ملخص الدروس

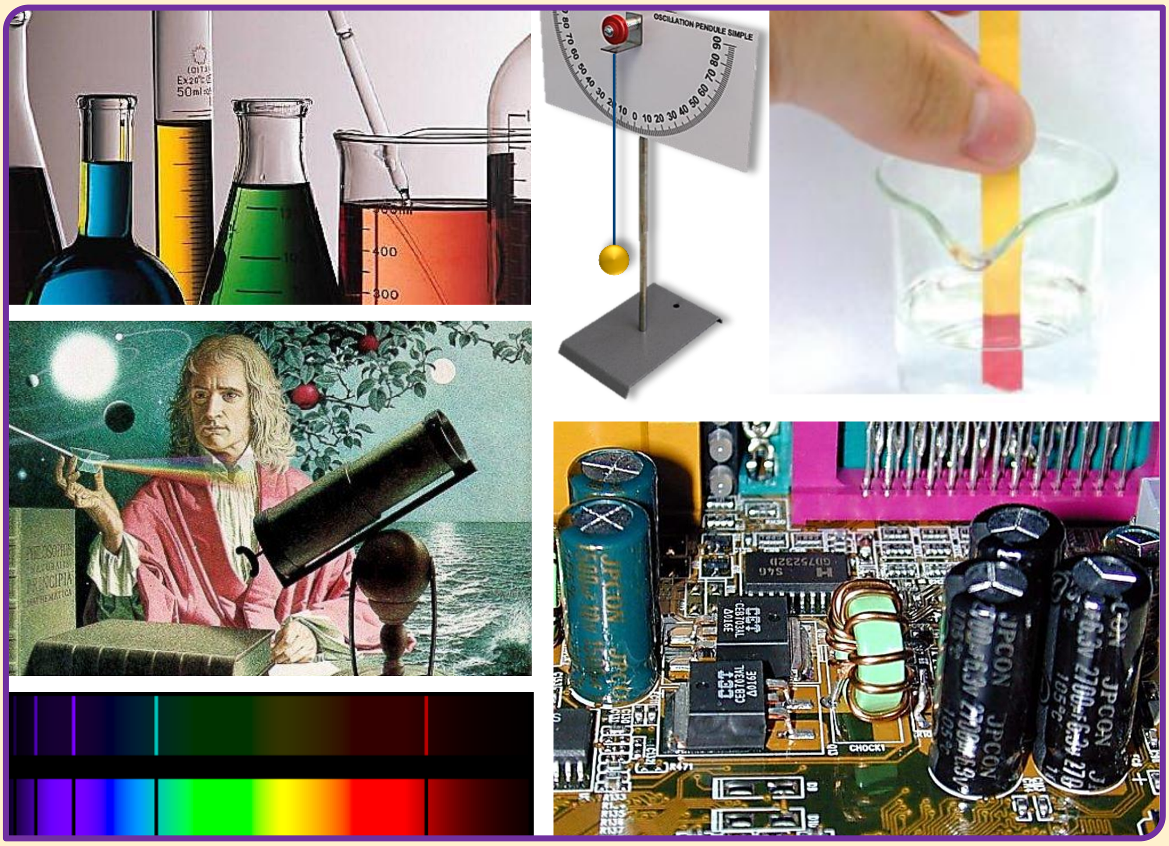
مسلكا العلوم الفيزيائية و العلوم الرياضية

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.



www.chtoukaphysique.com

وفق الأطر المرجعية المحينة

لوزارة التربية الوطنية - PC

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.

PHYSIQUE CHIMIE

الفيزياء و الكيمياء

2016

2017

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

- ✔ مسلك العلوم الفيزيائية - (SP).
- ✔ مسلكا العلوم الرياضية (أ) و (ب) - (SM).

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

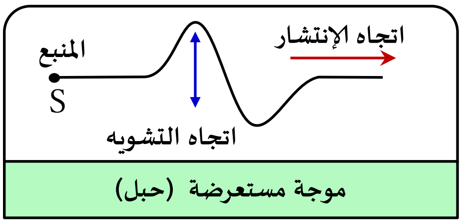
الجزء 4 – كيفية التحكم في تطور المجموعة الكيميائية.
- تفاعلات الأسترة و الحلمأة.
- التحكم في تطور المجموعات الكيميائية بتغيير متفاعل

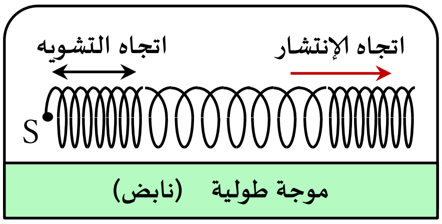
❶ **الموجة الميكانيكية المتوالية** : هي ظاهرة انتشار إشارة (تشويه) في وسط مادي مرن.

