

ملخص الدروس

مملكة علوم الحياة والارض

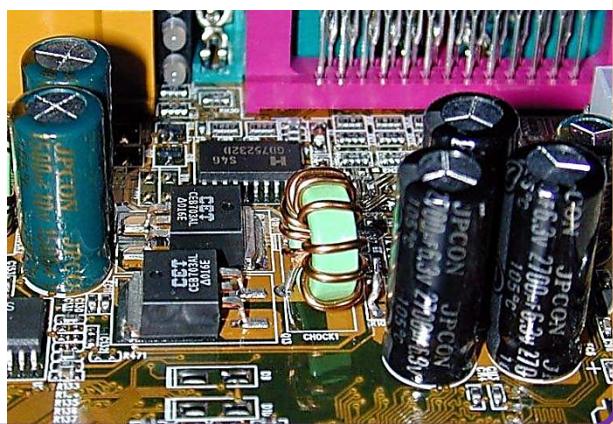
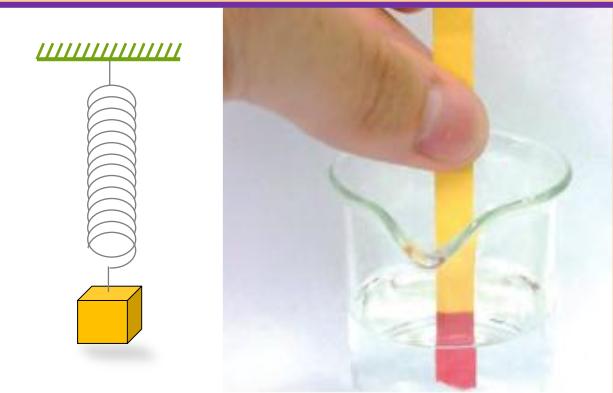
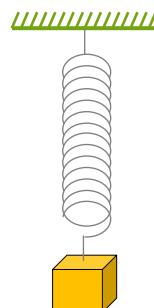
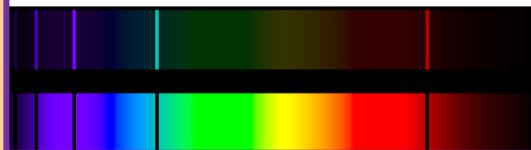
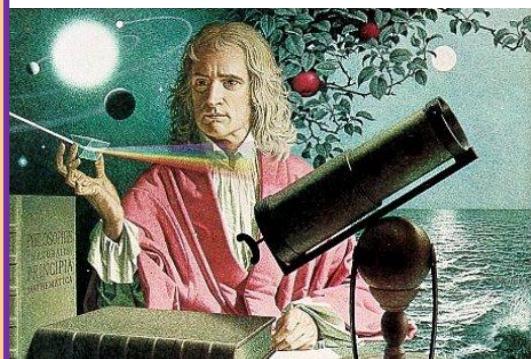
الفيزياء

2



الكيمياء

- الموجات.
- التحولات النووية.
- الكهرباء.
- الميكانيك.
- التحولات السريعة والتحولات البطيئة لمجموعة كيميائية.
- التحولات غير الكلية لمجموعة كيميائية.
- منع تطور مجموعات كيميائية.
- كيفية التحكم في تطور المجموعات الكيميائية.



إعداد: د. ياسين الدراز

yassinderaz@gmail.com

yassin.derraz@taalim.ma

<https://web.facebook.com/yassinderraz>

ثانوية المرازي التأهيلية - ترجيست ص.ب. 200

المديرية الإقليمية بالحسيمة.

www.chtoukaphysique.com



وفق الأطر المرجعية المicina

لوزارة التربية الوطنية - SVT

PHYSIQUE
CHIMIE

2016
2017

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

- ✓ مسلك علوم الحياة والأرض - (SVT) .
- ✓ مسلك العلوم والتكنولوجيات .

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

الكيمياء - نسبة الأهمية: 33%

كل التحولات السريعة و التحولات
البطيئة لمجموعة كيميائية.

- التحولات السريعة و التحولات البطيئة.
- التتبع الزمني لتحول كيميائي، سرعة التفاعل.

الجزء 1

كل التحولات غير الكلية لمجموعة
كيميائية.

- التحولات الكيميائية التي تحدث في المنشئين.
- حالة توازن مجموعة كيميائية.
- التحولات المقرونة بالتفاعلات حمض - قاعدة في محلول مائي.

الجزء 2

كل منحى تطور مجموعة كيميائية.

- التطور التلقائي لمجموعة كيميائية.
- التحولات التلقائية في الأعمدة و تحصيل الطاقة.
- ☒ أمثلة لتحولات قسرية

الجزء 3

كل كيفية التحكم في تطور المجموعة
الكيميائية.

- تفاعلات الأسترة و الحلامة.
- التحكم في تطور المجموعات الكيميائية بتغيير متفاعل.

الجزء 4

الفيزياء - نسبة الأهمية: 67%

- اطويجات الميكانيكية المتوازية.
- اطويجات الميكانيكية المتوازية الدورية.
- انتشار موجة ضوئية

الموارد

- التناقص الإشعاعي.
- النوى - الكتلة و الطاقة.

التحولات النووية

- ثانوي القطب RC.
- ثانوي القطب RL.
- الدبذبات الحرجة في دائرة RLC متوازية.
- ☒ الدبذبات القسرية في دائرة RLC متوازية (خاص SM)
- ☒ الموجات الكهرومغناطيسية و تضمين الوسع.

الكهرباء

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

الميكانيك

الموجات الميكانيكية المتوازية

الموجة الميكانيكية المتوازية: هي ظاهرة انتشار إشارة (تشوبيه) في وسط مادي من. ملاحظة: أثناء انتشار موجة، تنتقل الطاقة ولا تنتقل المادة.

- ◀ تكون الموجة مستعرضة إذا كان اتجاه انتشارها عموديا على اتجاه التشوبيه. كأمواج البحر.
- ◀ تكون الموجة طولية إذا كان اتجاه انتشارها موازيا مع اتجاه التشوبيه: كالموجة الصوتية.



- ◀ تكون الموجة أحادية البعد إذا انتشرت في اتجاه واحد: مثال: ← موجة طول حبل ونابض.
- ◀ 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.

www.chtoukaphysique.com

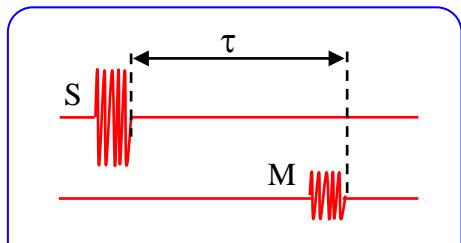
2 سرعة انتشار موجة:

$$\left. \begin{array}{l} d: \text{المسافة المقطوعة بالметр (m)} \\ \Delta t: \text{المدة الزمنية المستغرقة بالثانية (s)} \\ V: \text{سرعة الانتشار بـ } m.s^{-1} \end{array} \right\} V = \frac{d}{\Delta t}$$

3 التأخير الزمني τ : هو المدة الزمنية اللازمة لمرور الموجة من نقطة S إلى نقطة أخرى M.

4 تعبر السرعة V بدلالة التأخير الزمني τ هو:

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

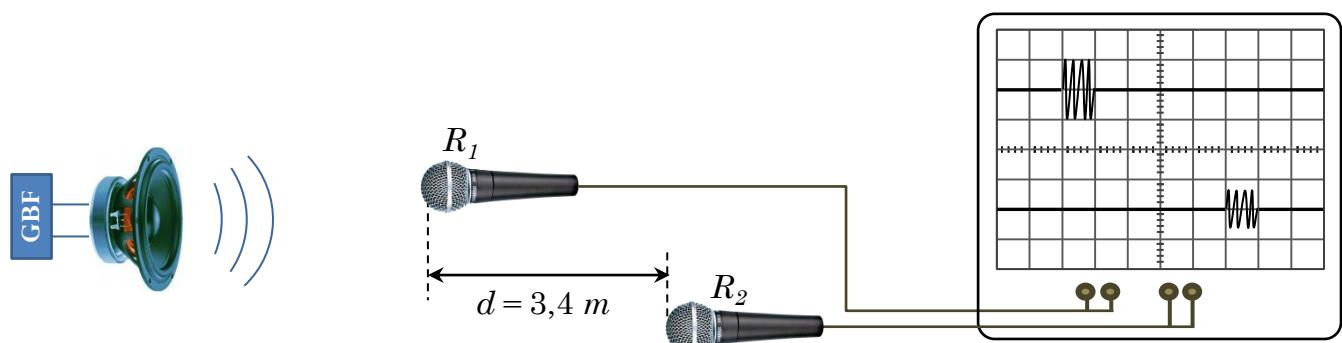


تعلق سرعة الانتشار V لموجة بطبيعة الوسط: (مرونته و صلابته و قصوره و درجة حرارته).

الموجات الميكانيكية لا تنتشر في الفراغ.

العلاقة بين استطاله نقطة M من وسط الانتشار واستطاله المنبع S:

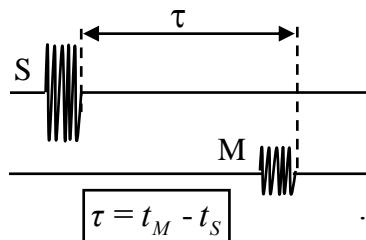
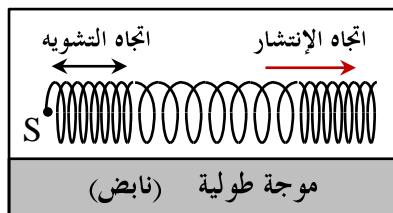
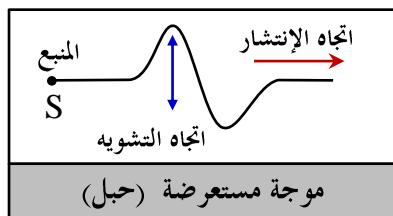
5 مثال: قياس سرعة موجة صوتية: (احسب سرعة انتشار الموجات الصوتية في الهواء. الحساسية الأفقية: 2 ms/div)



www.chtoukaphysique.com

$$\text{جواب: } V = \frac{d}{\Delta t} = \frac{3,4}{5 \times 2 \cdot 10^{-3}} = 340 \text{ m.s}^{-1}$$

الموجات الميكانيكية المتواجدة



- ❶ **الموجة الميكانيكية المتواجدة:** هي ظاهرة انتشار إشارة (تسوية) في وسط مادي من.
- ◀ تكون الموجة مستعرضة إذا كان اتجاه انتشارها عمودي على اتجاه التسويه. كأمواج البحر.
- ◀ تكون الموجة طولية إذا كان اتجاه انتشارها موازياً مع اتجاه التسويه: كالموجة الصوتية.
- ◀ تكون الموجة أحادية البعد إذا انتشرت في اتجاه واحد: \leftarrow موجة طول حبل و نابض.
- ◀ تكون الموجة ثنائية البعد إذا انتشرت في مستوى واحد: \leftarrow موجة فوق سطح الماء.
- ◀ تكون الموجة ثنائية البعد إذا انتشرت في جميع الاتجاهات: $\leftarrow \rightarrow$ الموجة الصوتية.

❷ سرعة انتشار موجة:

$$\left. \begin{array}{l} d : \text{المسافة المقطوعة بالметр (m)} \\ \Delta t : \text{المدة الزمنية المستغرقة بالثانية (s)} \end{array} \right\} V = \frac{d}{\Delta t}$$

V : سرعة الانتشار بـ m.s^{-1} .

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

$$\left. \begin{array}{l} V = \frac{SM}{\tau} \\ \tau = t_M - t_S \end{array} \right.$$

❹ **تعبير السرعة V بدلالة التأخير الزمني τ :**

- 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 استطاله نقطة M من وسط الانتشار و استطاله المنبع S: $y_M(t) = y_s(t - \tau)$

الموجات الميكانيكية المتواجدة الدورية

- **الموجة الميكانيكية المتواجدة الدورية:** هي الظاهرة الناتجة عن انتشار تسويه دوري في وسط الانتشار.

