حبل و نابض.

⬅ تكون الموجة **ثنائية البعد** إذا انتشرت في **مستوى واحد**: ..... **مثال:** ← موجة فوق سطح الماء.

⬅ تكون الموجة **ثلاثية البعد** إذا انتشرت في **جميع الاتجاهات**: ..... **مثال:** ← الموجة الصوتية.

❷ **سرعة انتشار موجة:**

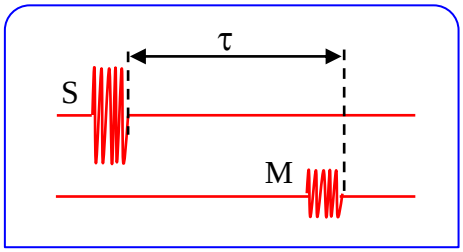
d : المسافة المقطوعة بالمتر (m).
Δt : المدة الزمنية المستغرقة بالثانية (s).
V : سرعة الانتشار بـ $m.s^{-1}$.

$$V = \frac{d}{\Delta t}$$

❸ **التأخر الزمني** τ : هو المدة الزمنية اللازمة لمرور الموجة من نقطة S إلى نقطة أخرى M: $\tau = t_M - t_S$.

❹ تعبير السرعة V بدلالة التأخر الزمني τ هو :

$$V = \frac{SM}{\tau}$$

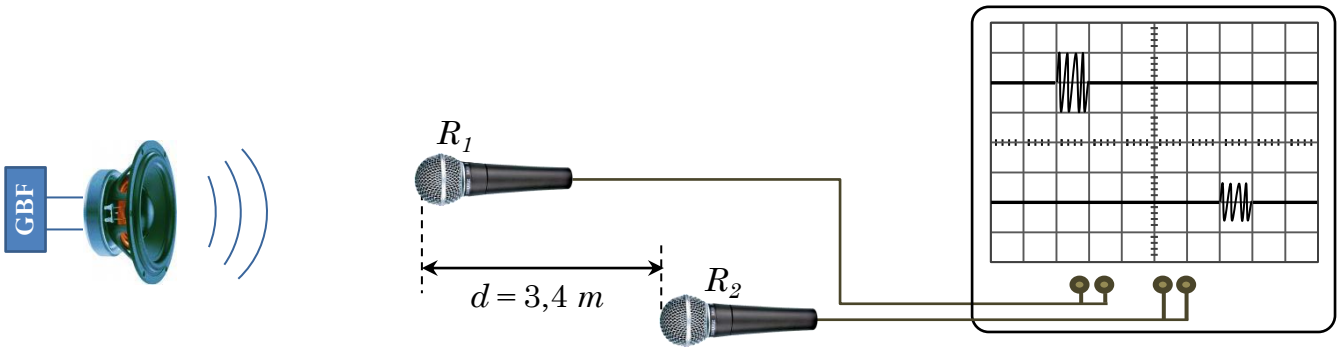


⬅ تتعلق سرعة الانتشار V لموجة بطبيعة الوسط: (مرونته و صلابته و قصوره و درجة حرارته).

⬅ الموجات الميكانيكية لا تنتشر في الفراغ.

⬅ العلاقة بين استطالة نقطة M من وسط الانتشار و استطالة المنبع S: $y_M(t) = y_S(t-\tau)$ أو $y_S(t) = y_M(t+\tau)$

❺ **مثال:** قياس سرعة موجة صوتية: (*حسب سرعة انتشار الموجات الصوتية في الهواء* .الحساسية الأفقية: $2\ ms/div$)



جواب: $V = \frac{d}{\Delta t} = \frac{3,4}{5 \times 2.10^{-3}} = 340\ m.s^{-1}$

الموجات الميكانيكية المتوالية

❶ **الموجة الميكانيكية المتوالية** : هي ظاهرة انتشار إشارة (تشويه) في وسط مادي مرن.

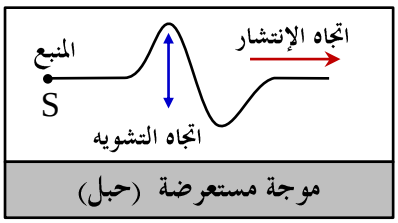
✍ تكون الموجة مستعرضة إذا كان اتجاه انتشارها عمودي على اتجاه التشويه. كأمواج البحر.

✍ تكون الموجة طولية إذا كان اتجاه انتشارها موازيا مع اتجاه التشويه: كالموجة الصوتية.

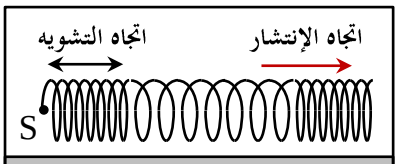
☜ تكون الموجة أحادية البعد إذا انتشرت في اتجاه واحد: ← موجة طول حبل و نابض.

☜ تكون الموجة ثنائية البعد إذا انتشرت في مستوى واحد: ← موجة فوق سطح الماء.

☜ تكون الموجة ثنائية البعد إذا انتشرت في جميع الاتجاهات: ← الموجة الصوتية.



موجة مستعرضة (حبل)



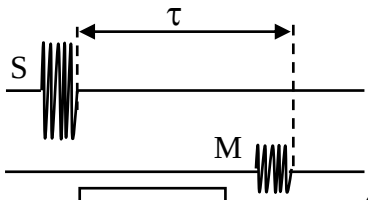
موجة طولية (نابض)

❷ **سرعة انتشار موجة:**

$V = \dfrac{d}{\Delta t}$

d : المسافة المقطوعة بالمتر (m) .
Δt : المدة الزمنية المستغرقة بالثانية (s) .
V : سرعة الانتشار بـ $m.s^{-1}$.

❸ **التأخر الزمني τ :** هو المدة الزمنية اللازمة لمرور الموجة من نقطة S إلى نقطة أخرى M:



$\tau = t_M - t_S$

❹ **تعبير السرعة V بدلالة التأخر الزمني τ** : $V = \dfrac{SM}{\tau}$.

- تتعلق سرعة الانتشار V لموجة بطبيعة الوسط: (مرونته و صلابته و قصوره و درجة حرارته).
- أثناء انتشار موجة تنتقل الطاقة بينما المادة لا تنتقل.
- العلاقة بين استطالة نقطة M من وسط الانتشار و استطالة المنبع S: $y_M(t) = y_S(t-\tau)$.

الموجات الميكانيكية المتوالية الدورية

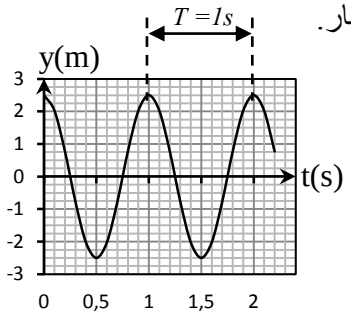
❑ **الموجة الميكانيكية المتوالية الدورية:** هي الظاهرة الناتجة عن انتشار تشويه **دوري** في وسط الانتشار.

❑ **الموجة الميكانيكية المتوالية الجيبية:** هي الظاهرة الناتجة عن انتشار تشويه **جيبي** في وسط الانتشار.

✍ **طول الموجة λ** : هو أصغر مسافة بين نقطتين لهما نفس الحالة الاهتزازية. (الوحدة m).

✍ **الدور T** : هو المدة الزمنية التي تتكرر فيها الظاهرة بكيفية مماثلة. (الوحدة s).

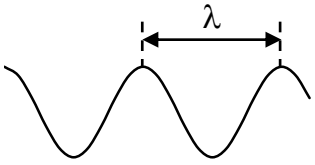
✍ **التردد N** : هو مقلوب الدور T : $N = \dfrac{1}{T}$ وحدته الهرتز (Hz) .



▪ **سرعة انتشار موجة ميكانيكية دورية:** $V = \dfrac{\lambda}{T} = \lambda.N$.

▪ **ظاهرة الحيود:** هي الظاهرة الناتجة عن تغيير اتجاه انتشار الموجة عند مصادفتها لحاجز به فتحة عرضها a أصغر من طول الموجة λ : $a < \lambda$.

☜ للموجة الواردة و الموجة المحيدة نفس التردد N و نفس طول الموجة λ .

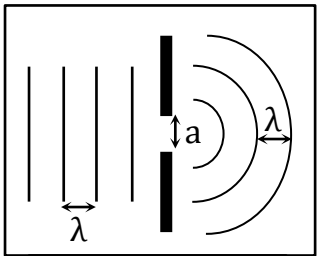


انتشار موجة طول حبل

○ **الوسط المبدد:** هو كل وسط تتعلق فيه سرعة الانتشار V بتردد المنبع N .

○ **مقارنة حركتي نقطتين M و N من وسط الانتشار:**

➤ $MN = k.\lambda \Leftarrow$ توافق في الطور. ➤ $MN = k.\lambda + \dfrac{\lambda}{2} \Leftarrow$ تعاكس في الطور. $(k \in \mathbb{N})$.



ظاهرة حيود موجة على سطح الماء: $a < \lambda$

استعمال الوماض لدراسة حركة دورية:

✠ ليكن: T_S و N_S دور و تردد الوماض . ✠ و T و N دور و تردد الموجة.

↩ $T_S = k.T$ أو $N = k.N_S$: توقف ظاهري للموجة.

↩ $T_S > T$ (بقليل) أو $N > N_S$ (بقليل): حركة بطيئة للموجة في المنحى الحقيقي للانتشار.

↩ $T_S < T$ (بقليل) أو $N < N_S$ (بقليل): حركة بطيئة للموجة عكس المنحى الحقيقي للانتشار.

انتشار موجة ضوئية

الضوء موجة كهرمغنطيسية مستعرضة تنتشر في الفراغ و في الأوساط المادية الشفافة.

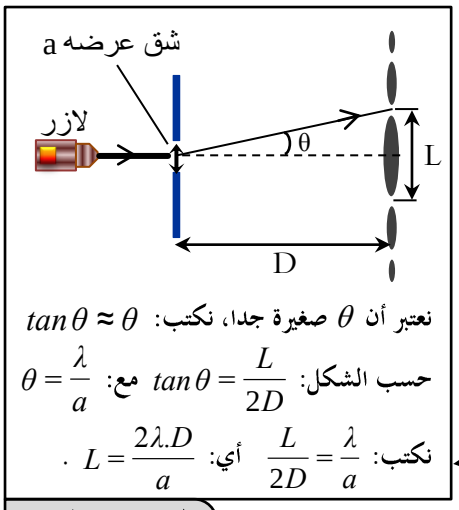
- **سرعة انتشار الموجات الضوئية في الفراغ:** $c = 3.10^8\ m/s$.
- **سرعة انتشار الموجات الضوئية في الأوساط المادية الشفافة :** $\boxed{V = \frac{\lambda}{T} = \lambda.N}$.

! في الفراغ يكون لدينا: $c = \frac{\lambda_0}{T} = \lambda_0.N$ (λ_0 طول الموجة في الفراغ).

- **ظاهرة حيود موجة ضوئية:** أثناء حيود موجة ضوئية تتحقق العلاقة :

$\boxed{\theta = \frac{\lambda}{a}}$

θ : الفوق الزاوي بين مركز البقعة المركزية المضيئة و أول بقعة مظلمة.
a : عرض الشق، و شرط حدوث ظاهرة الحيود هو: $a < \lambda$.
λ : طول الموجة بالمتر (m)، θ بالراديان (rad) و a بالمتر (m) .



نعتبر أن θ صغيرة جدا، نكتب: $\tan\theta \approx \theta$

حسب الشكل: $\tan\theta = \frac{L}{2D}$ مع: $\theta = \frac{\lambda}{a}$

نكتب: $\frac{L}{2D} = \frac{\lambda}{a}$ أي: $L = \frac{2\lambda.D}{a}$.

ظاهرة حيود الضوء

- **عرض البقعة المركزية:** نبين أن : $L = \frac{2\lambda.D}{a}$ (! يجب البرهنة عليها) CQFD

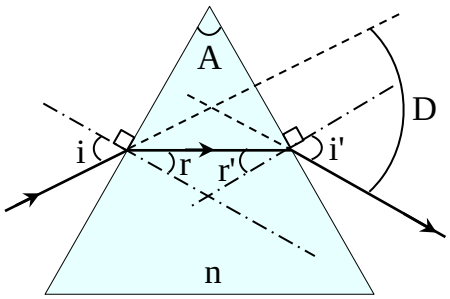
تبدد الضوء: هو الظاهرة التي تمكن من فصل الإشعاعات ذات الألوان المختلفة.

الضوء المتعدد الألوان: هو كل لون يحتوي على عدة ألوان: كالضوء الأبيض مثلا.

- يتبدد الضوء الأبيض عند مروره عبر موشور.
- يعرف معامل الانكسار n لوسط شفاف بالعلاقة : $\boxed{n = \frac{c}{V}}$ نبين أن: $n = \frac{\lambda_0}{\lambda}$.

- **العلاقات المميزة للموشور:**

$sin\,i = n\,sin\,r$ ، $sin\,i' = n\,sin\,r'$ ، $A = r + r'$ ، $D = i + i' - A$



انكسار الضوء بواسطة موشور

التناقص الإشعاعي

- **نواة الذرة:** تتكون النواة من Z بروتون و N نوترون و نرمز لها بـ ${}^{A}_{Z}X$ ، حيث A يمثل عدد النويات : $A = Z + N$.

النظائر: هي نويدات لها نفس عدد البروتونات Z و تختلف من حيث عدد النوترونات N . (مثال ${}^{12}_{6}C$ و ${}^{13}_{6}C$ و ${}^{14}_{6}C$).

النشاط الإشعاعي: تفتت نووي طبيعي غير مرتقب في الزمن لنواة غير مستقرة – تسمى نواة مشعة - إلى نواة متولدة أكثر استقراراً مع انبعاث دقيقة أو عدة دقائق تسمى إشعاعات نشيطة.

قانونا صودي للإنحفاظ: خلال تحول نووي تنحفظ الشحنة الكهربائية Z و عدد النويات A.