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:**

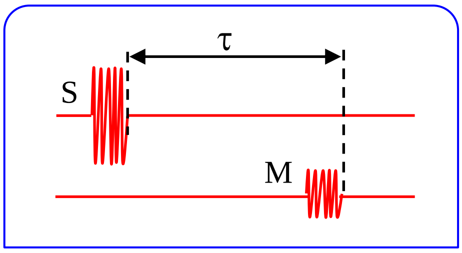
$$\boxed{V = \frac{d}{\Delta t}}$$

- 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: $\boxed{\tau = t_M - t_S}$.

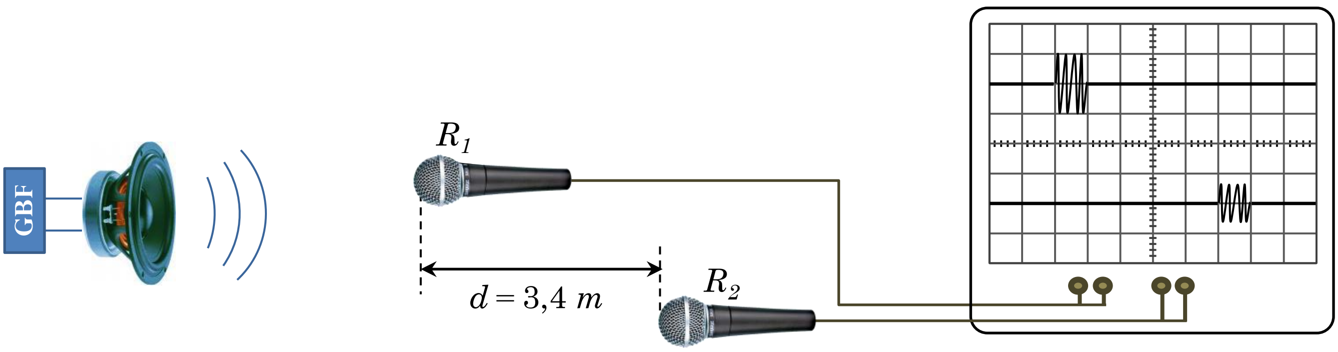
❹ تعبير السرعة V بدلالة التأخر الزمني τ هو :

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



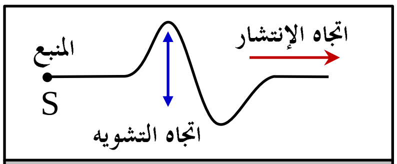
- تتعلق سرعة الانتشار V لموجة بطبيعة الوسط: (مرونته و صلابته و قصوره و درجة حرارته).
- الموجات الميكانيكية لا تنتشر في الفراغ.
- العلاقة بين استطالة نقطة M من وسط الانتشار و استطالة المنبع S: $\boxed{y_M(t) = y_S(t-\tau)}$ أو $\boxed{y_S(t) = y_M(t+\tau)}$

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

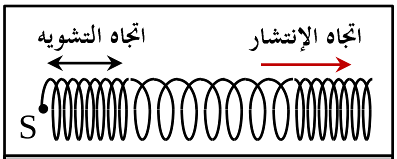


جواب: $V = \frac{d}{\Delta t} = \frac{3,4}{5\times 2.10^{-3}} = 340\ m.s^{-1}$

الموجات الميكانيكية المتوالية



موجة مستعرضة (حبل)



موجة طولية (نابض)

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.

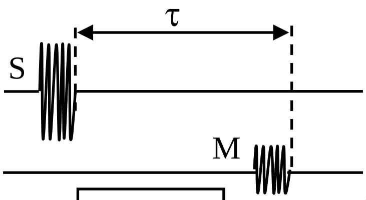
❷ **سرعة انتشار موجة:**

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

d : المسافة المقطوعة بالمتر (m) .

Δt : المدة الزمنية المستغرقة بالثانية (s) .

V : سرعة الانتشار بـ $m.s^{-1}$



$$\boxed{\tau = t_M - t_S}$$

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

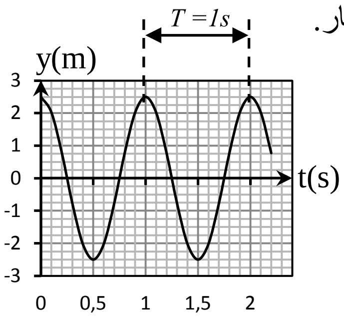
❹ **تعبير السرعة V بدلالة التأخر الزمني τ :** $\boxed{V = \frac{SM}{\tau}}$.

- 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: $\boxed{y_M(t) = y_S(t-\tau)}$.

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.

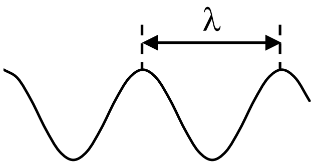


✍ **طول الموجة λ** : هو أصغر مسافة بين نقطتين لهما نفس الحالة الاهتزازية. (الوحدة m).

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

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

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



انتشار موجة طول حبل

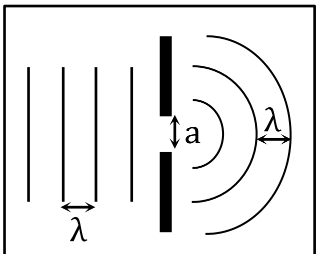
▪ **ظاهرة الحيود:** هي الظاهرة الناتجة عن تغيير اتجاه انتشار الموجة عند مصادفتها لحاجز به فتحة عرضها a أصغر من طول الموجة λ : $\boxed{a < \lambda}$.