- **الموجة الميكانيكية المتواجدة الجيبية:** هي الظاهرة الناتجة عن انتشار تسويه جيبية في وسط الانتشار.

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

◀ الدور T : هو المدة الزمنية التي تكرر فيها الظاهرة بكيفية مماثلة. (الوحدة s).

◀ التردد N : هو مقلوب الدور T : $N = \frac{1}{T}$ وحدته الهرتز (Hz).

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

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

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

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

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

$$\left. \begin{array}{l} MN = k.\lambda \Leftrightarrow \text{توافق في الطور.} \\ MN = k.\lambda + \frac{\lambda}{2} \Leftrightarrow \text{تعاكس في الطور. (}k \in \mathbb{N}\text{)} \end{array} \right.$$

◀ **استعمال الوهماض لدراسة حركة دورية:**

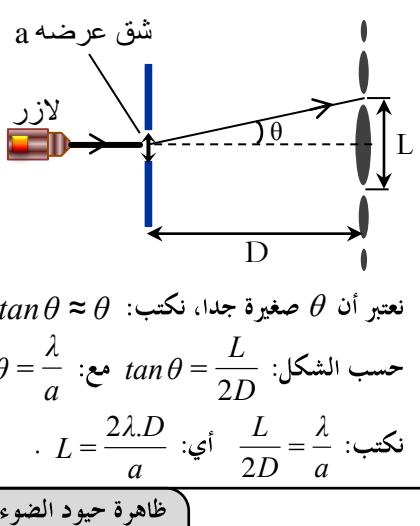
✖ ليكن: T_S و N_S دور و تردد الوهماض. ✖ و T و N دور و تردد الموجة.

✖ $N = k.N_S$ أو $T_S = k.T$

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

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

انتشار موجة صوتية



الصوٰء موجة كهرمغناطيسية مستعرضة تنتشر في الفراغ و في الأوساط المادية الشفافة.

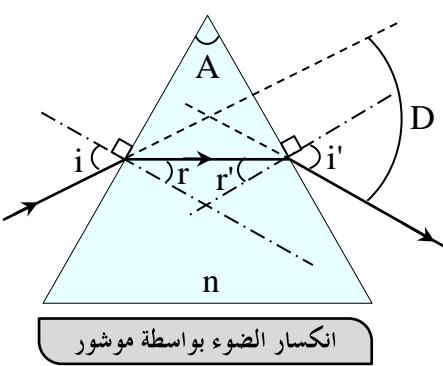
- سرعة انتشار الموجات الصوتية في الفراغ: $c = 3.10^8 \text{ m/s}$

$$V = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot N$$

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

- ظاهرة حيود موجة صوتية: أثناء حيود موجة صوتية تتحقق العلاقة:

θ فوق 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).



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

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

الصوٰء المتعدد الألوان: هو كل لون يحتوي على عدة ألوان: كالصوٰء الأبيض مثلاً.

يتبدد الصوٰء الأبيض عند مروره عبر موشور.

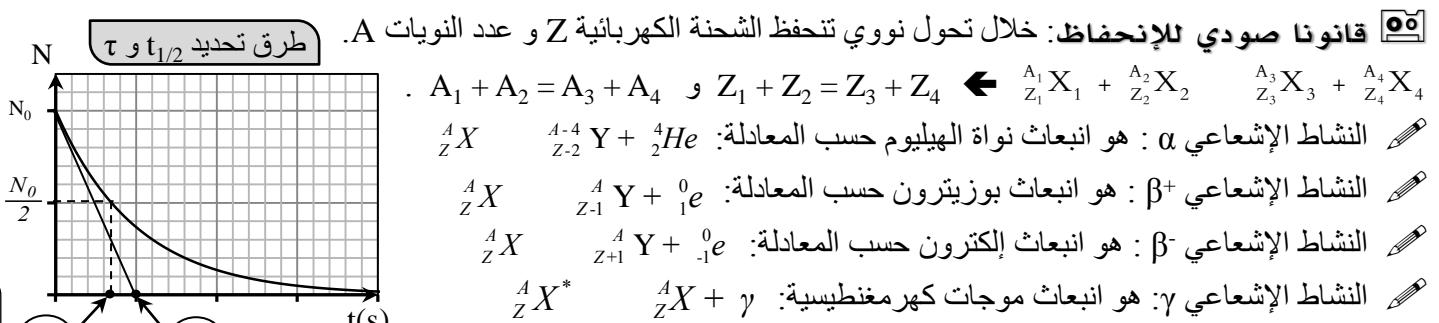
يعرف معامل الانكسار n لوسط شفاف بالعلاقة:

- العلاقات المميزة للموشور:

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

التناقص الإشعاعي

- نواة الذرة:** تتكون النواة من Z بروتون و N نوترон و نرمز لها بـ ${}_Z^A X$ ، حيث A يمثل عدد النويات : $A = Z + N$.
- النظاميات:** هي نويات لها نفس عدد البروتونات Z و تختلف من حيث عدد النوترؤنات N . (مثل ${}^{14}_6 C$ و ${}^{13}_6 C$ و ${}^{12}_6 C$).
- النشاط الإشعاعي:** تفت نووي طبيعي غير مرئي في الزمن لنواة غير مستقرة - تسمى نواة مشعة - إلى نواة متولدة أكثر استقراراً مع انبعاث دقيقة أو عدة دقائق تسمى إشعاعات نشيطة.



- عمر النصف:** المدة الزمنية اللازمة لتفت نصف نوى العينة: $\tau = \frac{1}{\lambda}$
- وحدة τ هي الثانية (s) و وحدة λ هي (s^{-1}) .

- نشاط عينة مشعة:** هو عدد النقوسات في وحدة الزمن: $a(t) = -\frac{dN}{dt}$ او: $a(t) = \lambda \cdot N = a_0 e^{-\lambda t}$ بحيث: $a_0 = \lambda \cdot N_0$
- وحدة النشاط الإشعاعي هي البيكرييل (Bq) بحيث: 1Bq يمثل 1 نقوس خلال ثانية.

- الفصيلة المشعة:** مجموعة من النوى ناتجة عن تفتقنات متسلسلة لنواة أصل.

النوى - الكتلة و الطاقة

علاقة أينشتاين (التكافؤ كتلة-طاقة): كل مجموعة كتلتها m توجد في حالة سكون، تملك طاقة E تسمى طاقة الكتلة . $c=3.10^8 \text{ m/s}$ حيث :

$$E = m.c^2$$

النقص الكتلي Δm : هو الفرق بين مجموع كتل النويات و كتلة النواة:

$$\Delta m = [Zm_p + (A-Z)m_n] - m({}_{Z}^{A}X)$$

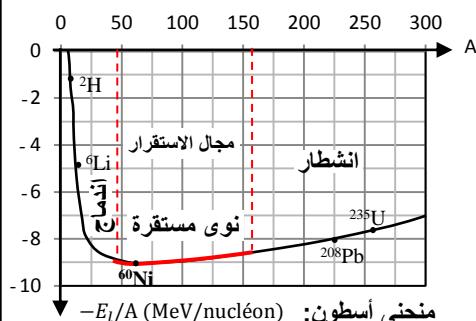
طاقة الرابط E_ℓ : هي الطاقة التي يجب إعطاؤها للنواة في حالة سكون لفصل نوياتها و تبقى هذه النويات في حالة سكون.

$$E_\ell = \Delta m.c^2 = [Zm_p + (A-Z)m_n - m({}_{Z}^{A}X)].c^2$$

طاقة الرابط بالنسبة لنووية $\frac{E_\ell}{A}$ MeV/nucléon . يُعرَف بـ \bar{E}_ℓ . تعطي فكرة عن مدى استقرار النواة يعبر عنها بالعلاقة: كلما كانت \bar{E}_ℓ كبيرة تكون النواة الموافقة أكثر استقرارا.

الانشطار: تفاعل نووي محضر يتم خلاله انقسام نواة ثقيلة إلى نوتين خفيفتين عند تصادمها بنوترون.

الاندماج: تفاعل نووي محضر يتم خلاله اتحاد (اندماج) نوتين خفيفتين لتكون نواة أكثر ثقلًا.



المحصيلة الطاقية لتحول نووي: (! هام جدا).

$$\text{نعتبر تحولاً نووياً معادلته: } {}_{Z_1}^{A_1}X_1 + {}_{Z_2}^{A_2}X_2 \rightarrow {}_{Z_3}^{A_3}X_3 + {}_{Z_4}^{A_4}X_4$$

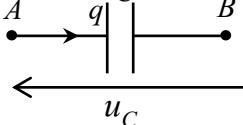
$$\Delta E = [m(X_3) + m(X_4) - m(X_1) - m(X_2)].c^2$$

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

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

ثنائي القطب RC

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



العلاقة بين الشحنة والتوتر: $q = C.u_C$ مع C سعة المكثف وحدتها الفاراد (F) .

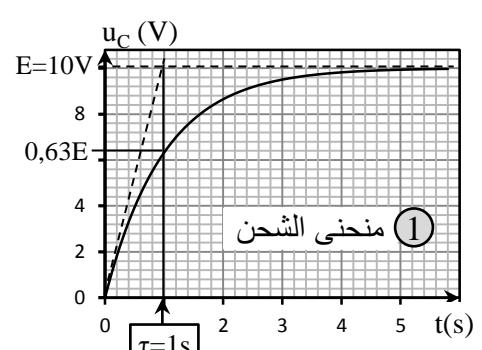
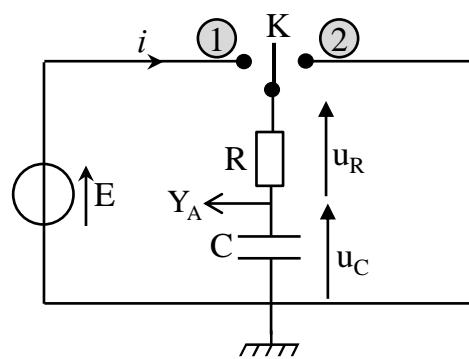
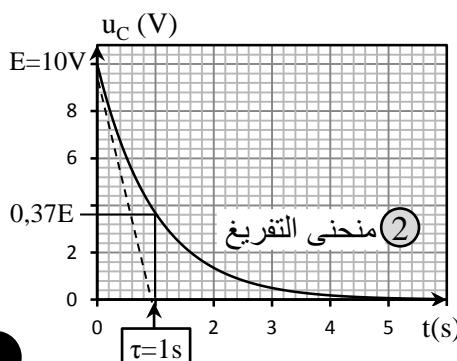
العلاقة بين الشحنة و شدة التيار: $i = \frac{dq}{dt}$ نبين أن: $I_0 = \frac{q}{At} = \frac{C.u_C}{At} = C \frac{du_C}{dt} = C \frac{du_C}{dt}$. و عندما نشحن بمولد مؤتمث نكتب: $i = \frac{dq}{dt}$

الطاقة المخزونة في المكثف: $E_e = \frac{1}{2}Cu_C^2 = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$.

تجمیع المکثفات: على التوازی: $C_{eq} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$. على التوالی: $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$

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

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



k في الموضع 2 : تفريغ المكثف

$$RC \frac{du_C}{dt} + u_C = 0$$

المعادلة التفاضلية للتوتر u_C :

$$RC \frac{dq}{dt} + q = 0$$

المعادلة التفاضلية للشحنة q :

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

حل المعادلة التفاضلية:

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

شدة التيار المار في الدارة: $i = -I_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$ ، مع

في النظام الدائم: $u_C = 0$ و $i = 0$.

k في الموضع 1 : شحن المكثف

$$RC \frac{du_C}{dt} + u_C = E$$

المعادلة التفاضلية للتوتر u_C :

$$RC \frac{dq}{dt} + q = E.C$$

المعادلة التفاضلية للشحنة q :

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

حل المعادلة التفاضلية:

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

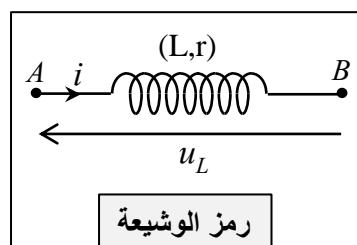
شدة التيار المار في الدارة: $i = I_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$ ، مع

في النظام الدائم: $u_C = E$ و $i = 0$.