${}^{A_1}_{Z_1}X_1 + {}^{A_2}_{Z_2}X_2 \rightarrow {}^{A_3}_{Z_3}X_3 + {}^{A_4}_{Z_4}X_4$ و $Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$ و $A_1 + A_2 = A_3 + A_4$.

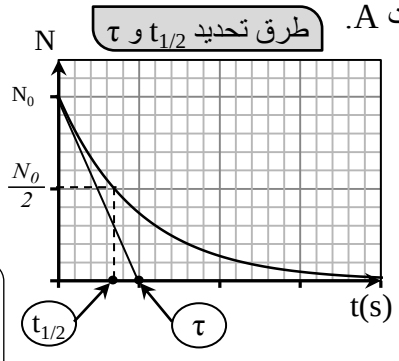
النشاط الإشعاعي α : هو انبعاث نواة الهيليوم حسب المعادلة: ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He$

النشاط الإشعاعي β^+ : هو انبعاث بوزيترون حسب المعادلة: ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{1}e$

النشاط الإشعاعي β^- : هو انبعاث إلكترون حسب المعادلة: ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e$

النشاط الإشعاعي γ: هو انبعاث موجات كهرمغنطيسية: ${}^{A}_{Z}X^* \rightarrow {}^{A}_{Z}X + \gamma$

طرق تحديد $t_{1/2}$ و τ



قانون التناقص الإشعاعي: $\boxed{N(t) = N_0 e^{-\lambda.t}}$ و نبين أن : $m(t) = m_0 e^{-\lambda.t}$

ثابتة الزمن: $\boxed{\tau = \frac{1}{\lambda}}$

عمر النصف: المدة الزمنية اللازمة لتفتت نصف نوى العينة: $\boxed{t_{1/2} = \frac{ln(2)}{\lambda} = \tau.ln(2)}$

وحدة τ هي الثانية (s) و وحدة λ هي (s^{-1}) .

نشاط عينة مشعة: هو عدد التفتتات في وحدة الزمن : $a(t) = -\frac{dN}{dt}$ أو: $\boxed{a(t) = \lambda.N = a_0 e^{-\lambda.t}}$ بحيث: $a_0 = \lambda.N_0$.

وحدة النشاط الإشعاعي هي البيكريل (Bq) بحيث: 1Bq يمثل 1 تفتت خلال ثانية.

الفصيلة المشعة: مجموعة من النوى ناتجة عن تفتتات متسلسلة لنواة أصل.

فيزياء 5 — النوى – الكتلة و الطاقة

- **علاقة أينشتاين (التكافؤ كتلة-طاقة)**: كل مجموعة كتلتها m توجد في حالة سكون، تملك طاقة E تسمى طاقة الكتلة يعبر عنها بالعلاقة : $\boxed{E = m.c^2}$ حيث : $c=3.10^8$ m/s .
- **النقص الكتلي** Δm : هو الفرق بين مجموع كتل النويات و كتلة النواة:

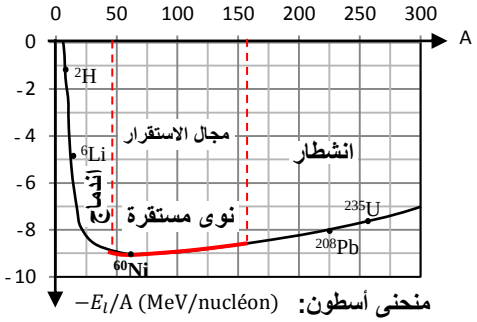
$\boxed{\Delta m = [Zm_p + (A-Z)m_n] - m(^A_ZX)}$: m_p كتلة البروتون - m_n كتلة النوترون - $m(X)$ كتلة النواة.

- **طاقة الربط** E_ℓ : هي الطاقة التي يجب إعطاؤها للنواة في حالة سكون لفصل نوياتها و تبقى هذه النويات في حالة سكون.

$\boxed{E_\ell = \Delta m.c^2 = [Zm_p + (A-Z)m_n - m(^A_ZX)].c^2}$ طاقة الربط مقدار موجب: $E_\ell > 0$.

- **طاقة الربط بالنسبة لنوية** ξ : تعطي فكرة عن مدى استقرار النواة يعبر عنها بالعلاقة: $\boxed{\xi = \frac{E_\ell}{A}}$. ξ بـ MeV/nucléon

- كلما كانت ξ كبيرة تكون النواة الموافقة أكثر استقرارا.
- **الانشطار**: تفاعل نووي محرض يتم خلاله انقسام نواة ثقيلة إلى نواتين خفيفتين عند تصادمها بنوترون.
- **الاندماج** : تفاعل نووي محرض يتم خلاله اتحاد (اندماج) نواتين خفيفتين لتكوين نواة أكثر ثقلا.



- **الحصيلة الطاقية لتحول نووي**:(! هام جدا).

نعتبر تحولا نوويا معادلته: $^{A_1}_{Z_1}X_1 + {}^{A_2}_{Z_2}X_2 \quad {}^{A_3}_{Z_3}X_3 + {}^{A_4}_{Z_4}X_4$

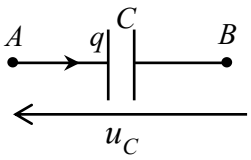
طاقة التفاعل هي: $\boxed{\Delta E = [m(X_3) + m(X_4) - m(X_1) - m(X_2)].c^2}$

أو: $\Delta E = \Delta m.c^2 = [m_{(produits)} - m_{(reactifs)}].c^2$

$\Delta E < 0$: تفاعل ناشر للحرارة ، $\Delta E > 0$: تفاعل ماص للحرارة .

فيزياء 6 — ثنائي القطب RC

- **المكثف** : ثنائي قطب كهربائي يتكون من موصلين متقابلين يسميان لبوسي المكثف و يفصل بينهما عازل استقطابي.



العلاقة بين الشحنة و التوتر: $\boxed{q = C.u_C}$ مع C سعة المكثف وحدتها الفاراد (F) .

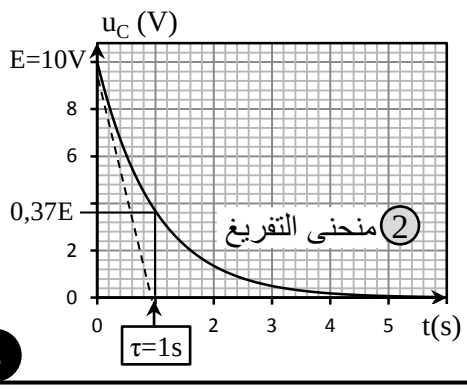
العلاقة بين الشحنة و شدة التيار: $\boxed{i = \frac{dq}{dt}}$ نبين أن: $i = C\frac{du_C}{dt}$. و عندما نشحن بمولد مؤمثل نكتب: $I_0 = \frac{q}{\Delta t} = \frac{C.u_C}{\Delta t}$

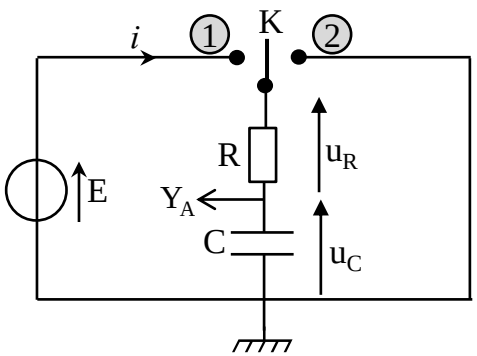
الطاقة المخزونة في المكثف: $\boxed{E_e = \frac{1}{2}Cu_C^2 = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C}}$. E_e بالجول (J)، و q بالكولوم (C)، و السعة C بالفاراد (F) .

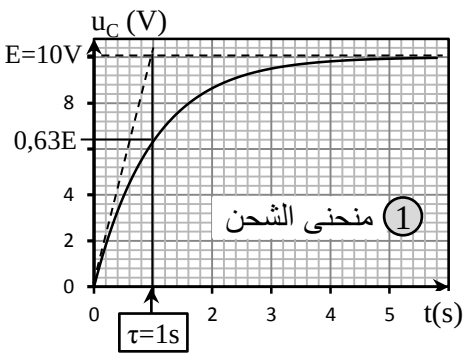
- **تجميع المكثفات**: **على التوازي**: $C_{eq} = C_1 + C_2 + ... + C_n$ • **على التوالي**: $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + ... + \frac{1}{C_n}$.

ثنائي القطب RC هو تركيب على التوالي لمكثف سعته C و موصل أومي مقاومته R .

طرق تحديد ثابتة الزمن τ : $\boxed{\tau = R.C}$







k في الموضع 1 : شحن المكثف

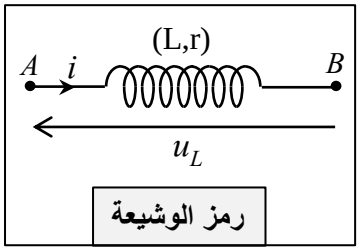
- المعادلة التفاضلية للتوتر u_C: $RC\frac{du_C}{dt}+u_C=E$
- المعادلة التفاضلية للشحنة q: $RC\frac{dq}{dt}+q=E.C$
- حل المعادلة التفاضلية: $u_C=E(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$
- شدة التيار المار في الدارة : $i=I_0e^{-\frac{t}{\tau}}$ ، مع $I_0=\frac{E}{R}$
- في النظام الدائم: $u_C=E$ و $i=0$.

k في الموضع 2 : تفريغ المكثف

- المعادلة التفاضلية للتوتر u_C: $RC\frac{du_C}{dt}+u_C=0$
- المعادلة التفاضلية للشحنة q: $RC\frac{dq}{dt}+q=0$
- حل المعادلة التفاضلية: $u_C=Ee^{-\frac{t}{\tau}}$
- شدة التيار المار في الدارة : $i=-I_0e^{-\frac{t}{\tau}}$ ، مع $I_0=\frac{E}{R}$
- في النظام الدائم: $u_C=0$ و $i=0$.

فيزياء 7 — ثنائي القطب RL

■ **الوشيعة:** ثنائي قطب كهربائي تتكون من سلك موصل مطلي بمادة عازلة و ملفوف حول حامل عازل.



تعبير التوتر بين مربطي الوشيعة في اصطلاح مستقبل:

$$u_L=r.i+L\frac{di}{dt}$$

r : مقاومة الوشيعة بالأوم (Ω)،
L : معامل التحريض الذاتي للوشيعة بالهنري (H) .
i : شدة التيار بالأمبير (A) و u_L التوتر بالفولط (V)

ملاحظة 1: بالنسبة لوشيعة مثالية (r=0) نكتب : $u_L=L\frac{di}{dt}$.

ملاحظة 2: في النظام الدائم تكون شدة التيار ثابتة i=cte و بالتالي: $\frac{di}{dt}=0$ أي: $u_L=r.i$ ⟸ **تتصرف الوشيعة كموصل أومي.**

■ **الطاقة المغنطيسية المخزونة في الوشيعة:** $E_m=\frac{1}{2}L.i^2$: E_m بالجول (J) و i بالأمبير (A) و L بالهنري (H) .

ثنائي القطب RL هو تركيب على التوالي لوشيعة معامل تحريضها الذاتي L و مقاومتها r و موصل أومي مقاومته R .

تعبير ثابتة الزمن τ : $\tau=\frac{L}{R+r}=\frac{L}{R_t}$ مع $R_t=R+r$.

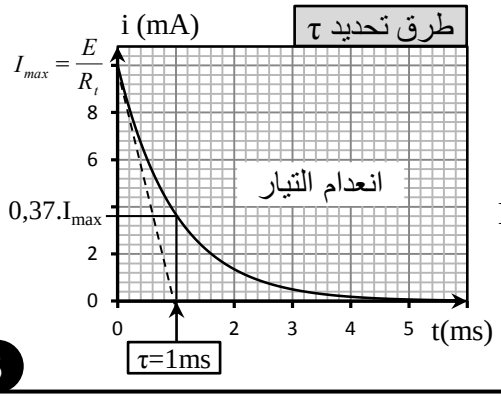
إقامة التيار ← غلق قاطع التيار K

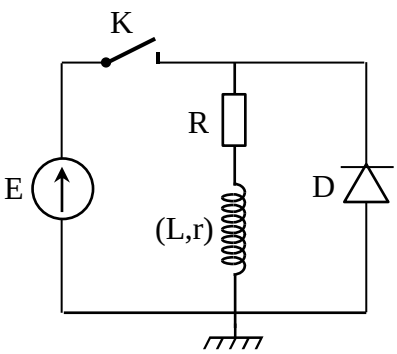
- المعادلة التفاضلية لشدة التيار i: $\frac{L}{R_t}\frac{di}{dt}+i=\frac{E}{R_t}$
- حل المعادلة التفاضلية: $i=I_{max}(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$ مع: $I_{max}=\frac{E}{R_t}$
- في النظام الدائم: $i=I_{max}=\frac{E}{R_t}$ و $u_L=\frac{r.E}{R_t}$.

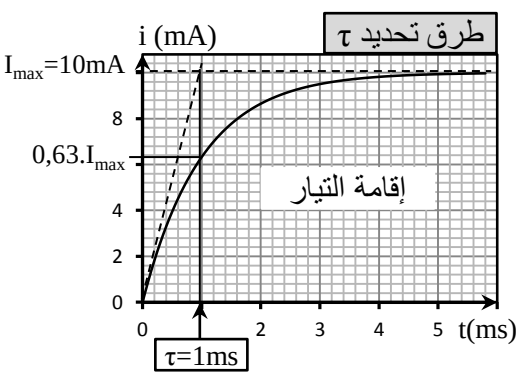
انعدام (أو انقطاع) التيار ← فتح قاطع التيار K

- المعادلة التفاضلية لشدة التيار i: $\frac{L}{R_t}\frac{di}{dt}+i=0$
- حل المعادلة التفاضلية: $i=I_{max}e^{-\frac{t}{\tau}}$ مع: $I_{max}=\frac{E}{R_t}$
- في النظام الدائم: $i=0$ و $u_L=0$.