ثنائي القطب RL

فيزياء 7

الوشيعة: ثنائي قطب كهربائي تتكون من سلك موصلاً مطلباً عازلاً و ملفوف حول حامل عازل.



تعبير التوتر بين مربعي الوشيعة في اصطلاح مستقبل:

r : مقاومة الوشيعة بالأوم (Ω)

L : معامل التحرير الذاتي للوشيعة بالهنري (H).
 i : شدة التيار بالأمبير (A) و u_L التوتر بالفولط (V)

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

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: $u_L = r.i$ تتصف الوشيعة بموصل أومي.

$$E_m = \frac{1}{2} L.i^2$$

الطاقة المغناطيسية المخزونة في الوشيعة:

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

$$R_t = R + r \quad \text{مع} \quad \tau = \frac{L}{R+r} = \frac{L}{R_t}$$

انعدام (أو انقطاع) التيار \rightarrow فتح قاطع التيار K

$$\frac{L}{R_t} \frac{di}{dt} + i = 0$$

المعادلة التفاضلية لشدة التيار i :

$$I_{max} = \frac{E}{R_t}$$

حل المعادلة التفاضلية: $i = I_{max} e^{-\frac{t}{\tau}}$ مع:

في النظام الدائم: $u_L = 0$ و $i = 0$.

إقامة التيار \rightarrow غلق قاطع التيار K

$$\frac{L}{R_t} \frac{di}{dt} + i = \frac{E}{R_t}$$

المعادلة التفاضلية لشدة التيار i :

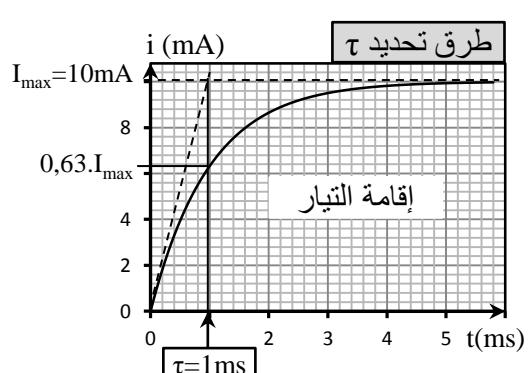
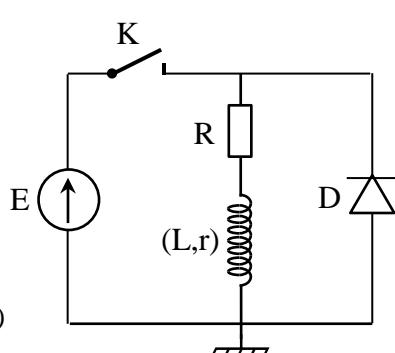
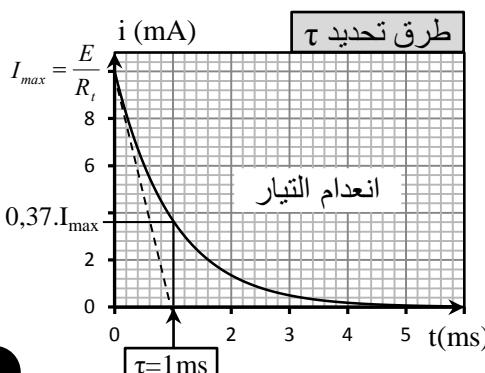
$$I_{max} = \frac{E}{R_t}$$

حل المعادلة التفاضلية: $i = I_{max}(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ مع:

$$u_L = \frac{r.E}{R_t} \quad i = I_{max} = \frac{E}{R_t}$$

في النظام الدائم: $i = I_{max}$ و $u_L = 0$.

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

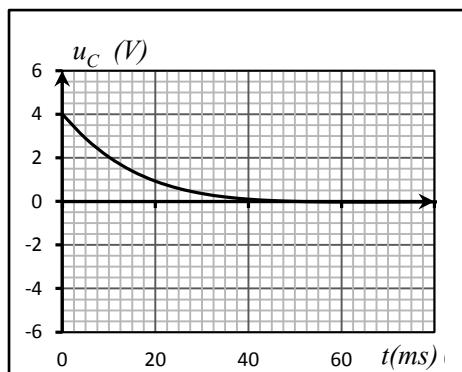


الذبذبات الحرة في دارة RLC متوازية

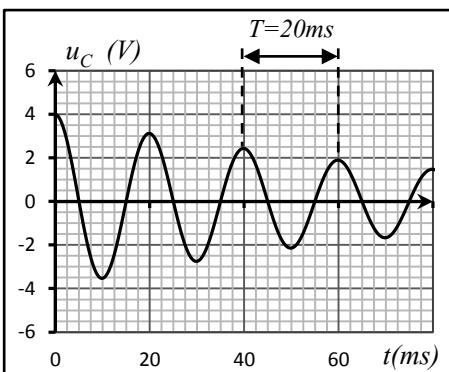
الذبذبات الحرة: نحصل على ذبذبات حرة في دارة RLC متوازية عندما لا يتوفر للدارة أي مصدر للطاقة ماعدا الطاقة المخزونة في المكثف بدئياً، حيث يحدث تغير المكثف في الوشيعة. حيث تكون الطاقة المخزنة في المكثف عند $t=0$.

www.chtoukaphysique.com

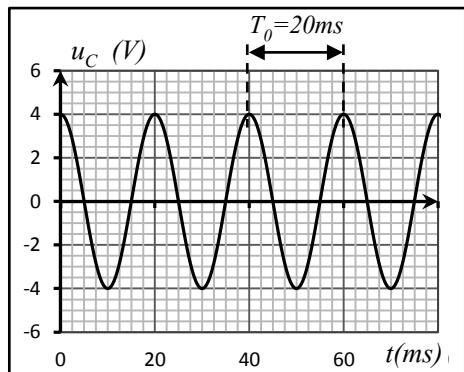
الأنظمة الحرة الثلاثة للذبذبات:



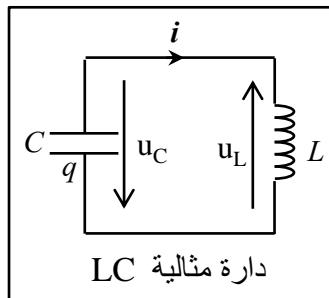
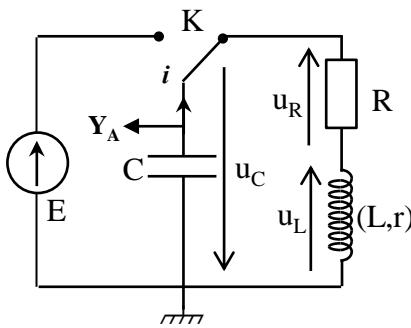
- R كبيرة \leftarrow نظام لا دوري
- تزول الذبذبات



- R صغيرة \leftarrow نظام شبه دوري
- شبه الدور $T \approx T_0$ حيث $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$



- نظام دوري $\leftarrow R=0$
- الدور الخاص $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$



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 تتحققها الشحنة q :

$$\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{(R+r)}{L} \frac{dq}{dt} + \frac{1}{LC} q = 0$$

بالنسبة لمقاومة $R_1=R+r=0$ نتكلم عن دارة مثالية LC، في هذه الحالة:

المعادلة التفاضلية تصبح:

$$\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{LC} q = 0 \quad \text{أو} \quad \frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{1}{LC} u_C = 0$$

حل المعادلة التفاضلية هو:

$$u_C = U_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t + \varphi\right)$$

الدور الخاص $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$

تعبر شحنة المكثف $q = C \cdot u_C = CU_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t + \varphi\right)$

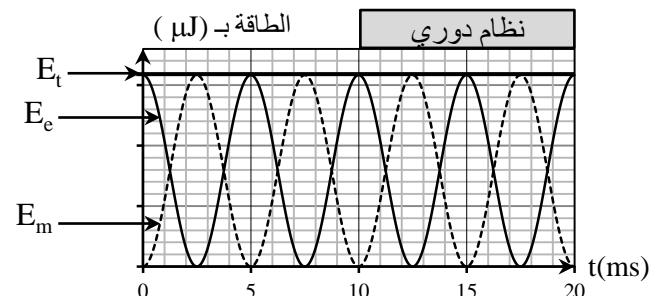
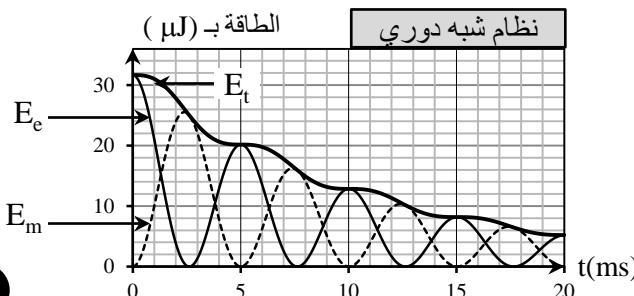
تعبر شدة التيار $i = \frac{dq}{dt} = \frac{2\pi \cdot CU_m}{T_0} \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t + \varphi + \frac{\pi}{2}\right)$

الطاقة الكلية المخزونة في دارة RLC متوازية:

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

في النظارتين شبه الدوري و اللادوري تسايق الطاقة الكلية ، ويعزى ذلك إلى وجود المقاومة R التي تبدد الطاقة بعمول جول .

صيانة الذبذبات: لصيانة الذبذبات (أي الحصول على نظام دوري انتلاقاً من نظام شبه دوري) يجب تزويد الدارة RLC بطاقة كهربائية تعوض الطاقة الصائبة بعمول جول في المقاومة R . لهذا الغرض نستعمل جهازاً يتصرف كمقاومة سالبة.



قوانين نيوتن

• تعبير متجهة الموضع في معلم ديكارت (R): $R(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$

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

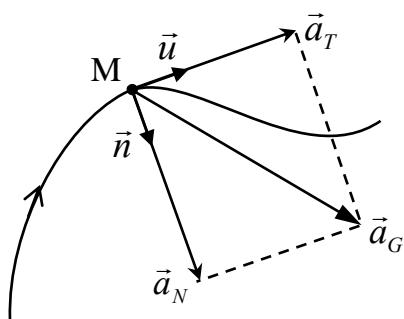
• تعبير متجهة السرعة في معلم ديكارت: متجهة السرعة هي المشتقه بالنسبة للزمن لمتجهة الموضع وحدة قيمتها: (m.s⁻¹).

$$v_x = \frac{dx}{dt}; v_y = \frac{dy}{dt}; v_z = \frac{dz}{dt} \quad \text{حيث: } v_G = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2} \quad \text{منظمه: } \boxed{\vec{v}_G = v_x\vec{i} + v_y\vec{j} + v_z\vec{k}} \Leftarrow \boxed{\vec{v}_G = \frac{d\vec{OG}}{dt}}$$

• تعبير متجهة التسارع في معلم ديكارت: متجهة التسارع هي المشتقه بالنسبة للزمن لمتجهة السرعة وحدة قيمته: (m.s⁻²).

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

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



• تعبير متجهة التسارع في أساس فريني ($M(\vec{u}, \vec{n})$):
المتجهة \vec{u} موجهة في منحى الحركة ومماسة للمسار.

$$\left. \begin{aligned} a_T &= \frac{dv}{dt} \\ a_T &= \frac{v^2}{\rho} \end{aligned} \right\} \quad \text{حيث: } \boxed{\vec{a}_G = \vec{a}_T + \vec{a}_N = a_T\vec{u} + a_N\vec{n}}$$

ρ: تقرع المسار ب (m)، في حالة الحركة الدائرية يكون $R = \rho$.

كلمات قوانين نيوتن:

$$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{v}_G = \vec{cte}$$

أي:

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

$$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}_G = m \frac{d\vec{v}_G}{dt}$$

أي:

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

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

أي:

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

كلمات الحركة المستقيمية المتغيرة بانتظام \Leftrightarrow المسار مستقيم و التسارع ثابت . $\vec{a}_G = \vec{cte}$

$$\bullet \quad \text{معادلة السرعة: } v = a.t + v_0$$

$$\bullet \quad \text{المعادلة الزمنية: } x = \frac{1}{2}a.t^2 + v_0.t + x_0 \quad \text{مع } v_0 \text{ و } x_0 \text{ السرعة و الأقصول عند } t=0.$$

❖ كيفية تطبيق القانون الثاني لنيوتن:

1. تحديد المجموعه المدروسة.

2. جرد القوى و تمثيلها على الشكل.

3. كتابة العلاقة المعبرة عن القانون الثاني لنيوتن بالنسبة للمجموعه المدروسة ، وهي علاقه متجهيه.

4. اختيار معلم مناسب.

5. اسقاط العلاقة المعبرة عن القانون الثاني لنيوتن في هذا المعلم.

6. الإجابة عن المطلوب.

السقوط الرأسي لجسم صلب

- مجال الثقالة: بجوار الأرض، يخضع جسم كتلته m إلى قوة الثقالة \vec{P} بحيث: $\boxed{\vec{P} = m\vec{g}}$
 - \vec{g} : متجهة مجال الثقالة، وحدة قيمتها هي $(N\cdot kg^{-1})$ أو $(m\cdot s^{-2})$. (تتغير قيمة g مع الارتفاع h وفق العلاقة: $(g_h = \frac{G\cdot M}{(R+h)^2})$)
 - يكون مجال الثقالة منتظاماً، إذا كانت للمتجهة \vec{g} نفس المميزات في كل نقطة من نقطه (نفس الاتجاه ونفس المنحى ونفس الشدة).
 - تعتبر حركة كرية كتلتها m وكتلتها الحجمية p_f في سقوط رأسياً داخل مائع كتلته الحجمية p_i :

المعادلة التفاضلية لحركة الكرينة:

- 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 المدرستة: { الجسم (S) .

- القوى المطبقة على الجسم (S) وزن الجسم

- القانون الثاني لنحو تذكرة**: $\vec{g} \equiv \vec{g} \leftarrow \vec{P} \equiv m\vec{a} \equiv m\vec{\sigma}$

- الإسقاط على المحور (O,z) يعطي : $\frac{dv_G}{dt} = g$ أو $a_G = g$

- 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 مستقيم و التسارع ثابت $a_G = g = 9,81 \text{ m/s}^2$ \leftarrow الحركة مستقيمية متغيرة بانتظام.

الحركات المستمرة

- ## ❖ ١- حركة قذيفة في مجال الثقالة المنتظم:

القذيفة هي كل جسم يقذف بجوار الأرض بسرعة بدئية v_0 .

المعادلات التفاضلية:

- الجسم (S) . المجموعة المدرستة: {

- C** القوى المطبقة على (S): وزن الجسم:

- $\vec{q}_1 \equiv \vec{\sigma} \leftarrow \vec{P} \equiv m \vec{q}_1 \equiv m \vec{\sigma}$ القاعدة الثانية لنهاية تكرار

The diagram illustrates projectile motion starting from point O. A particle moves with an initial velocity \vec{v}_0 at an angle α above the horizontal. The vertical component of the initial velocity is v_{0y} . The particle is subject to a constant downward acceleration due to gravity \vec{g} . At time t , the particle is at point P, having traveled a horizontal distance x and a vertical distance y . The total displacement is \vec{r} . The particle's position is also described by coordinates (x, y) .

و هي المعادلات التفاضلية للحركة.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{d^2x}{dt^2} = 0 \\ \frac{d^2y}{dt^2} = -g \end{array} \right. \quad \text{أو} \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{dv_x}{dt} = 0 \\ \frac{dv_y}{dt} = -g \end{array} \right. \quad \text{أي} \quad \left\{ \begin{array}{l} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{array} \right.$$

$$\begin{aligned}x_0 &= 0 \\y_0 &= 0\end{aligned}\left\{\begin{array}{l}x = (v_0 \cos \alpha) \cdot t \\y = -\frac{1}{2} g \cdot t^2 + (v_0 \sin \alpha) \cdot t\end{array}\right.$$

المعدلات الزمنية:

$$\left\{ \begin{array}{l} v_x = v_0 \cos \alpha \\ v_y = -g.t + v_0 \sin \alpha \end{array} \right. \quad \text{دلات السرعة: } [CQFD]$$

- طبيعة الحركة: حركة G مستقيمية منتظمة على المحور (Ox) و مستقيمية متغيرة بانتظام على المحور (Oy).

مميزات المسار:

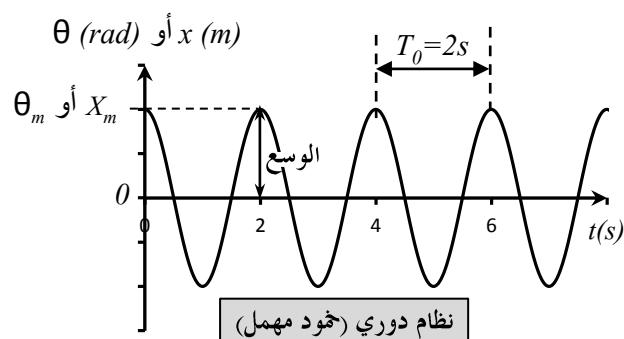
→ المدى و هو المسا

مميزات المسار: المدى و هو المسافة $OP = x_p = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$ عند النقطة P يكون $y=0$: نجد

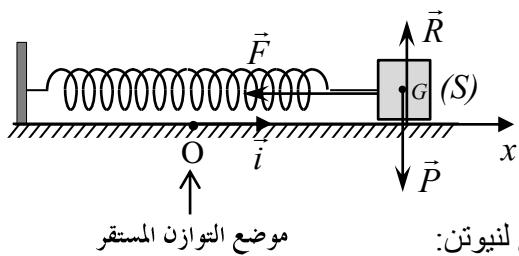
$$\text{نقطة F على المسار}: \text{عند النقطة F يكون } v_y = 0 \text{ : نجد: } t_F = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

المجموعات الميكانيكية المتذبذبة

- نقول أن جسماً ما يُكون متذبذباً ميكانيكياً إذا كان ينجز حركة متذبذبة 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.
- واسع الحركة:** هو القيمة القصوى الموجة التي يأخذها المقدار المعتبر عن مدى ابتعاد أو اخراج المتذبذب عن موضع توازنه المستقر. (X_m ; θ_m) .
- دور الحاصل للحركة T_0 :** هو المدة الزمنية اللازمة لإنجاز ذبذبة واحدة وحدتها (S) .
- موضع التوازن المستقر:** هو الموضع الذي إذا زحزح عنه المتذبذب يعود إليه ليستقر فيه.



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

$$\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0 \quad \text{؛ وهي المعادلة التفاضلية للحركة.}$$

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

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

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \quad \text{واسع الحركة بـ (m)، و } T_0 \text{ الدور الحاصل للحركة بـ (s) :}$$

- خmod الذبذبات - (جميع الشعب): الخmod صنفان:

- خmod صلب: يحدث بفعل تماس بين المتذبذب و جسم صلب حيث يتناقص الوسع خطيا.

- خmod مائع: يحدث بفعل تماس بين المتذبذب و جسم مائع.

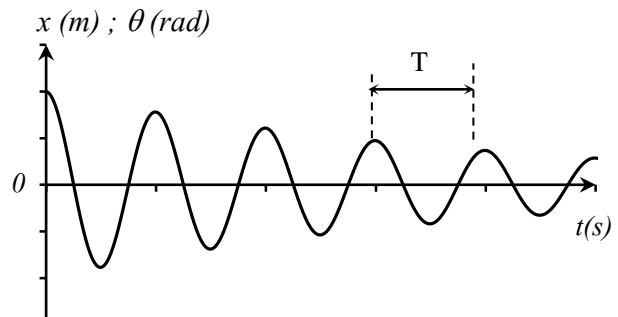
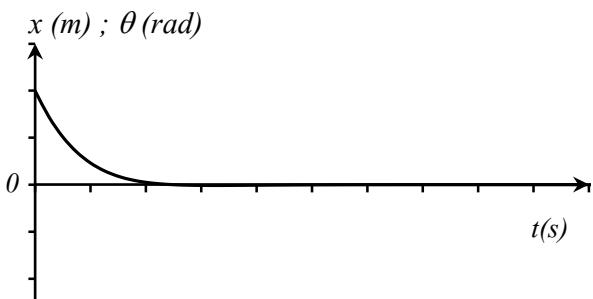
- أنظمة الخmod: ← نظام شبه دورى في حالة الخmod الضيف، و يكون $T \approx T_0$.

- ← نظام لا دورى في حالة الخmod 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 الحاصل T_0 للرنان. $T=T_0$.



- شغل قوة ثابتة مطبقة على جسم صلب في إزاحة: $W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \overrightarrow{AB} = F \cdot AB \cdot \cos \alpha$

$$\boxed{W(\vec{F}) = M_{\Delta}(\vec{F}) \cdot \Delta\theta}$$

◀ الدراسة الطاقية للنواص المرن:

$$\boxed{W_{AB}(\vec{F}) = -\frac{1}{2}k(x_B^2 - x_A^2)}$$

: هو

$$\text{، كتلة الجسم } m \text{ و سرعته } v \text{ (m.s}^{-1}\text{) : } E_C = \frac{1}{2}m.v^2$$

$$\text{، صلابة النابض } k \text{ (N.m}^{-1}\text{) : } E_{pe} = \frac{1}{2}k.x^2 + cte$$

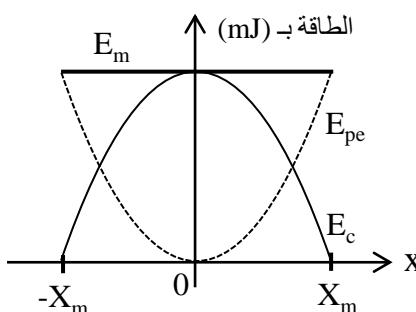
$$\text{، تعبر الطاقة الميكانيكية للمجموعة (جسم صلب- نابض) هو: } E_m = E_C + E_{pe} = \frac{1}{2}m.v^2 + \frac{1}{2}k.x^2 + cte$$

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

$$\frac{dE_m}{dt} = \frac{dE_C}{dt} + \frac{dE_{pe}}{dt} = 0 \iff E_m = Cte \quad \text{باشتقاء تعبر الطاقة الميكانيكية بخصل على المعادلة التفاضلية:}$$

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

$$\frac{k}{m} \cdot x + \ddot{x} = 0 \quad \text{وهي المعادلة التفاضلية للحركة.}$$

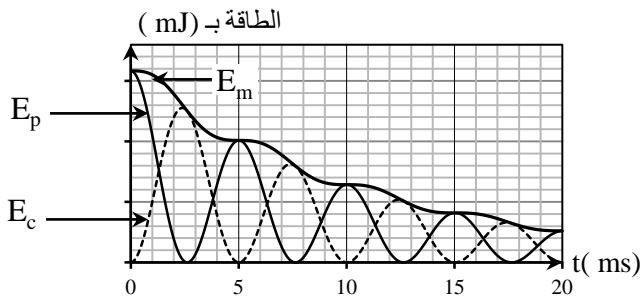


• تغيرات الطاقة بدلالة الأصول x بالنسبة للنواص المرن:

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

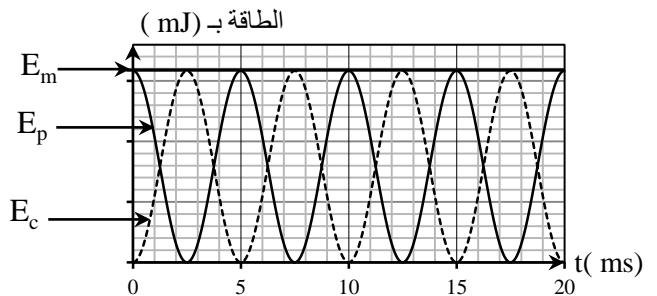
☞ تكون الطاقة الحركية E_c قصوى عندما يكون $x=0$.