يعمل الصمام الثنائي D على تجنب الشرارات الناتجة عن فرط التوتر، و بالتالي حماية الدارة.



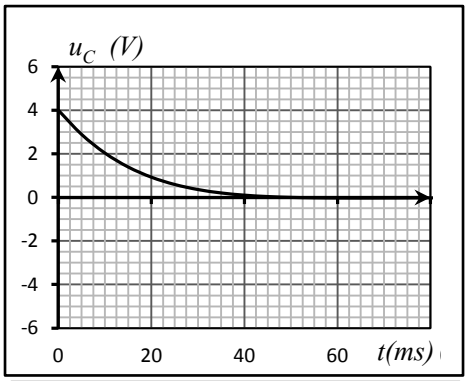




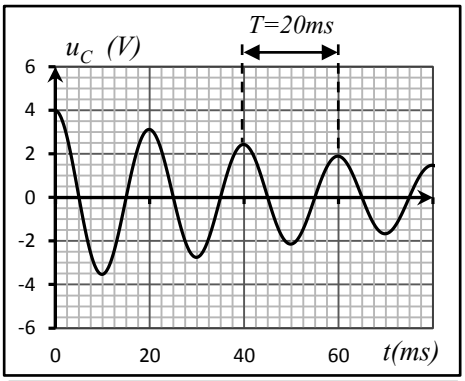
الذبذبات الحرة في دارة RLC متوالية

■ **الذبذبات الحرة:** نحصل على ذبذبات حرة في دارة RLC متوالية عندما لا يتوفر للدارة أي مصدر للطاقة ماعدا الطاقة المخزونة في المكثف بدئيا، حيث يحدث تفريغ المكثف في الوشيعة. حيث تكون الطاقة مخزونة في المكثف عند t=0 .

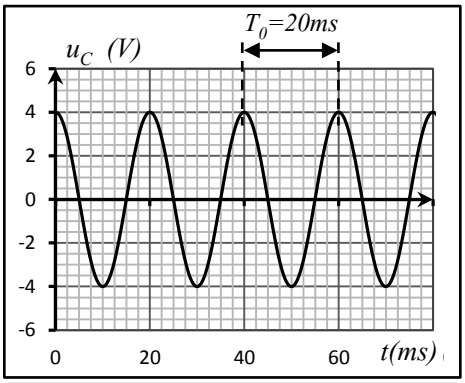
■ **الأنظمة الحرة الثلاثة للذبذبات:**



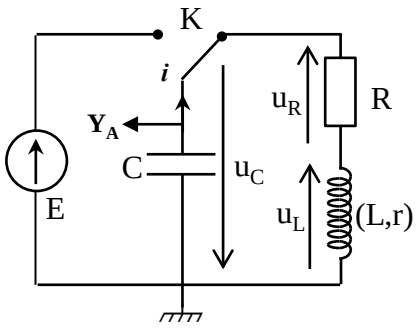
• R كبيرة ⟸ **نظام لا دوري**
• تزول الذبذبات

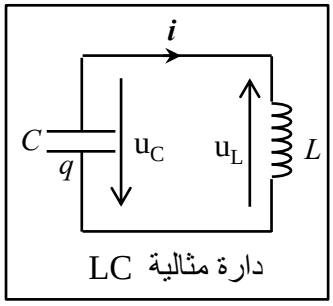


• R صغيرة ⟸ **نظام شبه دوري**
• شبه الدور T حيث $T \approx T_0$.



• R= 0 ⟸ **نظام دوري**
• الدور الخاص T_0: $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$





✍ **المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر** u_C: $\frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{(R+r)}{L}\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{LC}u_C = 0$.

✍ **المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة** q: $\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{(R+r)}{L}\frac{dq}{dt} + \frac{1}{LC}q = 0$.

☜ **بالنسبة لمقاومة R_t=R+r=0 نتكلم عن دارة مثالية LC، في هذه الحالة:**

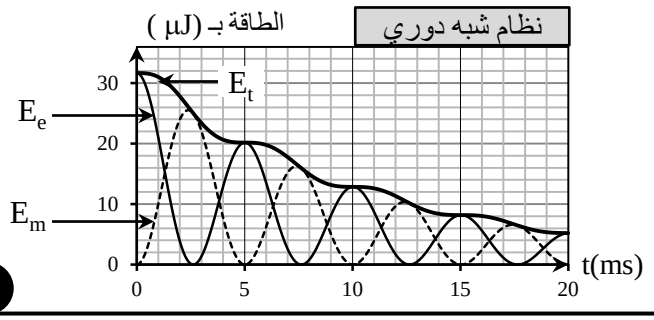
- المعادلة التفاضلية تصبح: $\frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{1}{LC}u_C = 0$ أو $\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{LC}q = 0$.
- حل المعادلة التفاضلية هو: $u_C = U_m \cos(\frac{2\pi}{T_0}\cdot t + \varphi)$.
- الدور الخاص T_0 : $\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{LC}}$.
- تعبير شحنة المكثف q: $q = C.u_C = CU_m \cos(\frac{2\pi}{T_0}\cdot t + \varphi)$.
- تعبير شدة التيار i المار في الدارة: $i = \frac{dq}{dt} = \frac{2\pi.CU_m}{T_0}\cos(\frac{2\pi}{T_0}\cdot t + \varphi + \frac{\pi}{2})$.

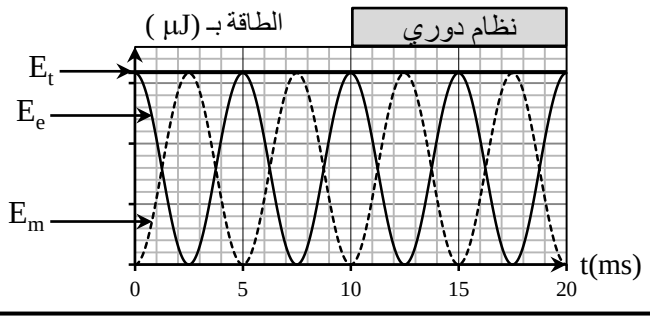
■ **الطاقة الكلية المخزونة في دارة RLC متوالية:**

$$E_t = E_e + E_m = \frac{1}{2}C.u_C^2 + \frac{1}{2}L.i^2 = \frac{1}{2}C.U_m^2 = \frac{1}{2}L.I_m^2$$

✍ في النظامين شبه الدوري و اللادوري تتناقص الطاقة الكلية ، ويعزى ذلك إلى وجود المقومة R_t التي تبدد الطاقة بمفعول جول .

✍ **صيانة الذبذبات:** لصيانة الذبذبات (أي الحصول على نظام دوري انطلاقا من نظام شبه دوري) يجب تزويد الدارة RLC بطاقة كهربائية تعوّض الطاقة الضائعة بمفعول جول في المقاومة R_t . لهذا الغرض نستعمل جهازا يتصرف كمقاومة سالبة.





قوانين نيوتن

- **تعبير متجهة الموضع في معلم ديكارتي** $R(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$:

$\boxed{\overrightarrow{OG} = x.\vec{i} + y.\vec{j} + z.\vec{k}}$ منظمها: $OG = \sqrt{x^2+y^2+z^2}$ وحدة OG هي المتر (m) .

- **تعبير متجهة السرعة في معلم ديكارتي:** متجهة السرعة هي المشتقة بالنسبة للزمن لمتجهة الموضع وحدة قيمتها: $(m.s^{-1})$.

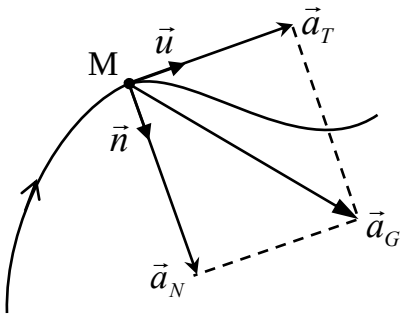
$\boxed{\vec{v}_G = \frac{d\overrightarrow{OG}}{dt}} \Leftarrow \boxed{\vec{v}_G = v_x.\vec{i} + v_y.\vec{j} + v_z.\vec{k}}$ منظمها: $v_G = \sqrt{v_x^2+v_y^2+v_z^2}$ بحيث: $v_x = \frac{dx}{dt}\ ;\ v_y = \frac{dy}{dt}\ ;\ v_z = \frac{dz}{dt}$

- **تعبير متجهة التسارع في معلم ديكارتي:** متجهة التسارع هي المشتقة بالنسبة للزمن لمتجهة السرعة وحدة قيمته: $(m.s^{-2})$.

$\boxed{\vec{a}_G = \frac{d\vec{v}_G}{dt} = \frac{d^2\overrightarrow{OG}}{dt^2}} \Leftarrow \boxed{\vec{a}_G = a_x.\vec{i} + a_y.\vec{j} + a_z.\vec{k}}$ منظمها: $a_G = \sqrt{a_x^2+a_y^2+a_z^2}$ بحيث : $a_x = \frac{dv_x}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$

نستعمل كذلك الترميز: $v_x = \dot{x}$ ، $v_y = \dot{y}$ ، $v_z = \dot{z}$ و $a_x = \ddot{x}$ ، $a_y = \ddot{y}$ ، $a_z = \ddot{z}$.

- **تعبير متجهة التسارع في أساس فرينى** $M(\vec{u},\vec{n})$:



المتجهة $\vec{u}$ موجهة في منحى الحركة ومماسة للمسار.

المتجهة $\vec{n}$ عمودية على $\vec{u}$ و موجهة نحو تقعر المسار.

$\boxed{\vec{a}_G = \vec{a}_T + \vec{a}_N = a_T.\vec{u} + a_N.\vec{n}}$ بحيث: $\left\{ \begin{array}{l} a_T = \frac{dv}{dt} \\ a_T = \frac{v^2}{\rho} \end{array} \right.$

ρ : تقعر المسار بـ (m) ، في حالة الحركة الدائرية يكون ρ = R.

✍ **قوانين نيوتن:**

القانون الأول (مبدأ القصور): في معلم غاليلي، إذا كان المجموع المتجهي للقوى الخارجية المطبقة على جسم صلب منعدما، فإن مركز قصوره G يكون ساكنا أو في حركة مستقيمية منتظمة:

أي: $\boxed{\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{v}_G = \overrightarrow{cte}}$

القانون الثاني (القانون الأساسي للتحريك): في معلم غاليلي، يساوي المجموع المتجهي للقوى الخارجية المطبقة على جسم صلب في حركة، جداء كتلته m و متجهة التسارع $\vec{a}_G$ لمركز قصوره

أي: $\boxed{\Sigma \vec{F}_{ext} = m\vec{a}_G = m\frac{d\vec{v}_G}{dt}}$

القانون الثالث (مبدأ التأثيرات المتبادلة): جسمان (A) و (B) في بيني ، كيفما كانت حالة الجسمين (سكون أم حركة) فإن :

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

✍ **الحركة المستقيمية المتغيرة بانتظام** ⇔ المسار مستقيمي و التسارع ثابت $\vec{a}_G = \overrightarrow{cte}$.

- **معادلة السرعة:** $v = a.t + v_0$.
- **المعادلة الزمنية** : $x = \frac{1}{2}a.t^2 + v_0.t + x_0$: مع v_0 و x_0 السرعة و الأفصول عند t=0.

❖ **كيفية تطبيق القانون الثاني لنيوتن:**

1. تحديد المجموعة المدروسة .
2. جرد القوى و تمثيلها على الشكل.
3. كتابة العلاقة المعبرة عن القانون الثاني لنيوتن بالنسبة للمجموعة المدروسة ، وهي علاقة متجهية.
4. اختيار معلم مناسب.
5. اسقاط العلاقة المعبرة عن القانون الثاني لنيوتن في هذا المعلم.
6. الإجابة عن المطلوب.

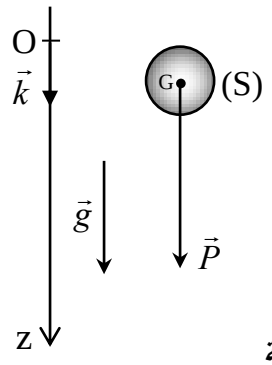
فيزياء 10 — السقوط الرأسي لجسم صلب

- **مجال الثقالة:** بجوار الأرض، يخضع جسم كتلته m إلى قوة الثقالة $\vec{P}$ بحيث: $\vec{P} = m.\vec{g}$ ؛ وحدة قيمة P هي النيوتن (N).
  - $\vec{g}$: متجهة مجال الثقالة، وحدة قيمتها هي $(N.kg^{-1})$ أو $(m.s^{-2})$. (تتغير قيمة g مع الارتفاع h وفق العلاقة: $g_h = \frac{G.M}{(R+h)^2}$)
  - يكون مجال الثقالة منتظما، إذا كانت للمتجهة $\vec{g}$ نفس المميزات في كل نقطة من نقطه (**نفس الاتجاه و نفس المنحى و نفس الشدة**).

نعتبر حركة كرية كتلتها m و كتلتها الحجمية ρ في سقوط رأسي داخل مائع كتلته الحجمية ρ_f:

المعادلة التفاضلية لحركة الكرية:

- يكون جسم صلب في سقوط حر في مرجع غاليلي عندما لا يخضع إلا لوزنه $\vec{P}$ فقط.
- نعتبر حركة جسم صلب كتلته m في سقوط حر.