• تغيرات الطاقة بدلالة الزمن بالنسبة لجميع المتذبذبات:



نظام شبه دوري

تناقص E_m بسبب قوى الاحتكاك التي تبدد الطاقة.



نظام دوري

تبقي الطاقة الميكانيكية E_m ثابتة، غياب الاحتكاكات.

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

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

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

الوحدات + الملاحظات	العلاقة المعبرة	المقادير الفيزيائية المرتبطة بكميات المادة
$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ثابتة أفراد	$n = \frac{N}{N_A}$	العلاقة بين كمية المادة n و عدد المكونات الأساسية N
(g.mol $^{-1}$) و M بـ m	$n = \frac{m}{M}$	العلاقة بين كمية المادة n و الكتلة m و الكتلة المولية M
(cm 3) و m بـ g أو kg و V بـ L أو m 3	$\rho = \frac{m}{V}$	الكتلة الحجمية ρ لمادة (وحدتها kg.m $^{-3}$ أو g.L $^{-1}$)
ρ الكتلة الحجمية و M الكتلة المولية	$n = \frac{\rho \cdot V}{M}$	العلاقة بين كمية المادة n و الحجم V لمحلول و الكتلة الحجمية
m $_0$ كتلة نفس الحجم من الماء بنفس وحدة m	$d = \frac{m}{m_0}$	كثافة جسم سائل أو صلب (m كتلة حجم من الجسم)
M الكتلة المولية للغاز بـ (g.mol $^{-1}$)	$d = \frac{M}{29}$	كثافة غاز بالنسبة للهواء
V حجم المحلول بـ (L) و C بـ (mol.L $^{-1}$)	$C = \frac{n}{V}$	العلاقة بين كمية المادة n و الحجم V لمحلول و التركيز C
P الضغط و V الحجم بـ (L) أو (m 3)	$P \cdot V = cte$	العلاقة بين الحجم و الضغط عند T=cte (قانون بويل ماريott)
n بالمول (mol) و T بالكلفين (K)	$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$	العلاقة بين الحجم و الضغط و كمية المادة و درجة الحرارة
V باللتر (L) و C بـ (mol.L $^{-1}$)	$C_i \cdot V_i = C_f \cdot V_f$	علاقة التخفيف (i = الحالة البدئية f = الحالة النهائية)
V $_m$ (L) و V بـ (L.mol $^{-1}$)	$n = \frac{V}{V_m}$	العلاقة بين الحجم و الحجم المولي و كمية المادة

الجدول الوصفي

A و B متفاعلان ، و C و D ناتجاً التفاعل. (a و b و c و d معاملات ستوكيمترية)

المعادلة الكيميائية		$a A + b B \rightleftharpoons c C + d D$			
حالة المجموعة	تقدّم 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:

- ☞ **المؤكسد**: نوع كيميائي قادر على اكتساب إلكترون (e⁻) أو أكثر. (أمثلة: I⁻ ، Cl⁻ ، Zn²⁺ ، Cu²⁺).
- ☞ **المختزل**: نوع كيميائي قادر على فقدان إلكترون (e⁻) أو أكثر. (أمثلة: I⁻ ، Cl⁻ ، Zn²⁺ ، Cu²⁺).
- ☞ **الأكسدة**: تفاعل كيميائي يؤدي إلى تكون المؤكسد. (أمثلة: 2I⁻ ⇌ I₂ + 2e⁻ ، Cu ⇌ Cu²⁺ + 2e⁻).
- ☞ **الاختزال**: تفاعل كيميائي يؤدي إلى تكون المختزل. (أمثلة: I₂ + 2e⁻ ⇌ 2I⁻ ، Cu²⁺ + 2e⁻ ⇌ Cu).
- بصفة عامة، تكتب نصف المعادلة الإلكترونية على شكل: Ox + ne⁻ ⇌ Red = مؤكسد و Red = مختزل.

☞ التفاعل أكسدة-اختزال:

- هو انتقال إلكترونات من مختزل Red₁ لمزدوجة Ox₁/Red₁ إلى مؤكسد Ox₂ لمزدوجة أخرى Red₂.
- لكتابة المعادلة الحصيلة لتفاعل أكسدة - اختزال يجب إقصاء الإلكترونات:



▪ تحولات كيميائية سريعة و تحولات كيميائية بطئية:

- ◊ التحولات السريعة هي التي تحدث في وقت وجيز جداً (أصغر من 0,1s) بحيث لا يمكن تتبع تطورها بالعين أو بأجهزة القياس.
- ☞ **أمثلة**: تفاعلات الانفجار + احتراق الشهب الناري + أغلب التحولات حمض قاعدة.
- ◊ التحولات البطئية هي التي يمكن تتبع تطورها بالعين المجردة أو بأجهزة القياس (من عدة ثوان إلى عدة ساعات).
- ☞ **أمثلة**: تكون الصدأ (أكسدة الحديد) + تفاعلات الأسترة و الحلمة + أكسدة أيونات يودور بالماء الأوكسيجيني.

▪ التتبع الزمني لتحولات بطئية:

- ☞ لتبثع تحول ينتج غازاً يمكن:
 - ← قياس حجم الغاز المتتصاعد، 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.
- ☞ لتبثع تحول في محلول تتدخل فيه أيونات يمكن:
 - ← دراسة تغيرات موصلية محلول بواسطة مقياس المواصلة.
 - ← قياس pH محلول عندما تتدخل أيونات H₃O⁺ أو OH⁻.
- ☞ يمكن معايرة أحد النواتج أو أحد المتفاعلات عند مجالات زمنية محددة.
- ☞ إذا كان أحد المتفاعلات أو النواتج ملوناً ، 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 البديئي لمتفاعله واحد أو لعدة متفاعلات أكبر.
- ◀ تزداد سرعة تحول كيميائي مع ارتفاع درجة حرارة المجموعة الكيميائية.

◊ تطبيق للعوامل الحركية:

- ◊ خفض سرعة التفاعلات: يحفظ المواد 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 تتعدد درجة الحرارة 110°C ، بينما في قدرٍ عادي يتبلور الماء عند 100°C .

▪ التتابع 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 الموصولة و قياس الطيف الضوئي و قياس الضغط و قياس الحجم و قياس الكثافة و قياس pH ...

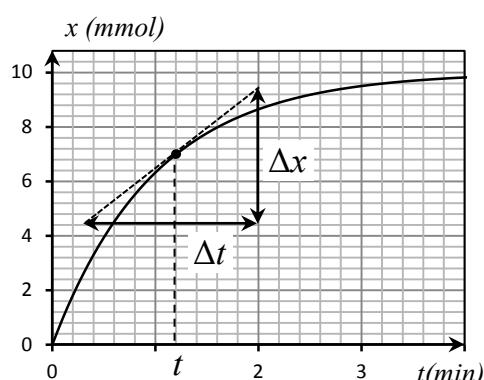
☞ طرق كيميائية : تتركز هذه الطرق على معايرة أحد الأنواع الكيميائية خلال التفاعل.

- نربط المقدار المقاس (σ ، P , V , m , pH ...) بتقدم التفاعل (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 :

$$\left. \begin{array}{l} v : \text{السرعة الحجمية للتفاعل بـ } \text{mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1} \text{ أو بـ } \text{mol.m}^{-3}.\text{s}^{-1} \\ V : \text{حجم محلول بـ L أو m}^3 \\ dx/dt : \text{مشتقة تقدم التفاعل بالنسبة للزمن عند اللحظة } t \end{array} \right\} \text{حيث } v = \frac{1}{V} \cdot \frac{dx}{dt}$$



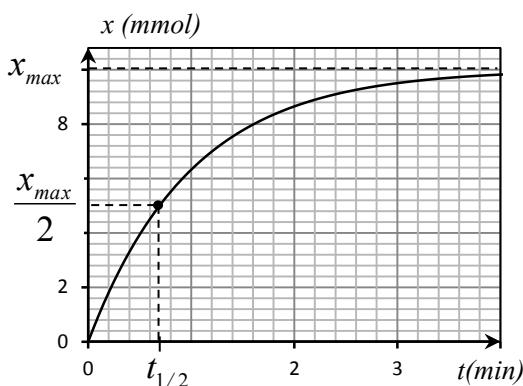
▪ يتم تحديد السرعة الحجمية مبانيًا بحساب قيمة المعامل الموجّه dx/dt لمحاس منحنى $x(t)$ عند لحظة t ثم قسمتها على حجم الخليط V .

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

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

مثال : في المنحنى جانبه حجم محلول هو $0,1\text{L}$ ، قيمة السرعة الحجمية

$$v = \frac{1}{0,1} \times \frac{9,4 - 4,4}{2 - 0,3} = 29,4 \text{ mmol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$$



☞ زمن نصف التفاعل:

□ زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$ هو المدة الزمنية اللازمة لكي يصل

$$x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2}$$

□ في حالة تفاعل كلي يكون $x_f = x_{max}$ ومنه:

$$x(t_{1/2}) = \frac{x_{max}}{2}$$

▪ مبنيًا، نحدد قيمة التقدم الأقصى x_{max} بخط مقارب المنحنى ($x(t)$) ،

و يمثل أقصى الأرتبون $\frac{x_{max}}{2}$ زمن نصف التفاعل $t_{1/2}$. (مثال : بالنسبة لهذه الحالة $t_{1/2} = 0,7 \text{ min}$).

☞ التفسير الميكروسكوبى: (خاص بـ SP و SM).

□ تتعلق سرعة تحول كيميائي بتردد التصادمات الفعالة. حيث كلما كان التردد كبيراً، كان التحول أسرع.

◀ تأثير التركيز البديهي للمتفاعلات: كلما كان عدد الجزيئات في وحدة الحجم كبيراً ، كان تردد التصادمات كبيرة مؤديا بذلك إلى ارتفاع سرعة التفاعل.

◀ مفعول درجة الحرارة: كلما كانت درجة الحرارة مرتفعة، يزداد الارتجاج الحراري فيكبر عدد تردد التصادمات الفعالة وبالتالي يكون التحول أسرع.

التحولات غير الكلية لمجموعة كيميائية

- ## • التفاعلات الحمضية القاعدية:

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

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

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 A⁻

٥. بصفة عامة، تكتب نصف المعادلة حمض - قاعدة على شكل:



• التفاعل حمض - قاعدة:

لـ $\text{HA}_1 + \text{A}_2^- \rightleftharpoons \text{HA}_2 + \text{A}_1^-$ هو تبادل بروتوني بين حمض المزدوجة HA_2/A_2^- و قاعدة المزدوجة HA_1/A_1^-

■ مثال 1: تفاعل حمض الميثانويك HCOOH مع الماء H_2O

مثال 2: تفاعل حمض الإيثانويك CH_3COOH مع أيون الهيدروكسيد HO^- :

pH محلول مائی و قیاسه:

يعرف pH محلول مائي مخفف بالعلاقة:

• عدد يمثل تركيز أيون الأوكسونيوم معبر عنه بالوحدة mol.L⁻¹ [H₃O⁺]

• 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 :

٢ إذا كان $1 < \alpha$ يكون التحول محدوداً (غير كلي)

• اذا كان $\tau \equiv 1$ (أي $x_e \equiv x_{\max}$) يكون التحول كلياً

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

مثال: نحضر بالتخفيض حجا V من محلول حمض الإيثانويك تركيزه $C=0.10 \text{ mol.L}^{-1}$ و له $\text{pH}=2.9$ عند 25°C .

المعادلة الكيميائية		$\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^{-}_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^{+}_{(\text{aq})}$				
حالة المجموعة	تقديم 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

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

التفاعلات التي تحدث في المنحىين:

يقترن بكل تحول كيميائي محدود، تفاعل يتم في المنحنين معادلته ، بصفة عامة:

عندما يحدث تحول كيميائي محدود، تكون الحالة النهائية للمجموعة حالة توازن كيميائي.

عند التوازن، تنقى تراكم المتفاعلات والواتح ثلاثة، وعلى المستوى الملك وسمكة يتم التفاعل في المنحني بنفس السرعة

خارج التفاعل:

نعتبر التحول المحدود في محلول مائي و المعبر عنه بالمعادلة :

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

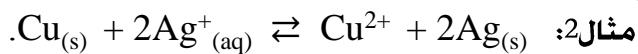
$$Q_r = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b}$$

يعبر عن خارج التفاعل Q_r في حالة معينة بالعلاقة التالية:
خارج التفاعل Q_r مقدار بدون وحدة.

- يمثل الماء (كمذيب) والأجسام الصلبة في تعبير Q_r بالعدد 1.

- يتعلق خارج التفاعل بمنحي كتابة معادلة التفاعل.

www.chtoukaphysique.com



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



$$Q_r = \frac{[\text{HCOO}^{-}][\text{H}_3\text{O}^{+}]}{[\text{HCOOH}]}$$

موصليات محلول إلكتروليتي:

يعبر عن موصليات محلول إلكتروليتي مخفف عند حالة التوازن بالعلاقة:

$\sigma_{eq} = \lambda_{X_i} \cdot [X_i]_{eq}$: λ_{X_i} الموصليات المولية الأيونية للأيون X_i بـ $(\text{S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1})$; $[X_i]$ تركيز الأيون X_i بـ $(\text{mol} \cdot \text{m}^{-3})$

- خارج التفاعل عند التوازن = ثابتة التوازن:

ثابتة التوازن K هي القيمة التي يأخذها خارج التفاعل $Q_{r,eq}$ عند حالة التوازن الكيميائي:

- تتعلق قيمة ثابتة التوازن K فقط بطبيعة المتفاعلات و درجة 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 $C=2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ، أعطى قياس موصليات محلول عند التوازن القيمة $\sigma_{eq} = 2,75 \cdot 10^{-2} \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$. احسب قيمة كل من ثابتة التوازن K و نسبة التقدم النهائي α ثم استنتج.

نعطي:

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

$$\lambda_{\text{H}_3\text{O}^{+}} = 35 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

المعادلة الكيميائية		$\text{HCOOH}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{HCOO}^{-}_{(aq)} + \text{H}_3\text{O}^{+}_{(aq)}$					
حالة المجموعة	تقدّم التفاعل	كميات المادة بالمول (mol)					
الحالة البدئية	0	$C \cdot V$	وافر		0	0	
حالة التوازن	x_f	$CV - x_f$	وافر		x_f	x_f	

لدينا: $\sigma_{eq} = \lambda_{\text{HCOO}^{-}} \cdot [\text{HCOO}^{-}]_{eq} + \lambda_{\text{H}_3\text{O}^{+}} \cdot [\text{H}_3\text{O}^{+}]_{eq}$ و من جهة أخرى: $K = Q_{r,eq} = \frac{[\text{HCOO}^{-}]_{eq} \cdot [\text{H}_3\text{O}^{+}]_{eq}}{[\text{HCOOH}]_{eq}}$

حسب الجدول الوصفي: $K = \frac{x_f^2}{(C \cdot V - x_f) \cdot V}$ و $[\text{HCOO}^{-}]_{eq} = [\text{H}_3\text{O}^{+}]_{eq} = \frac{x_f}{V}$

ومن جهة أخرى: $x_f = \frac{\sigma_{eq} \cdot V}{\lambda_{\text{HCOO}^{-}} + \lambda_{\text{H}_3\text{O}^{+}}}$ أي: $\sigma_{eq} = (\lambda_{\text{HCOO}^{-}} + \lambda_{\text{H}_3\text{O}^{+}}) \cdot \frac{x_f}{V}$

نجد: $K = 2,5 \cdot 10^{-4}$ و $\tau = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{6,8 \cdot 10^{-5}}{2,5 \cdot 10^{-3} \times 0,1} = 0,26 = 26\%$ بما أن $\tau < 1$ فإن التحول محدود.

نسبة التقدم النهائي لتفاعل:

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

- كلما كان محلول مخففا (تركيزه ضعيف)، تكون نسبة التقدم النهائي لتفاعل مع الماء كبيرة. وبالتالي يتفاوت الحمض أكثر.

المحلول المائي:

التحلل البروتوني الذاتي للماء هو تفاعل حمض - قاعدة ، معادلته: $\text{H}_2\text{O}_{(\ell)} + \text{H}_2\text{O}_{(\ell)} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^{+}_{(\text{aq})} + \text{HO}^{-}_{(\text{aq})}$. تسمى ثابتة التوازن المقرونة بالتحلل البروتوني الذاتي للماء بالجذاء الأيوني للماء، نرمز لها بـ K_e . حيث:

$$pK_e = -\log K_e \quad \text{و} \quad K_e = [\text{HO}^-]_{\text{eq}} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}$$

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 والمحلول القاعدي والمحلول المحايد:

يكون محلول حمسيًا إذا كان $pH < \frac{pK_e}{2}$ ، أي: $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}} > [\text{HO}^-]_{\text{eq}}$

يكون محلول قاعديًا إذا كان $pH > \frac{pK_e}{2}$ ، أي: $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}} < [\text{HO}^-]_{\text{eq}}$

يكون محلول محايديًا إذا كان $pH = \frac{pK_e}{2}$ ، أي: $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}} = [\text{HO}^-]_{\text{eq}}$

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

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

$$K_A = 10^{-pK_A} \quad \text{أو} \quad pK_A = -\log K_A \quad \text{و} \quad K_A = \frac{[\text{A}^-]_{\text{eq}} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}}{[\text{HA}]_{\text{eq}}} \leftarrow \text{HA}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\ell)} \rightleftharpoons \text{A}^-_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^{+}_{(\text{aq})}$$

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

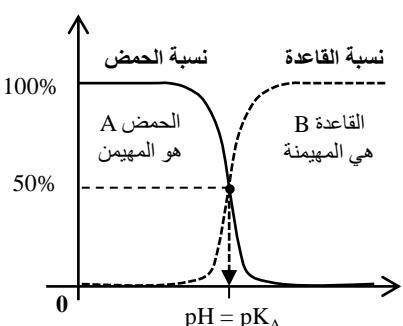
تمكن هذه العلاقة من تحديد مجال هيمنة كل من الحمض و قاعدته المرفقة في محلول مائي:

إذا كان: $pH < pK_A$ فإن: $[\text{HA}]_{\text{eq}} > [\text{A}^-]_{\text{eq}}$ ⇔ الحمض HA هو المهيمن.

إذا كان: $pH > pK_A$ فإن: $[\text{HA}]_{\text{eq}} < [\text{A}^-]_{\text{eq}}$ ⇔ القاعدة A^- هي المهيمنة.

إذا كان: $pH = pK_A$ فإن: $[\text{HA}]_{\text{eq}} = [\text{A}^-]_{\text{eq}}$ ⇔ الحمض لا يهيمن أي نوع.

سلوك الأحماض والقواعد في محلول مائي:



بالنسبة لمحاليل مائية لأحماض ذات التركيز نفسه، كلما كان pH محلول ضعيفاً أي كلما كانت الثابتة pK_A ضعيفة،

تكون نسبة التقدم النهائي τ للتفاعل أكبر، أي تفكك الحمض أكثر. (تبين أن: $\tau = \frac{10^{-pH}}{C}$)

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

ثابتة التوازن المقرونة بتفاعل حمض - قاعدة:

نعتبر التفاعل بين حمض المزدوجة $\text{A}_1\text{H}_{(\text{aq})} + \text{A}_2^-_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{A}_1^-_{(\text{aq})} + \text{A}_2\text{H}_{(\text{aq})}$ و قاعدة المزدوجة $\text{A}_2\text{H}/\text{A}_1^-$:

$$K = 10^{(pK_{A2} - pK_{A1})} \quad \text{أي:} \quad K_A = \frac{[\text{A}_1^-]_{\text{eq}} \cdot [\text{HA}_2]_{\text{eq}}}{[\text{A}_2^-]_{\text{eq}} \cdot [\text{HA}_1]_{\text{eq}}} = \frac{[\text{A}_1^-]_{\text{eq}} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}}{[\text{HA}_1]_{\text{eq}}} \times \frac{[\text{HA}_2]_{\text{eq}}}{[\text{A}_2^-]_{\text{eq}} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{K_{A1}}{K_{A2}}$$

الكاشف الملون:

الكاشف الملون الحمضي القاعدي مزدوجة قاعدة / حمض، نرمز لها بـ HInd/Ind^- ، بحيث يكون للشكليين الحمضي HInd و القاعدي Ind^- لوانان مختلفان في محلول مائي.

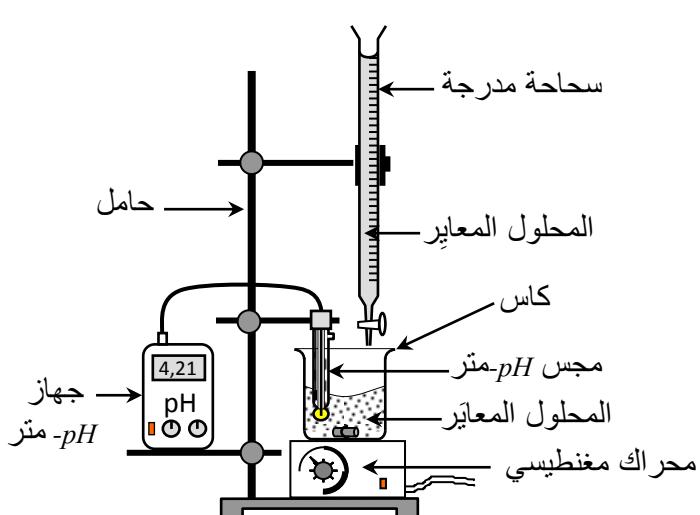
بالنسبة للمجال $pK_{\text{A,ind}} + 1 < pH < pK_{\text{A,ind}}$ ، المسمى منطقة الانعطاف، يكون تركيز الشكليين الحمضي و القاعدي متقاربين و بالتالي يأخذ محلول لونا وسيطياً يسمى اللوينة الحساسة للكاشف الملون.