دراسة حركة الجسم:

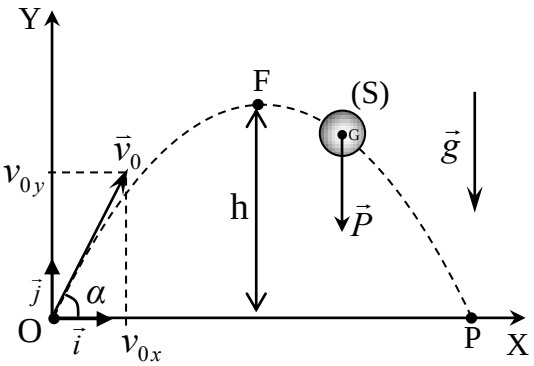
- المجموعة المدروسة: { الجسم (S) } .
- القوى المطبقة على الجسم (S): وزن الجسم: $\vec{P} = m.\vec{g}$.
- القانون الثاني لنيوتن : $\vec{P} = m.\vec{a}_G = m.\vec{g} \Leftarrow \vec{a}_G = \vec{g}$.
- الإسقاط على المحور (O,z) يعطي : $a_G = g$ أو $\frac{dv_G}{dt} = g$ و هي **المعادلة التفاضلية للحركة**.
  - بإنجاز التكامل للمعادلة التفاضلية نحصل على معادلة السرعة: $v_G = g.t + v_0$ ، بحيث: v_0 السرعة عند t=0 .
  - بإنجاز التكامل لمعادلة السرعة نحصل على المعادلة الزمنية : $z = \frac{1}{2}g.t^2 + v_0.t + z_0$ ، بحيث: z_0 الأنسوب عند t=0 .

طبيعة الحركة: المسار مستقيمي و التسارع ثابت $a_G = g = 9{,}81\ m/s$ ⇐ الحركة مستقيمية متغيرة بانتظام.

فيزياء 11 — الحركات المستوية

❖ 1- حركة قذيفة في مجال الثقالة المنتظم:

القذيفة هي كل جسم يقذف بجوار الأرض بسرعة بدئية $\vec{v}_0$.



المعادلات التفاضلية:

- المجموعة المدروسة: { الجسم (S) }.
- القوى المطبقة على (S): وزن الجسم: $\vec{P} = m.\vec{g}$.
- القانون الثاني لنيوتن: $\vec{P} = m.\vec{a}_G = m.\vec{g} \Leftarrow \vec{a}_G = \vec{g}$.
- بالإسقاط على محوري المعلم (Ox) و (Oy) نحصل على:

أي: $\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}$ أو $\begin{cases} \frac{dv_x}{dt} = 0 \\ \frac{dv_y}{dt} = -g \end{cases}$ و هي **المعادلات التفاضلية للحركة**. $\begin{cases} \frac{d^2x}{dt^2} = 0 \\ \frac{d^2y}{dt^2} = -g \end{cases}$

معادلات السرعة: $\begin{cases} v_x = v_0 \cos\alpha \\ v_y = -g.t + v_0 \sin\alpha \end{cases}$ CQFD

المعادلات الزمنية: $\begin{cases} x_0 = 0 \\ y_0 = 0 \end{cases}$ $\begin{cases} x = (v_0 \cos\alpha).t \\ y = -\frac{1}{2}g.t^2 + (v_0 \sin\alpha).t \end{cases}$ CQFD

- **طبيعة الحركة :** حركة G مستقيمية منتظمة على المحور (Ox) و مستقيمية متغيرة بانتظام على المحور (Oy).
- **مميزات المسار:**
  - المدى و هو المسافة OP: عند النقطة P يكون y = 0 : نجد $OP = x_P = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$. CQFD
  - قمة المسار F : عند النطة F يكون $v_y = 0$: نجد: $t_F = \frac{v_0 \sin\alpha}{g}$ ومنه: $h = y_P = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g}$ و $x_F = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{2g}$.

ملخص دروس الفيزياء و الكيمياء - ذ. ياسين الدراز

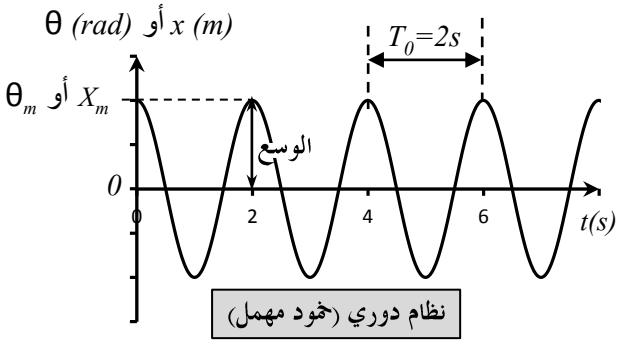
- **نقول أن جسما ما يُكَون متذبذبا ميكانيكيا** إذا كان ينجز حركة تذبذبية أي حركة ذهاب و إياب حول موضع توازنه المستقر.

الذبذبات الحرة: هي ذبذبات ينجزها متذبذب ميكانيكي دون أن يكتسب طاقة من الوسط الخارجي بعد إحداث حركته.

وسع الحركة: هو القيمة القصوى الموجبة التي يأخذها المقدار المعبر عن مدى ابتعاد أو انحراف المتذبذب عن موضع توازنه المستقر. $(X_m \; ; \; \theta_m)$.

الدور الخاص للحركة T_0: هو المدة الزمنية اللازمة لإنجاز ذبذبة واحدة وحدته (s) .

موضع التوازن المستقر: هو الموضع الذي إذا زحزح عنه المتذبذب يعود إليه ليستقر فيه.

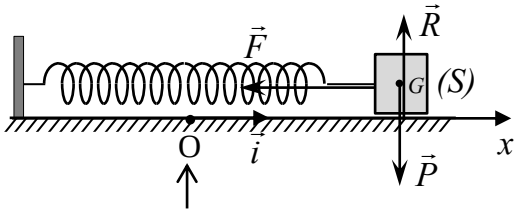


نظام دوري (خمود مهمل)

❑ **النواس المرن الأفقي: المجموعة { جسم صلب – نابض }** .

القوى المطبقة على المجموعة المدروسة { الجسم (S)} هي:

- قوة الارتداد (توتر النابض) $\vec{F}$ حيث: $\vec{F} = -k.x.\vec{i}$.
- وزن الجسم: $\vec{P}$.
- تأثير السطح : $\vec{R}$ ؛ (نهمل الاحتكاكات).



موضع التوازن المستقر

في المعلم $R(O,\vec{i})$ المرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا، نطبق القانون الثاني لنيوتن:

$$\vec{R} + \vec{P} + \vec{F} = m.\vec{a}_G$$

الإسقاط على المحور $(O,\vec{i})$ يعطي: $0 + 0 - k.x = m.a_G = m.\ddot{x}$ ؛ أي: $\boxed{\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0}$ ؛ **وهي المعادلة التفاضلية للحركة**.

حل المعادلة التفاضلية هو: $x = X_m \cos(\frac{2\pi}{T_0}.t + \varphi)$ بحيث:

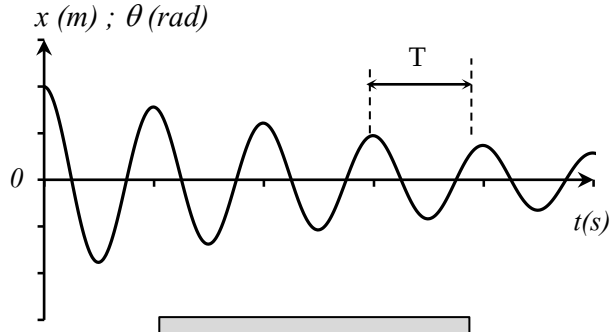
X_m وسع الحركة بـ (m)، و φ الطور عند اللحظة t=0 بـ (rad) ، و T_0 الدور الخاص للحركة بـ (s): $\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}}$.

❑ **خمود الذبذبات – (جميع الشعب): الخمود صنفان:**

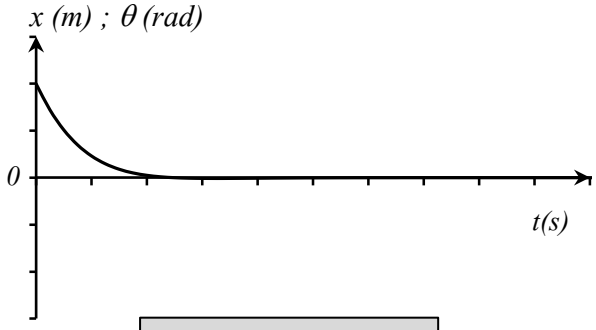
- **خمود صلب**: يحدث بفعل تماس بين المتذبذب و جسم صلب حيث يتناقص الوسع خطيا.
- **خمود مائع**: يحدث بفعل تماس بين المتذبذب و جسم مائع .
- **أنظمة الخمود**: ← نظام شبه دوري في حالة الخمود الضيف، و يكون $T \approx T_0$.
  ← نظام لادوري في حالة الخمود الحاد.

❑ **الذبذبات القسرية و ظاهرة الرنين الميكانيكي:**

- تنجز مجموعة ميكانيكية ذبذبات قسرية عندما يفرض مثير دوره على المجموعة المتذبذبة التي تسمى بالرنان.
- تحدث ظاهرة الرنين الميكانيكي عندما يقارب الدور T للذبذبات الدور الخاص T_0 للرنان. $T=T_0$.



نظام شبه دوري (خمود مائع)



نظام لادوري (خمود حاد)

- شغل قوة ثابتة مطبقة على جسم صلب في إزاحة: $\boxed{W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F}.\overrightarrow{AB} = F.AB.\cos\alpha}$. وحدة الشغل هي الجول (J).
- شغل قوة عزمها ثابت مطبقة على جسم صلب في دوران: $\boxed{W(\vec{F}) = M_{\Delta}(\vec{F}).\Delta\theta}$.

◄ الدراسة الطاقية للنواس المرن:

شغل القوة المطبقة من طرف نابض على جسم صلب خلال انتقاله من A إلى B هو: $\boxed{W_{AB}(\vec{F}) = -\frac{1}{2}k(x_B^2 - x_A^2)}$.

تعبير الطاقة الحركية للمجموعة { جسم صلب– نابض } هو : $\boxed{E_C = \frac{1}{2}m.v^2}$ ؛ m كتلة الجسم بـــ (kg) و v سرعته بـــ $(m.s^{-1})$.

تعبير طاقة الوضع المرنة للمجموعة { جسم صلب– نابض } هو: $\boxed{E_{Pe} = \frac{1}{2}k.x^2 + cte}$ ؛ k صلابة النابض بـــ $(N.m^{-1})$ و x بـــ (m).

تعبير الطاقة الميكانيكية للمجموعة { جسم صلب– نابض } هو: $E_m = E_C + E_{pe} = \frac{1}{2}m.v^2 + \frac{1}{2}k.x^2 + cte$.

ملاحظة: في غياب الاحتكاكات تبقى الطاقة الميكانيكية ثابتة: $E_m = \frac{1}{2}m.v_{max}^2 = \frac{1}{2}k.X_{max}^2$ تعبير السرعة القصوى هو: $v_{max} = X_{max}\sqrt{\frac{k}{m}}$

باشتقاق تعبير الطاقة الميكانيكية نحصل على المعادلة التفاضلية: $E_m = Cte \Leftarrow \frac{dE_m}{dt} = \frac{dE_C}{dt} + \frac{dE_{pe}}{dt} = 0$.

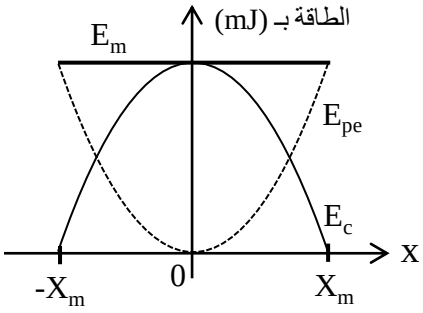
يعني أن: $2\times\frac{1}{2}m.v.\frac{dv}{dt} + 2\times\frac{1}{2}k.x.\frac{dx}{dt} = 0$ مع : $v = \frac{dx}{dt} = \dot{x}$ و $\frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} = \ddot{x}$ نجد: $m.\dot{x}.\ddot{x} + k.x.\dot{x} = 0$.

يعني أن: $\ddot{x} + \frac{k}{m}.x = 0$ وهي المعادلة التفاضلية للحركة.

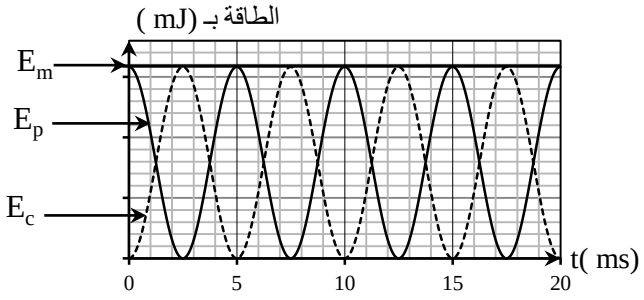
- **تغيرات الطاقة بدلالة الأفصول x بالنسبة للنواس المرن:**

تكون طاقة الوضع المرنة E_{pe} قصوى عند اللحظة t=0 أي عندما يكون: $x=X_m$.

تكون الطاقة الحركية E_c قصوى عندما يكون x=0 .

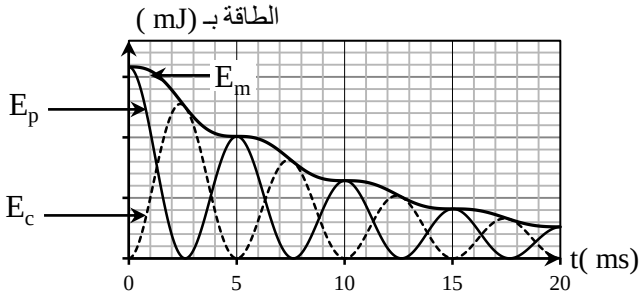


- **تغيرات الطاقة بدلالة الزمن بالنسبة لجميع المتذبذبات:**



نظام دوري

تبقى الطاقة الميكانيكية E_m ثابتة، غياب الاحتكاكات.



نظام شبه دوري

تتناقص E_m بسبب قوى الاحتكاك التي تبدد الطاقة.

- شغل توتر النابض (قوة الارتداد) يساوي مقابل تغير طاقة الوضع المرنة:

$$\boxed{W(\vec{F}) = -\Delta E_{Pe}}$$

هام جدا:

المول: هو كمية المادة لمجموعة من المكونات الأساسية (ذرات أو جزيئات أو ايونات ...) و يساوي عدد الذرات الموجودة في 12g من الكربون ^{12}C.