✓ المعايرة الحمضية- القاعدية:

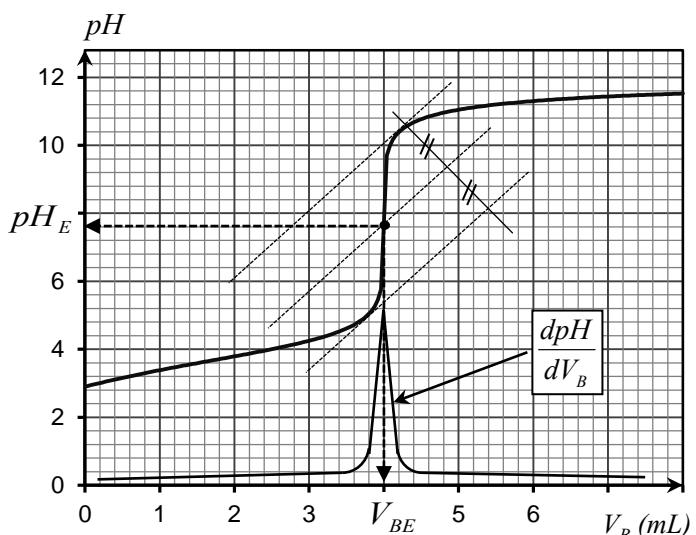
- ☞ معايرة حمض أو قاعدة هي تحديد تركيز الحمض أو القاعدة عن طريق تفاعل حمض - قاعدة يسمى تفاعل المعايرة. مميزاتها:
 - ← تفاعل كلي : يتوقف باختفاء كلي لأحد المتفاعلين على الأقل. أي: $\tau = 1$.
 - ← تفاعل سريع : يتوقف بعد مدة زمنية قصيرة من حدوثه.
 - ← تفاعل انتقائي : يتفاعل النوع المعاير مع النوع المعاير فقط.
- نحصل على التكافؤ عند مزج النوعين المعاير (تركيزه معروف) و المعاير (تركيزه مجهول) بنسب موافقة للمعاملات التناصية:
- علاقة التكافؤ : $C_A \cdot V_A = C_B \cdot V_B$

⇨ طرق تحديد التكافؤ:

نعلم التكافؤ بالتغيير المفاجئ للمميزة الفيزيائية خلال التفاعل، كلون محلول، أو pH محلول، أو الموصلية.



بيانة التركيب التجاري لإنجاز معايرة حمضية- قاعدية بقياس pH



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

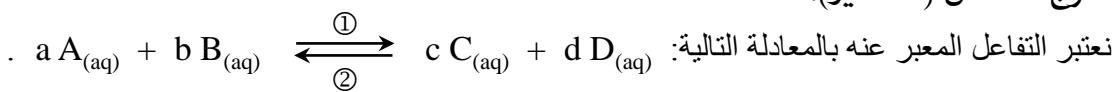
■ المعايرة الملوانية (المعايرة باستعمال كاشف ملون):

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

التطور التلقائي لمجموعة كيميائية

كيمياء 6

⇨ خارج التفاعل (تذكير):



$$Q_{r,i} = \frac{[C]_i^c \cdot [D]_i^d}{[A]_i^a \cdot [B]_i^b}, \text{ و عند اللحظة البدئية } t \text{ بالعلاقة: } Q_r = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b}$$

⇨ خارج التفاعل مقدار بدون وحدة. و لا يمثل الماء (كمذيب) والأجسام الصلبة في تعبيـر 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 عيانياً، 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 وذلك عبر دارة خارجية.

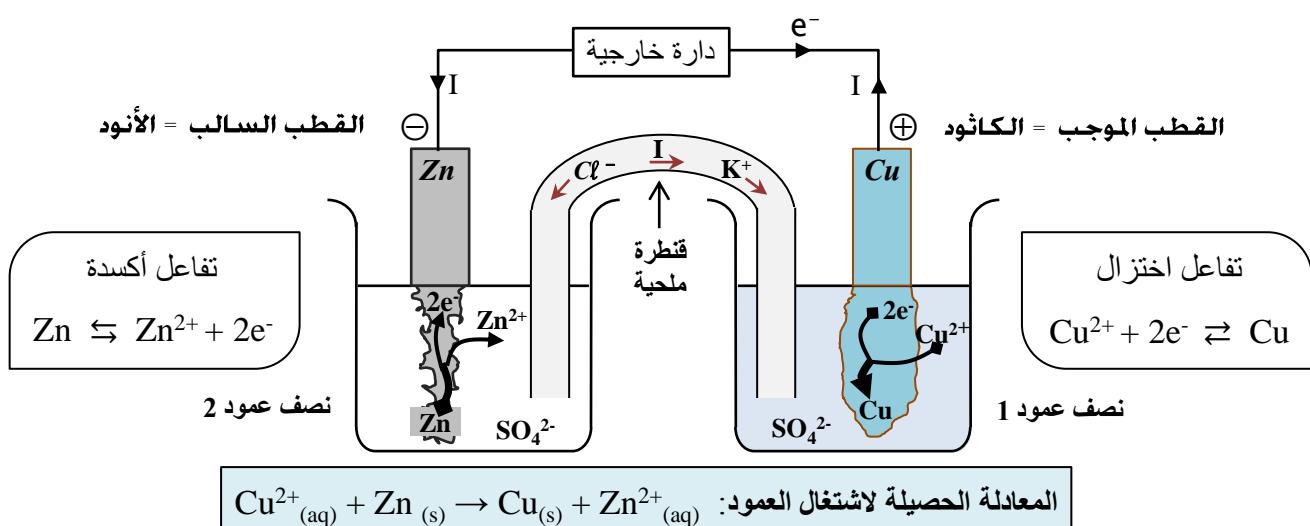
مكونات عمود كهربائي:

يتكون العمود من مقصورتين تسميان نصف العمود.

يرتبطا نصفا العمود بقطرة محلية، دورها: **C** تحقيق الحيد الكهربائي للمحلولين في نصفي العمود. **C** 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 ثانوي قطب يحول طاقة كيميائية إلى طاقة كهربائية يمنحها لدارة خارجية.

كيفية وبدأ اشتغال عمود (مثال عمود زنك - نحاس):



أثناء اشتغال العمود يمر تيار كهربائي في الدارة الخارجية من صفيحة النحاس نحو صفيحة الزنك، و بما أن الإلكترونات لها منحي معاكس لمنحي التيار الكهربائي فإنها إذن تمر من صفيحة الزنك نحو صفيحة النحاس.

تحرر الإلكترونات بسبب أكسدة فلز الزنك $\text{Zn}_{(\text{s})}$ و تحوله إلى أيونات الزنك $\text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})}$ حسب المعادلة: $\text{Zn} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$. تستهلك الإلكترونات التي تصل إلى صفيحة النحاس بسبب اختزال أيونات النحاس $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$ و تحولها إلى فلز النحاس $\text{Cu}_{(\text{s})}$ حسب المعادلة: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$.

يسمى الإلكترود الذي تحدث عنده الأكسدة أنودا و يمثل القطب السالب Θ. (صفيحة الزنك).

يسمى الإلكترود الذي يحدث عنده الاختزال كاثودا و يمثل القطب الموجب Φ. (صفيحة النحاس).

تمثيل عمود: يمثل العمود المكون من المزدوجتين $\text{M}_1^{a+}_{(\text{aq})}/\text{M}_{1(\text{s})}$ و $\text{M}_2^{b+}_{(\text{aq})}/\text{M}_{2(\text{s})}$ بالرمز:

(Θ $\text{Zn}_{(\text{s})}/\text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})}$ // $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}/\text{Cu}_{(\text{s})}$) : (مثال لعمود «دانيل»: Φ $\text{M}_{1(\text{s})}/\text{M}_1^{a+}_{(\text{aq})}$ // $\text{M}_2^{b+}_{(\text{aq})}/\text{M}_{2(\text{s})}$)

أثناء الاستعمال، يكون العمود عبارة عن مجموعة كيميائية في غير حالة التوازن: $K_r < K$.

عند التوازن يكون $K_r = K$ ، لا يولد العمود تيارا كهربائيا: $I_{eq} = 0$ و $E = 0$. في هذه الحالة نقول أن العمود مُستهلك.

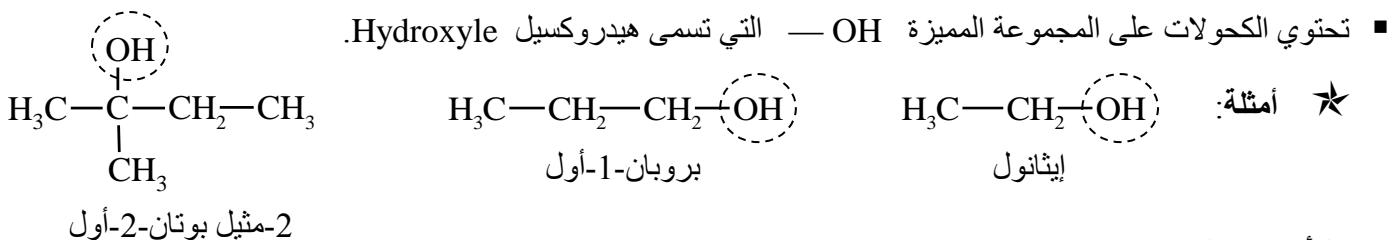
كمية الكهرباء المنوحة من طرف عمود:

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

$$\left. \begin{array}{l} Q \text{ بالكيلوم (C)} \\ \text{العمود بالثانية (s)} \\ \text{بالمول (mol)} \end{array} \right\} \text{كمية مادة الإلكترونات المتبادلة} \quad n(e^-) = \frac{I \cdot \Delta t}{F} \quad \leftarrow \quad Q = n(e^-) \cdot F = I \cdot \Delta t$$

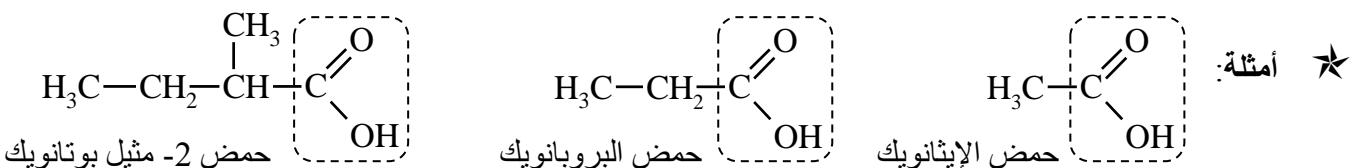
www.chtoukaphysique.com

١ تذكير - مجموعة الكحولات:



- الأحماض الكربوكسiliت:

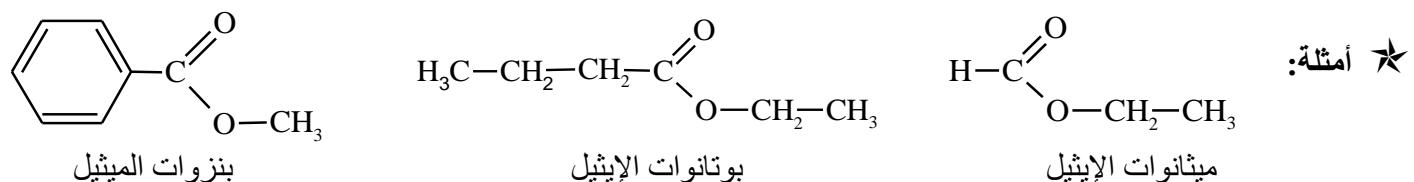
- الحمض الكربوكسيلي مركب عضوي يحتوي على مجموعة الكربوكسيل: —COOH أو $\text{—C}(=\text{O})\text{OH}$.
- يسمى اسم الحمض الكربوكسيلي باسم الألكان المواقف له، مع تقديم لفظ «حمض» و إضافة المقطع «ويك».



٢ مجموعة الإسترات:

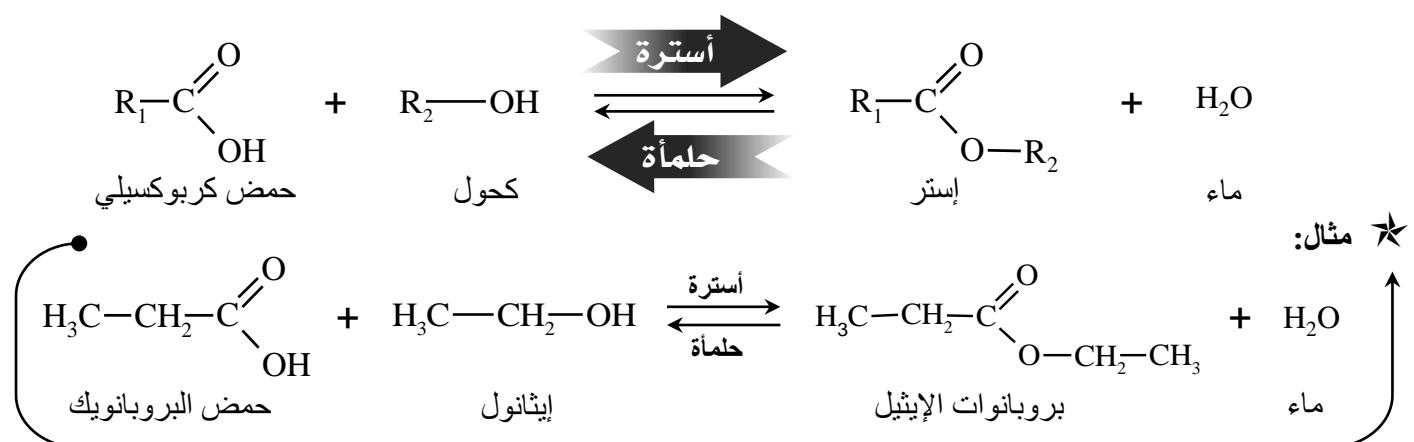
- الإستر مركب عضوي يتميز بالصيغة العامة: $\text{R}_1\text{—C}(=\text{O})\text{O—R}_2$. حيث R_1 ذرة هيدروجين أو جذر ألكيلي و R_2 جذر ألكيلي.

★ نحصل على اسم الإستر انطلاقاً من اسم الحمض الكربوكسيلي المواقف بحذف لفظ «حمض» و تعويض المقطع «ويك» *oique* بالمقطع «وات -oate» ، متبعاً باسم الجذر الألكيلي المرتبط بذرة الأوكسجين برابطة بسيطة.



٣ حالة التوازن أسترة - حلمة:

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



★ مميزات تفاعلات الأسترة والحلمة: الأسترة و الحلمة تفاعلان **بطينان جداً** و **محودان**.

٤ مردود التحول:

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

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

5

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

- الرفع من درجة حرارة الوسط التفاعلي.

استعمال حفاز، (أيون الأوكسونيوم H_3O^+ مثلا).

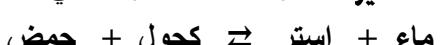
(الحفاز نوع كيميائي يزيد في سرعة التفاعل ولا يظهر في معادلة التفاعل)

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

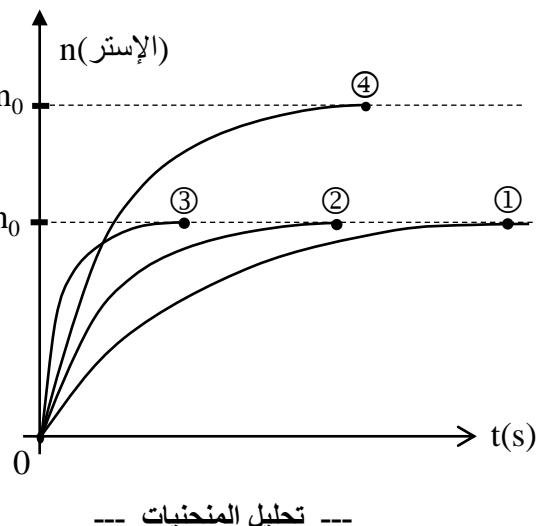
- استعمال أحد المتفاعلات بوفرة.

إزالة أحد النواتج خلال تكونه.

تفسير: تعتبر تفاعل الأسترة التالي:



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



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

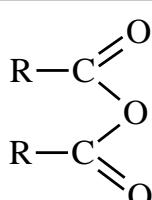
المتفاعلات بوفرة.

عند إضافة أحد المتفاعلات (حمض أو كحول)، أو عند إزالة أحد النواتج (ماء أو إستر) يتناقض خارج التفاعل Q_r مما يجعل المجموعة في وضعية، حيث تكون قيمة خارج التفاعل Q_r أصغر من ثابتة التوازن K ، فستطير المجموعة تلقائياً في المحي المباشر، وبالتالي تتكون نواتج جديدة.

كيمياء 9

1 أندريد الحمض:

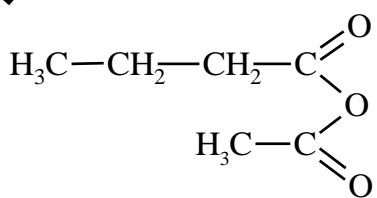
- أندریدات الحمض مركبات عضوية تتميز بالصيغة العامة:



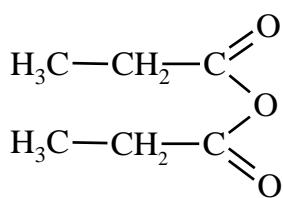
R يمثل سلسلة كربونية.

- تسمية أندريد الحمض:

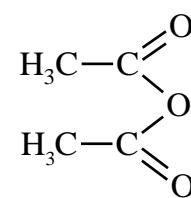
لتسمية أندريد الحمض نوّص لفظ «حمض» من اسم الحمض الكربوكسيلي بلفظ «أندريد»



أندريد البوتانيك الإيثانويك

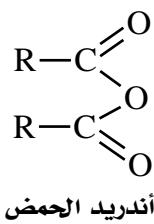


أندريد البروبانويك

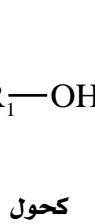


أندريد الإيثانويك

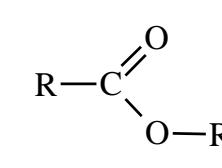
أمثلة:



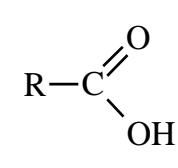
أندريد الحمض



كحول



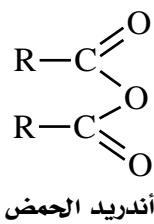
إستر



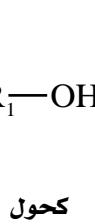
حمض كربوكسيلي

2 تصنيع إستر انطلاقاً من أندريد الحمض وكحول:

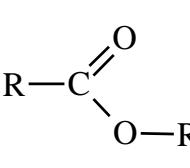
يؤدي تفاعل أندريد الحمض مع كحول إلى تكوين إستر و حمض كربوكسيلي حسب المعادلة:



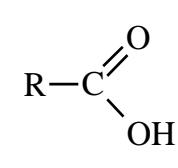
أندريد الحمض



كحول

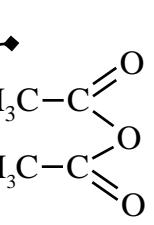


إستر

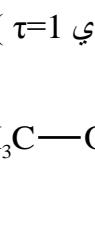


حمض كربوكسيلي

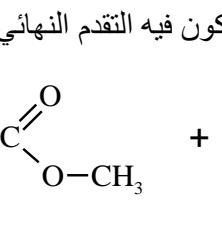
هذا التفاعل **كلي** و **سريع**. يكون فيه التقدم النهائي $x_f = x_{\max}$ (أي $\tau = 1$).



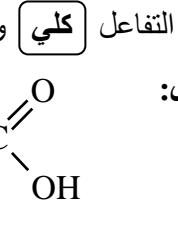
أندريد الإيثانويك



ميثanol



إيثانوات الميثيل

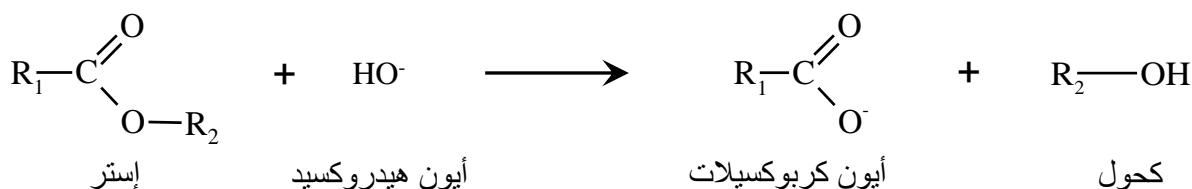


حمض الإيثانويك

مثال:

٣ الحلمة القاعدية للإستر = التصبن

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

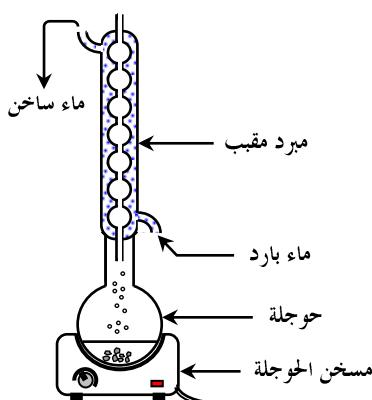
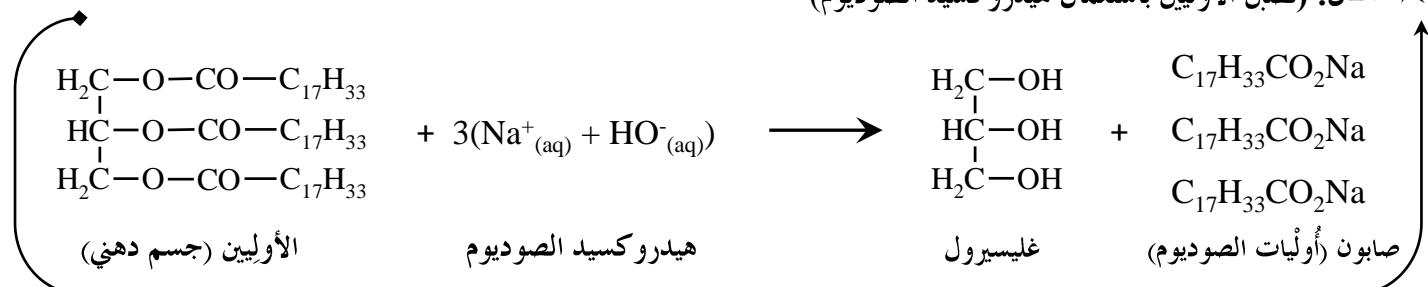


هذا التفاعل **كلي** و **سريع**. يكون فيه التقدم النهائي $x_f = x_{\max}$ قصوياً (أي $\tau=1$).

٤ تحضير الصابون:

- ينتج الصابون عن تصبن ثلاثي الغليسيريد. وهو 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 (COO^-) (hydrophile)، المتواجد في رأس السلسلة، وهو قابل للذوبان في الماء.

الجزء الهيدروفيلي (hydrophobe)، السلسلة الكربونية الطويلة، وهو غير قابل للذوبان في الماء.

٥ الحفاز:

- الحفاز نوع كيميائي يزيد في سرعة التفاعل ولا يغير حالة التوازن. والحفاز 3 أنواع:

الحفاز غير المتجانس: عندما تكون الحالة الفيزيائية للمتفاعلات والحفاز مختلفة.

الحفاز المتجانس: إذا كانت المتفاعلات والحفاز كلها غازية ، أو في محلول مائي.

الحفاز الأنزيمي: إذا كان الحفاز المستعمل أنزيمياً.

- يمكن اختيار الحفاز النوعي في الصناعة من توجيه المجموعة الكيميائية في اتجاه تكون ناتج معين.

❖ **للحفاز دور تسريري و إنقائي.**

انتهى ... أتمنى لكم التوفيق

في حالة وجود ما قد يبدو خطأً أو نقص أو غموض : www.chtoukaphysique.com

- yassinderaz@gmail.com أو yassinderaz@taalim.ma
- Facebook.com/yassinderraz



ثانوية الرazi التأهيلية ، ترجيست - نيابة إقليم الحسيمة.

نه تابع بكل جدية الدرس الذي يقدمه الأستاذ داخل القسم .

نه أملني أن أكون قد وفقت في وضع أدلة مفيدة تحفزك على البحث والاجتهاد والتميز . والله ولي التوفيق .