المقادير الفيزيائية المرتبطة بكميات المادة	العلاقة المعبرة	الوحدات + الملاحظات
العلاقة بين كمية المادة n و عدد المكونات الأساسية N	$n = \frac{N}{N_A}$	N_A=6,02.10^{23} mol^{-1} ثابتة أفوكادرو
العلاقة بين كمية المادة n و الكتلة m و الكتلة المولية M	$n = \frac{m}{M}$	m بـ (g) و M بـ (g.mol^{-1})
الكتلة الحجمية ρ لمادة (وحدتها g.L^{-1} أو kg.m^{-3})	$\rho = \frac{m}{V}$	m بـ (g أو kg) و V بـ (L أو m^3 و cm^3)
العلاقة بين كمية المادة n و الحجم V لمحلول و الكتلة الحجمية	$n = \frac{\rho . V}{M}$	ρ الكتلة الحجمية و M الكتلة المولية
كثافة جسم سائل أو صلب (m كتلة حجم من الجسم)	$d = \frac{m}{m_0}$	m_0 كتلة نفس الحجم من الماء بنفس وحدة m
كثافة غاز بالنسبة للهواء	$d = \frac{M}{29}$	M الكتلة المولية للغاز بـ (g.mol^{-1})
العلاقة بين كمية المادة n و الحجم V لمحلول و التركيز C	$C = \frac{n}{V}$	V حجم المحلول بـ (L) و C بـ (mol.L^{-1})
العلاقة بين الحجم و الضغط عند T=cte (قانون بويل ماريوط)	$P.V = cte$	P الضغط و V الحجم بـ (L) أو (m^3)
العلاقة بين الحجم و الضغط و كمية المادة و درجة الحرارة	$P.V = n.R.T$	n بالمول (mol) و T بالكلفين (K)
علاقة التخفيف (i= الحالة البدئية f = الحالة النهائية)	$C_i.V_i = C_f.V_f$	V باللتر (L) و C بـ (mol.L^{-1})
العلاقة بين الحجم و الحجم المولي و كمية المادة	$n = \frac{V}{V_m}$	V بـ (L) و V_m بـ (L.mol^{-1})

الجدول الوصفي

A و ***B*** متفاعلان ، و ***C*** و ***D*** ناتجا التفاعل. (*a* و *b* و *c* و *d* معاملات ستوكيومترية)

المعادلة الكيميائية		$a\,A$ + $b\,B$ ⟶ $c\,C$ + $d\,D$				
حالة المجموعة	تقدم التفاعل	كميات المادة بالمول (mol)				
الحالة البدئية	0	$n_i(A)$	$n_i(B)$		0	0
الحالة الوسيطة	x	$n_i(A) - a.x$	$n_i(B) - b.x$		$c.x$	$d.x$
الحالة النهائية النظرية	x_{max}	$n_i(A) - a.x_{max}$	$n_i(B) - b.x_{max}$		$c.x_{max}$	$d.x_{max}$
الحالة النهائية الفعلية	x_f	$n_i(A) - a.x_f$	$n_i(B) - b.x_f$		$c.x_f$	$d.x_f$

تفاعلات أكسدة اختزال:

- **المؤكسِد**: نوع كيميائي قادر على اكتساب إلكترون (e^-) أو أكثر. (**أمثلة**: Cu^{2+} ، Zn^{2+} ، Cl ، I).
- **المختزِل**: نوع كيميائي قادر على فقدان إلكترون (e^-) أو أكثر. (**أمثلة**: Cu، Zn ، Cl^- ، I^-).
- **الأكسدة**: تفاعل كيميائي يؤدي إلى تكون المؤكسد. (**أمثلة**: $Cu \rightleftarrows Cu^{2+} + 2e^-$ ، $2I^- \rightleftarrows I_2 + 2e^-$).
- **الاختزال**: تفاعل كيميائي يؤدي إلى تكون المختزل. (**أمثلة**: $Cu^{2+} + 2e^- \rightleftarrows Cu$ ، $I_2 + 2e^- \rightleftarrows 2I^-$).

- **بصفة عامة، تكتب نصف المعادلة الإلكترونية على شكل :** $\mathbf{Ox + ne^- \rightleftarrows Red}$ (Ox = مؤكسد و Red = مختزل).

التفاعل أكسدة ـ اختزال:

- هو انتقال إلكترونات من مختزل Red_1 لمزدوجة Ox_1/Red_1 إلى مؤكسد Ox_2 لمزدوجة أخرى Ox_2/Red_2.
- لكتابة المعادلة الحصيلة لتفاعل أكسدة – اختزال يجب إقصاء الإلكترونات :

نعتبر نصفي المعادلتين: $Red_1 \rightleftarrows Ox_1 + ae^-$ و $Red_2 \rightleftarrows Ox_2 + be^-$ $\Rightarrow$ $\boxed{b\,Ox_1 + a\,Red_2 \rightleftarrows b\,Red_1 + a\,Ox_2}$

تحولات كيميائية سريعة و تحولات كيميائية بطيئة:

التحولات السريعة هي التي تحدث في وقت وجيز جدا (أصغر من 0,1s) بحيث لا يمكن تتبع تطورها بالعين أو بأجهزة القياس.
أمثلة : تفاعلات الانفجار + احتراق الشهب النارية + أغلب التحولات حمض قاعدة.

التحولات البطيئة هي التي يمكنك تتبع تطورها بالعين المجردة أو بأجهزة القياس (من عدة ثوان إلى عدة ساعات).
أمثلة : تكون الصدأ (أكسدة الحديد) + تفاعلات الأسترة و الحلمأة + أكسدة أيونات يودور بالماء الأوكسيجيني.

التتبع الزمني لتحولات بطيئة

لتتبع تطور تحول ينتج غازا يمكن:
- قياس حجم الغاز المتصاعد، فوق حوض من الماء.
- إنجاز التحول في إناء مغلق، و بواسطة مقياس الضغط نتتبع ارتفاع الضغط.
- إنجاز التحول في إناء مفتوح موضوع فوق ميزان ، ثم نتتبع انخفاض الكتلة التي توافق تصاعد الغاز.

لتتبع تحول في محلول تتدخل فيه أيونات يمكن:
- دراسة تغيرات موصلية المحلول بواسطة مقياس المواصلة.
- قياس pH المحلول عندما تتدخل أيونات H_3O^+ أو OH^- .

يمكن معايرة أحد النواتج أو أحد المتفاعلات عند مجالات زمنية محددة.
إذا كان أحد المتفاعلات أو النواتج ملونا ، يمكن تتبع التحول بواسطة مستضو طيفي.

العوامل الحركية:

- العامل الحركي هو كل مقدار يمكنه أن يؤثر على سرعة التحول.
  - تزداد سرعة تحول كيميائي كلما كان التركيز البدئي لمتفاعل واحد أو لعدة متفاعلات أكبر.
  - تزداد سرعة تحول كيميائي مع ارتفاع درجة حرارة المجموعة الكيميائية.

تطبيق للعوامل الحركية:

خفض سرعة التفاعلات: يحتفظ بالمواد الغذائية (لحوم ، أسماك، خضر، ...) داخل الثلاجة قصد إبطاء تفاعلات التحلل. (بين 0 و 10°C) . و يدوم حفظها أكثر في المجمد حيث تكون درجة الحرارة في حدود -18°C .

تسريع التفاعلات: يكون طبخ الطعام أسرع في طنجرة الضغط، حيث يمكن أن تتعدى درجة الحرارة 110°C ، بينما في قدري عادي يتبخر الماء عند 100°C .

▪ التتبع الزمني لتحول كيميائي:

الحركية الكيميائية هي دراسة التطور الزمني لتفاعل كيميائي . و تهدف بالخصوص إلى تحديد تقدم التفاعل بدلالة الزمن x=f(t) و لهذا الغرض نستعمل طرق فيزيائية و أخرى كيميائية.

✎ **طرق فيزيائية** : كقياس الموصلية و قياس الطيف الضوئي و قياس الضغط و قياس الحجم و قياس الكتلة و قياس pH ...

✎ **طرق كيميائية** : ترتكز هذه الطرق على معايرة أحد الأنواع الكيميائية خلال التفاعل.

- نربط المقدار المقاس (σ , pH , m , V , P ...) بتقدم التفاعل x(t) ثم ندرس التطور الزمني لهذا الأخير و نستنتج تركيب المجموعة الكيميائية عند كل لحظة. و ذلك بالاعتماد أيضا على الجدول الوصفي.

✍ السرعة الحجمية لتفاعل كيميائي:

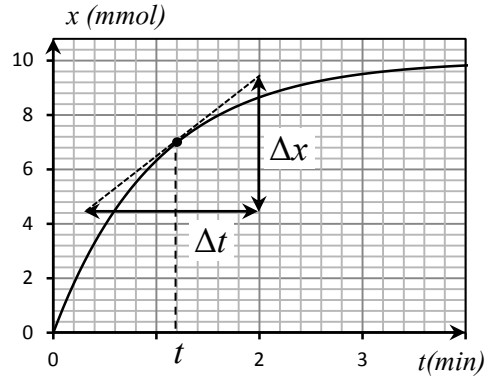
- نعبر عن السرعة الحجمية v لتفاعل ، عند اللحظة t بالعلاقة التالية :

$$v = \frac{1}{V}\cdot\frac{dx}{dt}$$

بحيث :
- v : السرعة الحجمية للتفاعل بـ $mol.m^{-3}.s^{-1}$ أو بـ $mol.L^{-1}.min^{-1}$.
- V : حجم المحلول بـ L أو m^3 .
- dx/dt : مشتقة تقدم التفاعل بالنسبة للزمن عند اللحظة t .

- يتم تحديد السرعة الحجمية مبيانيا بحساب قيمة المعامل الموجه dx/dx لمماس منحنى x(t) عند لحظة t ثم قسمتها على حجم الخليط V.

$$v = \frac{1}{V}\cdot\frac{\Delta x}{\Delta t}$$



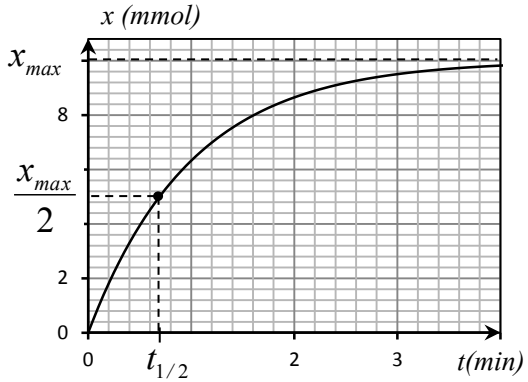
○ في أغلب الحالات تتناقص السرعة الحجمية مع الزمن ، و ذلك راجع إلى تناقص تركيز المتفاعلات.

مثال : في المنحنى جانبه حجم المحلول هو 0,1L ، قيمة السرعة الحجمية هي: $v = \frac{1}{0,1}\times\frac{9,4-4,4}{2-0,3} = 29,4\ mmol.L^{-1}.min^{-1}$.

✍ زمن نصف التفاعل:

زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ هو المدة الزمنية اللازمة لكي يصل التقدم x نصف قيمته النهائية : $x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2}$.

في حالة تفاعل كلي يكون $x_f = x_{max}$ ومنه: $x(t_{1/2}) = \frac{x_{max}}{2}$.



- مبيانيا، نحدد قيمة التقدم الأقصى x_{max} بخط مقارب المنحنى x(t)، و يمثل أفصول الأرتوب $\frac{x_{max}}{2}$ زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$. (مثال : بالنسبة لهذه الحالة $t_{1/2}$= 0,7 min).

✍ التفسير الميكروسكوبي: (خاص بـ SP و SM) .

تتعلق سرعة تحول كيميائي بتردد التصادمات الفعالة. حيث كلما كان التردد كبيرا؛ كان التحول أسرع.

◄ **تأثير التركيز البدئي للمتفاعلات**: كلما كان عدد الجزيئات في وحدة الحجم كبيرا ، كان تردد التصادمات كبيرا مؤديا بذلك إلى ارتفاع سرعة التفاعل.

◄ **مفعول درجة الحرارة**: كلما كانت درجة الحرارة مرتفعة، يزداد الارتجاج الحراري فيكبر عدد تردد التصادمات الفعالة و بالتالي يكون التحول أسرع.

- **التفاعلات الحمضية القاعدية:**

✎ **الحمض** حسب برونشتد، نوع كيميائي قادر على فقدان بروتون (H^+). (**أمثلة**: $HCOOH$ ، CH_3COOH ، H_2O، H_3O^+).

✎ **القاعدة** حسب برونشتد، نوع كيميائي قادر على اكتساب بروتون (H^+). (**أمثلة**: HO^- ، H_2O ، $HCOO^-$ ، CH_3COO^-).

❖ **الأمفوليت** : نوع كيميائي يلعب دور حمض أو قاعدة حسب الظروف التجريبية. (**مثال**: الماء H_2O).

❖ يكون الحمض HA و القاعدة A^- مزدوجة قاعدة/حمض نرمز لها بـ HA / A^- .

- **بصفة عامة، تكتب نصف المعادلة حمض – قاعدة على شكل :** $HA \rightleftarrows A^- + H^+$.

أمثلة: $CH_3COOH \rightleftarrows CH_3COO^- + H^+$ ؛ $NH_3 + H^+ \rightleftarrows NH_4^+$ ؛ $H_3O^+ \rightleftarrows H_2O + H^+$.

- **التفاعل حمض-قاعدة:**

هو تبادل بروتوني بين حمض المزدوجة HA_1 / A_1^- و قاعدة المزدوجة HA_2 / A_2^-: $\boxed{HA_1 + A_2^- \rightleftarrows HA_2 + A_1^-}$

▪ **مثال1**: تفاعل حمض الميثانويك HCOOH مع الماء H_2O: $HCOOH + H_2O \rightleftarrows HCOO^- + H_3O^+$.

▪ **مثال2**: تفاعل حمض الإيثانويك CH_3COOH مع أيون الهيدروكسيد HO^-: $CH_3COOH + HO^- \rightleftarrows CH_3COO^- + H_2O$.

✍ **pH محلول مائي و قياسه:**

يعرف pH محلول مائي مخفف بالعلاقة: $\boxed{pH = -\log[H_3O^+]}$ أو $\boxed{[H_3O^+] = 10^{-pH}}$. (pH مقدار بدون وحدة)

$[H_3O^+]$ عدد يمثل تركيز أيون الأوكسونيوم معبر عنه بالوحدة $mol.L^{-1}$.

يقاس pH محلول باستعمال: الكواشف الملونة، أو بواسطة ورق pH ، أو باستعمال جهاز pH-متر الذي يعطي أدق القيم.

- **نسبة التقدم النهائي لتحول كيميائي:**

نسبة التقدم النهائي τ لتفاعل كيميائي هي خارج قسمة التقدم النهائي x_f على التقدم الأقصى x_{max} لهذا التفاعل : $\boxed{\tau = \frac{x_f}{x_{max}}}$.

وحدة كل من x_f و x_{max} هي المول (mol) و بالتالي τ بدون وحدة.(يمكن التعبير عنها بنسبة مئوية).

إذا كان $\tau < 1$ (أي $x_f < x_{max}$) يكون التحول محدودا (غير كلي).

إذا كان $\tau = 1$ (أي $x_f = x_{max}$) يكون التحول كليا.

ملاحظة: لحساب قيمة τ يجب كتابة معادلة التفاعل و إنشاء الجدول الوصفي ثم إيجاد العلاقة بين x_f و pH أو بين x_f و σ؛

مثال: نحضر بالتخفيف حجما V من محلول حمض الإيثانويك تركيزه $C=0{,}10\ mol.L^{-1}$ و له $pH=2{,}9$ عند $25°C$.

معادلة التفاعل + الجدول الوصفي:

المعادلة الكيميائية		$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$				
حالة المجموعة	تقدم التفاعل	كميات المادة بالمول (mol)				
الحالة البدئية	0	$C.V$	وافر		0	0
الحالة الوسيطة	x	$CV - x$	وافر		x	x
الحالة النهائية	x_f	$CV - x_f$	وافر		x_f	x_f

$\tau = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{n_f(H_3O^+)}{C.V} = \frac{[H_3O^+].V}{C.V} = \frac{10^{-pH}}{C} = \frac{10^{-2,9}}{0,10} = 0,013 = 1,3\,\%$ بما أن $\tau < 1$ فإن التحول محدود.

التفاعلات التي تحدث في المنحيين:

- يقترن بكل تحول كيميائي محدود، تفاعل يتم في المنحيين معادلته ، بصفة عامة: $A + B \rightleftarrows C + D$.
- عندما يحدث تحول كيميائي محدود، تكون الحالة النهائية للمجموعة حالة توازن كيميائي.
- عند التوازن، تبقى تراكيز المتفاعلات و النواتج ثابتة، و على المستوى الميكروسكوبي يتم التفاعل في المنحيين بنفس السرعة.

■ خارج التفاعل:

نعتبر التحول المحدود في محلول مائي و المعبر عنه بالمعادلة : $a\,A_{(aq)} + b\,B_{(aq)} \rightleftarrows c\,C_{(aq)} + d\,D_{(aq)}$

حيث A و B و C و D أنواع كيميائية مذابة محلول مائي.

يعبر عن خارج التفاعل Q_r في حالة معينة بالعلاقة التالية: $\boxed{Q_r = \frac{[C]^c.[D]^d}{[A]^a.[B]^b}}$.

- خارج التفاعل Q_r مقدار بدون وحدة.
- يمثل الماء (كمذيب) و الأجسام الصلبة في تعبير Q_r بالعدد 1.
- يتعلق خارج التفاعل بمنحى كتابة معادلة التفاعل.

مثال1: $HCOOH + H_2O \rightleftarrows HCOO^- + H_3O^+$.

$$Q_r = \frac{[HCOO^-].[H_3O^+]}{[HCOOH]}$$

مثال2: $Cu_{(s)} + 2Ag^+_{(aq)} \rightleftarrows Cu^{2+} + 2Ag_{(s)}$.

$$Q_r = \frac{[Cu^{2+}]}{[Ag^+]^2}$$

موصلية محلول إلكتروليتي:

يعبر عن موصلية محلول إلكتروليتي مخفف عند حالة التوازن بالعلاقة: $\boxed{\sigma_{éq} = \Sigma\, \lambda_{X_i}.[X_i]_{éq}}$.

$\sigma_{éq}$ بـ $(S.m^{-1})$ ؛ λ_{Xi} الموصلية المولية الأيونية للأيون X_i بـ $(S.m^2.mol^{-1})$ ؛ $[X_i]$ تركيز الأيون X_i بـ $(mol.m^{-3})$.

- **خارج التفاعل عند التوازن = ثابتة التوازن:**

ثابتة التوازن K هي القيمة التي يأخذها خارج التفاعل $Q_{r,éq}$ عند حالة التوازن الكيميائي: $\boxed{K = Q_{r,éq} = \frac{[C]^c_{éq}.[D]^d_{éq}}{[A]^a_{éq}.[B]^b_{éq}}}$.

- تتعلق قيمة ثابتة التوازن K فقط بطبيعة المتفاعلات و بدرجة الحرارة.
- K مقدار بدون وحدة.
- كميات المادة لا تتطور عند تحقق حالة توازن المجموعة، في هذه الحالة تكون المجموعة في توازن ديناميكي.

❖ **مثال**: نحضر حجما V=100 mL من محلول حمض الميثانويك تركيزه $C=2,5.10^{-3}\ mol.L^{-1}$ ، أعطى قياس موصلية المحلول عند التوازن القيمة $\sigma_{éq}= 2,75.10^{-2}\ S.m^{-1}$. احسب قيمة كل من ثابتة التوازن K و نسبة التقدم النهائي τ ثم استنتج.

نعطي:

$\lambda_{HCOO^-} = 5,46\ mS.m^2.mol^{-1}$

$\lambda_{H_3O^+} = 35\ mS.m^2.mol^{-1}$

المعادلة الكيميائية		$HCOOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow HCOO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$				
حالة المجموعة	تقدم التفاعل	كميات المادة بالمول (mol)				
الحالة البدئية	0	C.V	وافر		0	0
حالة التوازن	x_f	$CV - x_f$	وافر		x_f	x_f

لدينا: $K = Q_{r,éq} = \frac{[HCOO^-]_{éq}.[H_3O^+]_{éq}}{[HCOOH]_{éq}}$ و من جهة أخرى : $\sigma_{éq} = \lambda_{HCOO^-}.[HCOO^-]_{éq} + \lambda_{H_3O^+}.[H_3O^+]_{éq}$

حسب الجدول الوصفي: $[HCOO^-]_{éq} = [H_3O^+]_{éq} = \frac{x_{éq}}{V}$ و $[HCOOH]_{éq} = C - \frac{x_{éq}}{V}$ ومنه: $K = \frac{x^2_{éq}}{(C.V - x_{éq}).V}$

ومن جهة أخرى: $\sigma_{éq} = (\lambda_{HCOO^-} + \lambda_{H_3O^+}).\frac{x_{éq}}{V}$ أي: $x_{éq} = \frac{\sigma_{éq}.V}{\lambda_{HCOO^-} + \lambda_{H_3O^+}}$ ت.ع: $x_{éq} = 6,8.10^{-5}\ mol$

نجد: $K = 2,5.10^{-4}$ و $\tau = \frac{x_{éq}}{x_{max}} = \frac{6,8.10^{-5}}{2,5.10^{-3} \times 0,1} = 0,26 = 26\,\%$ بما أن $\tau < 1$ فإن التحول محدود.

نسبة التقدم النهائي لتفاعل:

- تتعلق نسبة التقدم النهائي τ لتفاعل محدود بثابتة التوازن K و بالحالة البدئية للمجموعة الكيميائية.

☺ كلما كان المحلول مخففا (تركيزه ضعيف)، تكون نسبة التقدم النهائي لتفاعله مع الماء كبيرة. و بالتالي يتفكك الحمض أكثر.

✔ المحلول المائي:

التحلل البروتوني الذاتي للماء هو تفاعل حمض – قاعدة ، معادلته: $H_2O_{(\ell)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftarrows H_3O^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$.

تسمى ثابتة التوازن المقرونة بالتحلل البروتوني الذاتي للماء **بالجذاء الأيوني للماء**، نرمز لها بـ K_e. حيث:

$$K_e = [HO^-]_{éq}.[H_3O^+]_{éq} \quad \text{و} \quad pK_e = -\log K_e$$

تتعلق pK_e و K_e بدرجة الحرارة فقط. عند 25°C لدينا: $K_e = 10^{-14}$ و $pK_e = 14$.

- التحلل البروتوني الذاتي للماء تفاعل محدود جدا.

المحلول الحمضي و المحلول القاعدي و المحلول المحايد:

- يكون المحلول حمضيا إذا كان $[H_3O^+]_{éq} > [HO^-]_{éq}$ ، أي : $pH < \frac{pK_e}{2}$.
- يكون المحلول قاعديا إذا كان $[H_3O^+]_{éq} < [HO^-]_{éq}$ ، أي : $pH > \frac{pK_e}{2}$.
- يكون المحلول محايدا إذا كان $[H_3O^+]_{éq} = [HO^-]_{éq}$ ، أي : $pH = \frac{pK_e}{2}$.

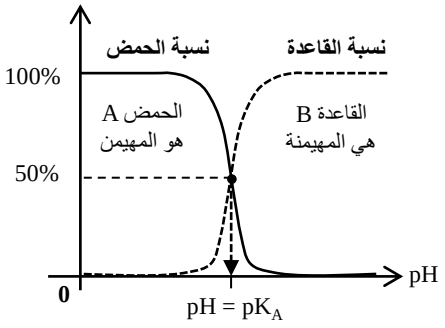
ثابتة الحمضية لمزدوجة قاعدة / حمض HA / A^- :

ثابتة الحمضية K_A لمزدوجة HA / A^- هي ثابتة التوازن الموافقة لمعادلة حمض المزدوجة مع الماء:

$$HA_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftarrows A^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)} \Leftarrow K_A = \frac{[A^-]_{éq}.[H_3O^+]_{éq}}{[HA]_{éq}}$$

و $pK_A = -\log K_A$ أو: $K_A = 10^{-pK_A}$.

العلاقة بين pH و pK_A هي: $pH = pK_A + \log\left(\frac{[A^-]_{éq}}{[HA]_{éq}}\right)$.



تمكن هذه العلاقة من تحديد مجال هيمنة كل من الحمض و قاعدته المرفقة في محلول مائي:

- إذا كان: $pH < pK_A$ فإن: $[HA]_{éq} > [A^-]_{éq} \Leftarrow$ الحمض HA هو المهيمن.
- إذا كان: $pH > pK_A$ فإن: $[HA]_{éq} < [A^-]_{éq} \Leftarrow$ القاعدة A^- هي المهيمنة.
- إذا كان: $pH = pK_A$ فإن: $[HA]_{éq} = [A^-]_{éq} \Leftarrow$ الحمض لا يهيمن أي نوع.

سلوك الأحماض و القواعد في محلول مائي:

✓ بالنسبة لمحاليل مائية لأحماض ذات التركيز نفسه، كلما كان pH المحلول ضعيفا أي كلما كانت الثابتة pK_A ضعيفة، تكون نسبة التقدم النهائي τ للتفاعل أكبر، أي تفكك الحمض أكثر.(نبن أن: $\tau = \frac{10^{-pH}}{C}$)

✓ بالنسبة لمحاليل مائية لقواعد ذات التركيز نفسه، كلما كان pH المحلول كبيرا أي كلما كانت الثابتة pK_A كبيرة، تكون نسبة التقدم النهائي τ للتفاعل أكبر، و بالتالي تزداد قابلية اكتساب القاعدة للبروتون. (نبين أن: $\tau = \frac{K_e}{10^{-pH}.C}$)

ثابتة التوازن المقرونة بتفاعل حمض-قاعدة:

نعتبر التفاعل بين المزدوجة A_1H/A_1^- و قاعدة المزدوجة A_2H/A_2^-: $A_1H_{(aq)} + A_2^-{}_{(aq)} \rightleftarrows A_1^-{}_{(aq)} + A_2H_{(aq)}$.

$$K_A = \frac{[A_1^-]_{éq}.[HA_2]_{éq}}{[A_2^-]_{éq}.[HA_1]_{éq}} = \frac{[A_1^-]_{éq}.[H_3O^+]_{éq}}{[HA_1]_{éq}} \times \frac{[HA_2]_{éq}}{[A_2^-]_{éq}.[H_3O^+]} = \frac{K_{A1}}{K_{A2}}$$ أي : $K = 10^{(pK_{A2}-pK_{A1})}$.

الكواشف الملونة:

- الكاشف الملون الحمضي القاعدي مزدوجة قاعدة/حمض، نرمز لها بـ $HInd /Ind^-$، بحيث يكون للشكلين الحمضي HInd و القاعدي Ind^- لونان مختلفان في محلول مائي.
- بالنسبة للمجال $pK_{A,ind} -1 < pH < pK_{A,ind} +1$ ، المسمى منطقة الانعطاف، يكون تركيز الشكلين الحمضي و القاعدي متقاربين و بالتالي يأخذ المحلول لونا وسيطيا يسمى اللوينة الحساسة للكاشف الملون.

✔ المعايرة الحمضية- القاعدية:

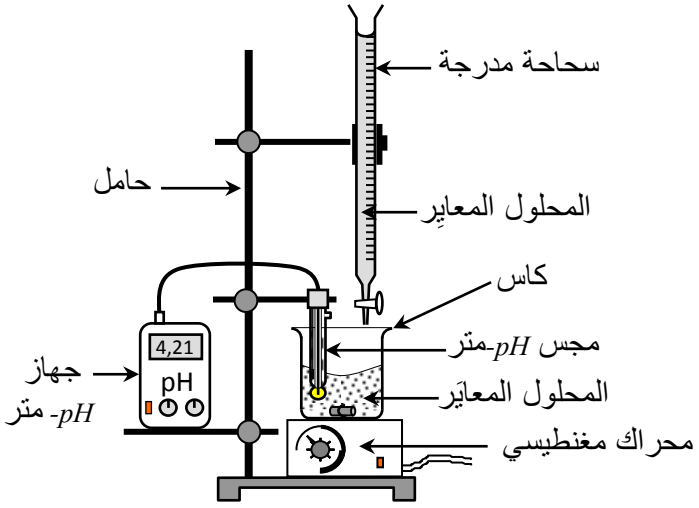
معايرة حمض أو قاعدة هي تحديد تركيز الحمض أو القاعدة عن طريق تفاعل حمض – قاعدة يسمى تفاعل المعايرة. مميزاتها:

- **تفاعل كلي** : يتوقف باختفاء كلي لأحد المتفاعلين على الأقل. أي : $\tau=1$.
- **تفاعل سريع** : يتوقف بعد مدة زمنية قصيرة من حدوثه.
- **تفاعل انتقائي** : يتفاعل النوع المعايِر مع النوع المعايَر فقط.

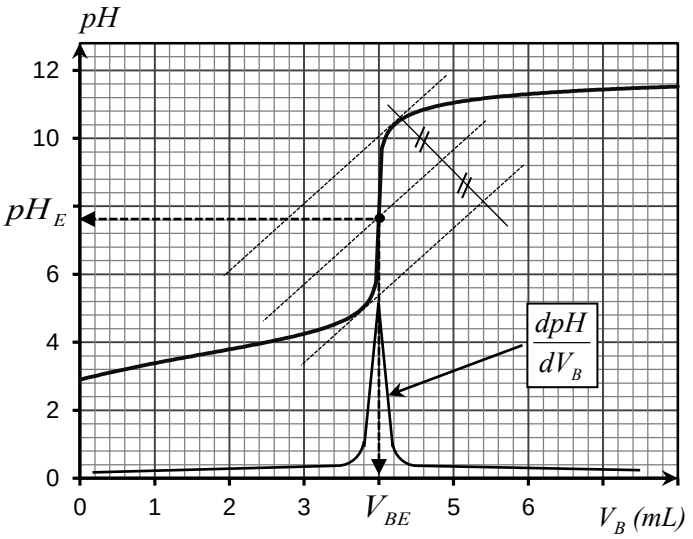
- نحصل على التكافؤ عند مزج النوعين المعايِر (تركيزه معروف) و المعايَر (تركيزه مجهول) بنسب موافقة للمعاملات التناسبية:
- علاقة التكافؤ : $\boxed{C_A.V_A = C_B.V_B}$.

طرق تحديد التكافؤ:

نعلم التكافؤ بالتغير المفاجئ للمميزة الفيزيائية خلال التفاعل، كلون المحلول، أو pH المحلول، أو الموصلية .



تبيانة التركيب التجريبي لإنجاز معايرة حمضية–قاعدية بقياس pH



طريقة المماسات المتوازية + طريقة الاشتقاق:
إحداثيات نقطة التكافؤ هي: $V_{BE}=4mL$ و $pH_E=7,6$

■ المعايرة الملوانية (المعايرة باستعمال كاشف ملون):

- الكاشف الملون الملائم لمعايرة حمضية قاعدية هو الذي تضم منطقة انعطافه قيمة pH الخليط عند التكافؤ pH_E .

كيمياء 6 — التطور التلقائي لمجموعة كيميائية

خارج التفاعل (تذكير):

نعتبر التفاعل المعبر عنه بالمعادلة التالية: $a\,A_{(aq)} + b\,B_{(aq)} \underset{②}{\overset{①}{\rightleftharpoons}} c\,C_{(aq)} + d\,D_{(aq)}$.

يعبر عن خارج عن خارج التفاعل عند لحظة t بالعلاقة: $\boxed{Q_r = \frac{[C]^c.[D]^d}{[A]^a.[B]^b}}$ ، وعند اللحظة البدئية t_i بالعلاقة: $\boxed{Q_{r,i} = \frac{[C]_i^c.[D]_i^d}{[A]_i^a.[B]_i^b}}$

■ خارج التفاعل مقدار بدون وحدة. و لا يمثل الماء (كمذيب) و الأجسام الصلبة في تعبير Q_r و $Q_{r,i}$.

معيار التطور التلقائي:

لتوقع منحى التطور التلقائي لمجموعة كيميائية، نستعمل كمعيار، مقارنة خارج التفاعل $Q_{r,i}$ مع ثابتة التوازن K. نميز 3 حالات.

- $Q_{r,i} < K$: تتطور المجموعة في المنحى المباشر (المنحى 1)
- $Q_{r,i} > K$: تتطور المجموعة في المنحى المعاكس (المنحى 2)
- $Q_{r,i} = K$: لا تتطور المجموعة عيانيا، و توجد في حالة توازن ديناميكي.

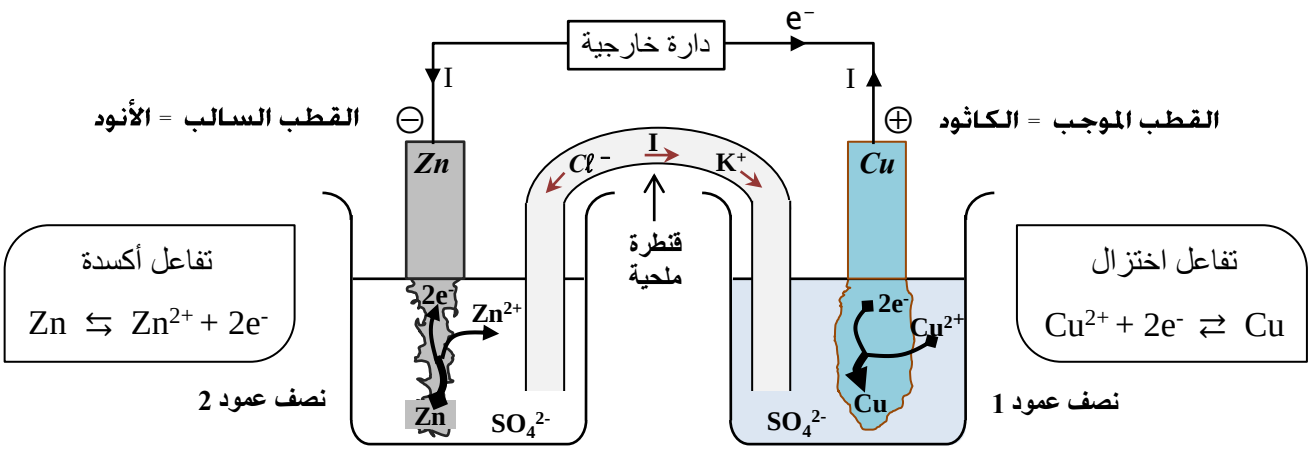
▪ الانتقال التلقائي للإلكترونات:

عندما تكون الأنواع الكيميائية لمزدوجتين مختزل/مؤكسد **مختلطة** (في نفس الكأس) يتم الانتقال التلقائي للإلكترونات **مباشرة**.
وعندما تكون هذه الأنواع **منفصلة** يتم الانتقال بطريقة **غير مباشرة** و ذلك عبر دارة خارجية.

مكونات عمود كهربائي:

- يتكون العمود من مقصورتين تسميان نصف العمود.
- يرتبطا نصفا العمود بقنطرة ملحية، دورها: تحقيق الحياد الكهربائي للمحلولين في نصفي العمود.
- توصيل التيار الكهربائي داخل العمود، نتيجة انتقال الأيونات عبرها.
- يتكون كل نصف عمود من صفيحة فلز M مغمورة في محلول للكاتيونات M^{n+} . تسمى الصفيحة الفلزية إلكترودا.
- العمود ثنائي قطب يحول طاقة كيميائية إلى طاقة كهربائية يمنحها لدارة خارجية.

كيفية و مبدأ اشتغال عمود (مثال عمود زنك – نحاس) :



المعادلة الحصيلة لاشتغال العمود: $Cu^{2+}_{(aq)} + Zn_{(s)} \rightarrow Cu_{(s)} + Zn^{2+}_{(aq)}$

- أثناء اشتغال العمود يمر تيار كهربائي في الدارة الخارجية من صفيحة النحاس نحو صفيحة الزنك، و بما أن الإلكترونات لها منحى معاكس لمنحى التيار الكهربائي فإنها إذن تمر من صفيحة الزنك نحو صفيحة النحاس.
- تحرر الإلكترونات بسبب أكسدة فلز الزنك $Zn_{(s)}$ و تحوله إلى أيونات الزنك $Zn^{2+}_{(aq)}$ حسب المعادلة: $Zn \leftrightarrows Zn^{2+} + 2e^-$.
- تستهلك الإلكترونات التي تصل إلى صفيحة النحاس بسبب اختزال أيونات النحاس $Cu^{2+}_{(aq)}$ و تحولها إلى فلز النحاس $Cu_{(s)}$ حسب المعادلة : $Cu^{2+} + 2e^- \rightleftarrows Cu$.
  - يسمى الإلكترود الذي تحدث عنده الأكسدة أنودا و يمثل القطب السالب ⊖. (صفيحة الزنك).
  - يسمى الإلكترود الذي يحدث عنده الاختزال كاثودا و يمثل القطب الموجب ⊕. (صفيحة النحاس).

تمثيل عمود : يمثل العمود المكون من المزدوجتين $M_{1(s)} / M_1^{a+}{}_{(aq)}$ و $M_{2(s)} / M_2^{b+}{}_{(aq)}$ بالرمز:

$\ominus M_{1(s)} / M_1^{a+}{}_{(aq)} \,//\, M_2^{b+}{}_{(aq)} / M_{2(s)} \oplus$ ؛ (مثال لعمود «دانييل»: $\ominus Zn_{(s)} / Zn^{2+}_{(aq)} \,//\, Cu^{2+}_{(aq)} / Cu_{(s)} \oplus$)

- أثناء الاشتغال، يكون العمود عبارة عن مجموعة كيميائية في غير حالة التوازن : $Q_r < K$.
- عند التوازن يكون $Q_r = K$ ، لا يولد العمود تيارا كهربائيا: $I_{éq} = 0$ و $E = 0$. في هذه الحالة نقول أن العمود مُسْتَهلَكٌ .

كمية الكهرباء الممنوحة من طرف عمود:

كمية الكهرباء Q الممنوحة من طرف عمود أثناء اشتغاله تساوي القيمة المطلقة للشحنة الكلية للإلكترونات المتبادلة:

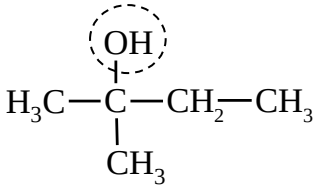
$$Q = n(e^-).F = I.\Delta t \Rightarrow n(e^-) = \frac{I.\Delta t}{F}$$

Q بالكولوم (C) و I شدة التيار بالأمبير (A) و Δt مدة اشتغال العمود بالثانية (s) و $n(e^-)$ كمية مادة الإلكترونات المتبادلة بالمول (mol) و $F=96500\ C.mol^{-1}$ تسمى ثابتة فراداي

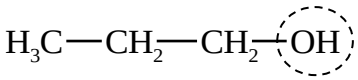
❶ تذكير ـ مجموعة الكحولات ـ :

- تحتوي الكحولات على المجموعة المميزة OH — التي تسمى هيدروكسيل Hydroxyle.

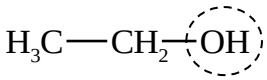
★ أمثلة:



2-مثيل بوتان-2-أول

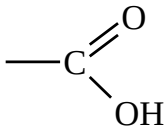


بروبان-1-أول

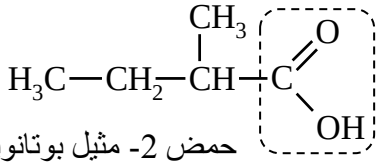


إيثانول

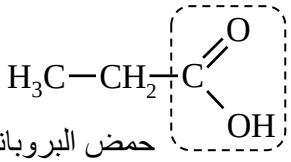
ـ الأحماض الكربوكسيلية:

- الحمض الكربوكسيلي مركب عضوي يحتوي عل مجموعة الكربوكسيل :  أو — COOH .
- يسمى اسم الحمض الكربوكسيلي باسم الألكان الموافق له، مع تقديم لفظ «حمض» و إضافة المقطع «ويك».

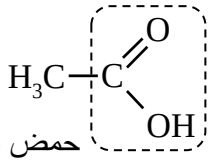
★ أمثلة:



حمض 2- مثيل بوتانويك

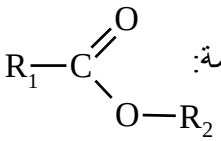


حمض البروبانويك



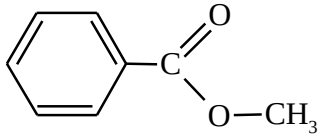
حمض الإيثانويك

❷ مجموعة الإسترات:

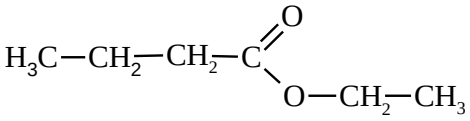
- الإستر مركب عضوي يتميز بالصيغة العامة:  . بحيث R_1 ذرة هيدروجين أو جذر ألكيلي و R_2 جذر ألكيلي.

★ نحصل على اسم الإستر انطلاقا من اسم الحمض الكربوكسيلي الموافق بحذف لفظ «حمض» و تعويض المقطع «ويك oïque» بالمقطع «وات – oate» ، متبوعا باسم الجذر الألكيلي المرتبط بذرة الأوكسجين برابطة بسيطة.

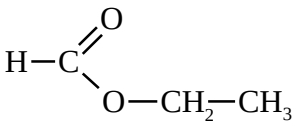
★ أمثلة:



بنزوات الميثيل



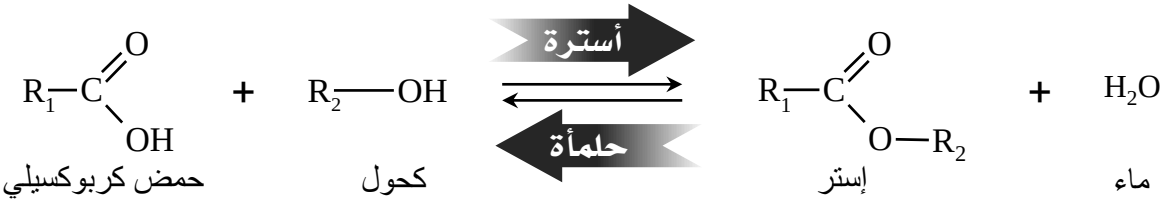
بوتانوات الإيثيل



ميثانوات الإيثيل

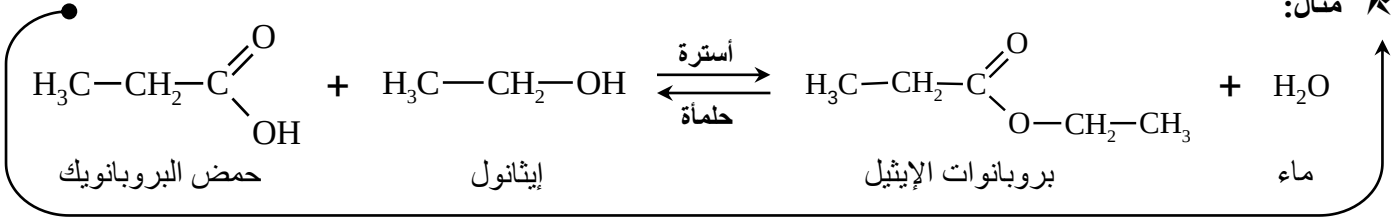
❸ حالة التوازن أسترة ـ حلمأة:

الأسترة و الحلمأة تفاعلان عكوسان يؤديان إلى حالة التوازن نعبر عنها بالمعادلة التالية: (⇄ الأسترة = الحصول على إستر)



حمض كربوكسيلي + كحول ⇄ إستر + ماء

★ مثال:



حمض البروبانويك + إيثانول ⇄ بروبانوات الإيثيل + ماء

★ مميزات تفاعلات الأسترة و الحلمأة: الأسترة و الحلمأة تفاعلان **بطيئان جدا** و **محدودان** .

❹ مردود التحول:

مردود التحول r هو خارج قسمة كمية المادة المحصل عليه تجريبيا n_{exp} على كمية المادة للناتج n_{th} إذا كان التحول كليا و ينحصر بين 0 و 1 :

$$r = \frac{n_{exp}}{n_{th}}$$

❺ **التحكم في سرعة التفاعل:** (للرفع من سرعة التفاعل يمكن) :

- الرفع من درجة حرارة الوسط التفاعلي.
- استعمال حفاز، (أيون الأوكسونيوم H_3O^+ مثلا).

(الحفاز نوع كيميائي يزيد في سرعة التفاعل و لا يظهر في معادلة التفاعل)

❻ **التحكم في مردود التفاعل:** (للرفع من مردود التفاعل يمكن) :

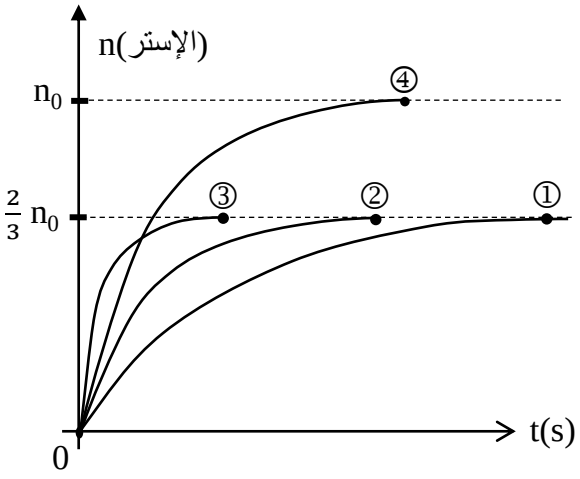
- استعمال أحد المتفاعلات بوفرة.
- إزالة أحد النواتج خلال تكونه.

تفسير : نعتبر تفاعل الأسترة التالي؛

ماء + إستر ⇄ كحول + حمض

تعبير $Q_{r,éq}$ خارج التفاعل عند التوازن هو: $Q_{r,éq} = \frac{[\text{إستر}]_{éq}.[\text{ماء}]_{éq}}{[\text{كحول}]_{éq}.[\text{حمض}]_{éq}}$.

عند إضافة أحد المتفاعلات (حمض أو كحول)، أو عند إزالة أحد النواتج (ماء أو إستر) يتناقص خارج التفاعل Q_r مما يجعل المجموعة في وضعية، حيث تكون قيمة خارج التفاعل Q_r أصغر من ثابتة التوازن K، فتتطور المجموعة تلقائيا في المنحى المباشر، و بالتالي تتكون نواتج جديدة.

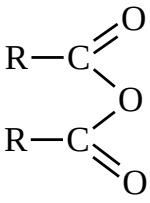


--- تحليل المنحنيات ---

①: بدون استعمال الحفاز مع درجة حرارة منخفضة.
②: استعمال حفاز **أو** الرفع من درجة الحرارة.
③: استعمال الحفاز **مع** الرفع من درجة الحرارة.
④: إزالة أحد النواتج خلال تكونه أو استعمال أحد المتفاعلات بوفرة.

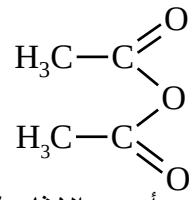
كيمياء 9 — التحكم في تطور المجموعات الكيميائية بتغيير متفاعل

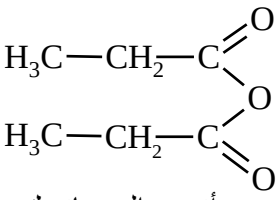
❶ **أندريد الحمض:**

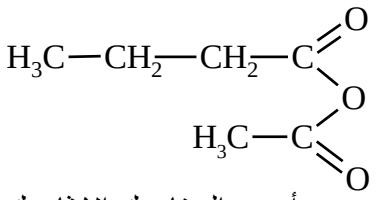
- أندريدات الحمض مركبات عضوية تتميز بالصيغة العامة:  ، R يمثل سلسلة كربونية.
- **تسمية أندريد الحمض:**

لتسمية أندريد الحمض نعوض لفظ «حمض» من اسم الحمض الكربوكسيلي بلفظ «أندريد»

أمثلة:

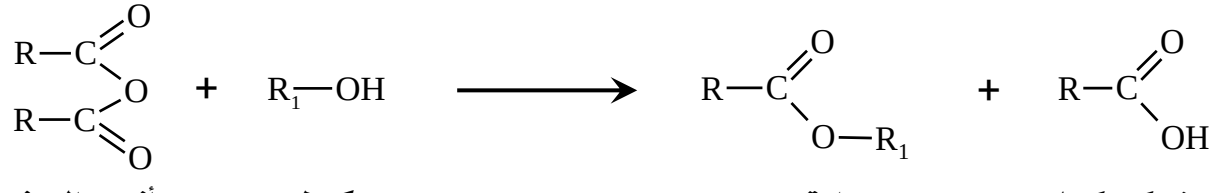

أندريد الإيثانويك ؛


أندريد البروبانويك ؛


أندريد البوتانويك الإيثانويك

❷ **تصنيع إستر انطلاق من أندريد الحمض و كحول:**

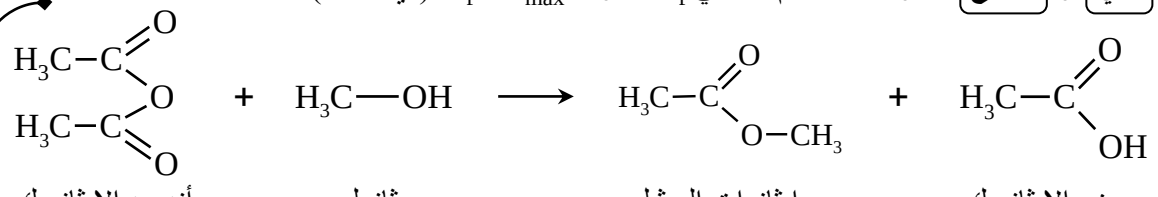
يؤدي تفاعل أندريد الحمض مع كحول إلى تكوين إستر و حمض كربوكسيلي حسب المعادلة:



أندريد الحمض — **كحول** — **إستر** — **حمض كربوكسيلي**

هذا التفاعل **كلي** و **سريع** . يكون فيه التقدم النهائي x_f قصويا $x_f = x_{max}$ (أي $\tau=1$) .

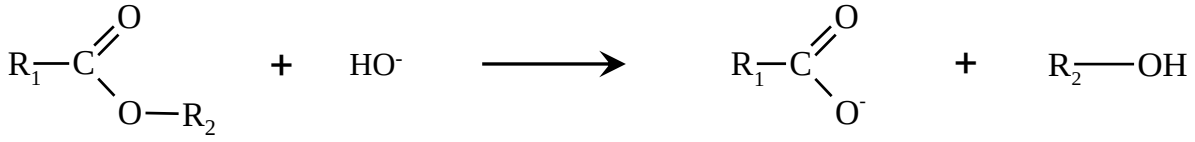
مثال:



أندريد الإيثانويك — ميثانول — إيثانوات الميثيل — حمض الإيثانويك

❸ الحلمأة القاعدية للإستر = التصبن:

- التصبن هو تفاعل إستر مع أيونات الهيدروكسيد HO^-، حيث ينتج عنه تكون كحول و أيونات الكربوكسيلات حسب المعادلة.

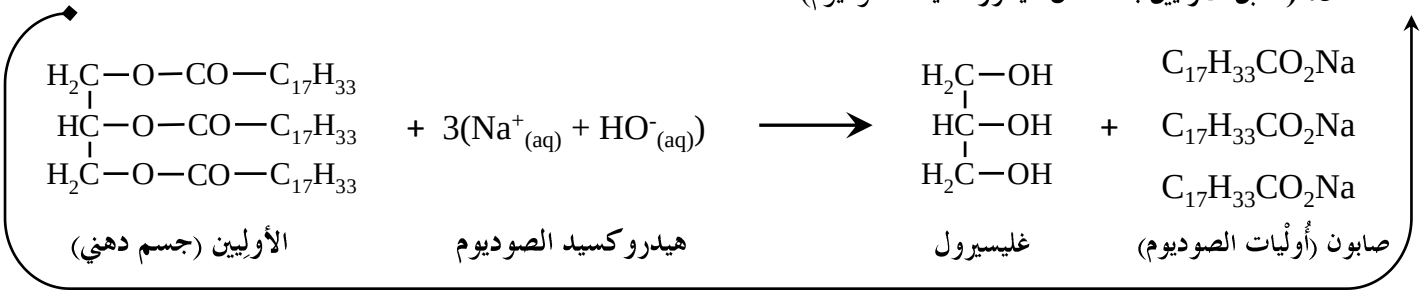


هذا التفاعل **كلي** و **سريع** . يكون فيه التقدم النهائي x_f قصويا $x_f = x_{max}$ (أي $\tau=1$) .

❹ تحضير الصابون:

- ينتج الصابون عن تصبن ثلاثي الغليسيريد. و هو عبارة عن كربوكسيلات الصوديوم أو البوتاسيوم ، القواعد المرافقة للأحماض الدهنية ذات سلاسل طويلة (بين 10 و 20 ذرة كربون) .

مثال: (تصبن الأوليين باستعمال هيدروكسيد الصوديوم)



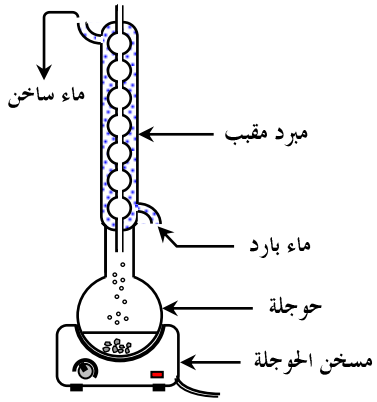
يحتوي الأيون كربوكسيلات، ذو سلسلة كربونية طويلة المتواجدة في الصابون على جزأين:

- الجزء الهيدروفيلي (hydrophile) COO^- ، المتواجد في رأس السلسلة، و هو قابل للذوبان في الماء.
- الجزء الهيدروفوبي (hydrophobe)، السلسلة الكربوني الطويلة، و هو غير قابل للذوبان في الماء.

❺ الحفـــز:

- الحفاز نوع كيميائي يزيد في سرعة التفاعل و لا يغير حالة التوازن. و الحفز 3 أنواع:
  - الحفز غير المتجانس : عندما تكون الحالة الفيزيائية للمتفاعل و الحفاز مختلفة.
  - الحفز المتجانس: إذا كانت المتفاعلات و الحفاز كلها غازية ، أو في محلول مائي.
  - الحفز الأنزيمي: إذا كان الحفاز المستعمل أنزيما.
- يُمَكِّن اختيار الحفاز النوعي في الصناعة من توجيه المجموعة الكيميائية في اتجاه تكون ناتج معين.

❖ **للحفاز دور تسريعي و انتقائي.**



- **تركيب التسخين بالارتداد:** دوره؛
  - ✓ تسريع التفاعل ،
  - ✓ الحفاظ على الأنواع الكيميائية من الضياع.

انتهى ... أتمنى لكم التوفيق

في حالة وجود ما قد يبدو كخطأ أو نقص أو غموض :

yassinderaz@gmail.com أو *yassin.derraz@taalim.ma* .

Facebook.com/yassinderraz .

ثانوية الرازي التأهيلية ، ترجيست – نيابة إقليم الحسيمة.

تابع بكل جدية الدرس الذي يقدمه الأستاذ داخل القسم .

أملي أن أكون قد وفقت في وضع أداة مفيدة تحفزك على البحث و الاجتهاد و التميز. و الله ولي التوفيق.