☜ 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:**

➤ $MN = k.\lambda$ ⇐ توافق في الطور. ➤ $MN = k.\lambda + \frac{\lambda}{2}$ ⇐ تعاكس في الطور. (k∈ℕ).



ظاهرة حيود موجة على سطح الماء: a < λ

⬅ **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.

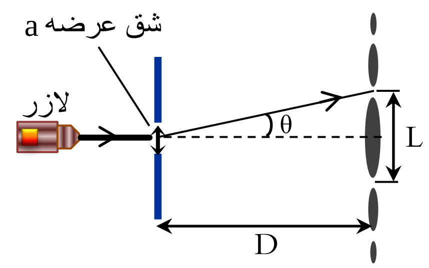
- **سرعة انتشار الموجات الضوئية في الفراغ:** $c = 3.10^8\,m/s$.
- **سرعة انتشار الموجات الضوئية في الأوساط المادية الشفافة :** $\boxed{V = \dfrac{\lambda}{T} = \lambda.N}$.

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

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

$\boxed{\theta = \dfrac{\lambda}{a}}$
- θ : الفرق 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 : $L = \dfrac{2\lambda.D}{a}$ (يجب البرهنة عليها !) $\boxed{CQFD}$



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

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

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

ظاهرة حيود الضوء

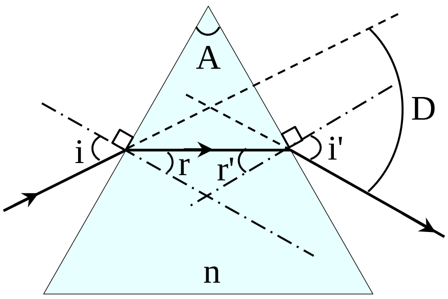
تبدد الضوء: هو الظاهرة التي تمكن من فصل الإشعاعات ذات الألوان المختلفة.

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: $\boxed{n = \dfrac{c}{V}}$ نبين أن: $n = \dfrac{\lambda_0}{\lambda}$.

- **العلاقات المميزة للموشور:**

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



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.

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

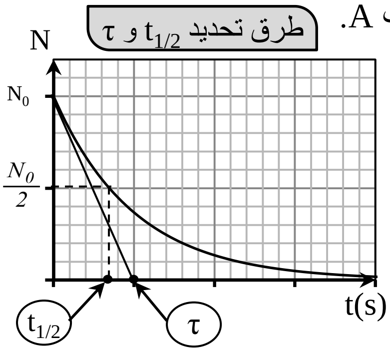
النشاط الإشعاعي α : هو انبعاث نواة الهيليوم حسب المعادلة: $^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He$

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: $\boxed{\tau = \dfrac{1}{\lambda}}$

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

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

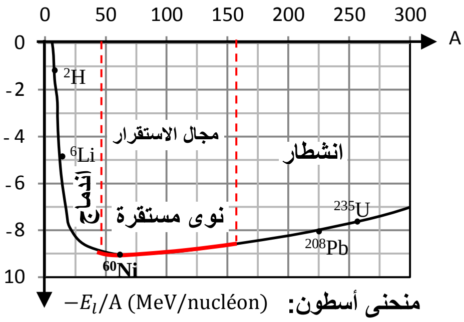
نشاط عينة مشعة: هو عدد التفتتات في وحدة الزمن : $a(t) = -\dfrac{dN}{dt}$ أو: $\boxed{a(t) = \lambda.N = a_0 e^{-\lambda.t}}$ بحيث: $a_0 = \lambda.N_0$.

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: $\boxed{\xi = \dfrac{E_\ell}{A}}$. 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).

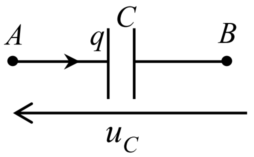
نعتبر تحولا نوويا معادلته: ${}^{A_1}_{Z_1}X_1 + {}^{A_2}_{Z_2}X_2 \longrightarrow {}^{A_3}_{Z_3}X_3 + {}^{A_4}_{Z_4}X_4$

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

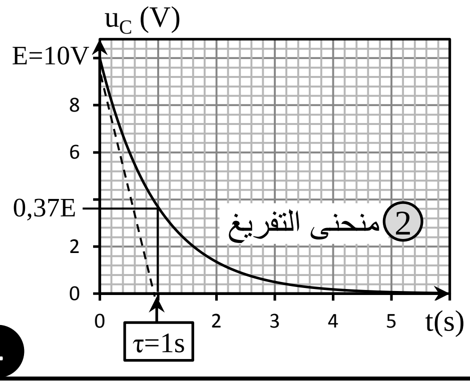
أو: $\Delta E = \Delta m.c^2 = [\,m_{(produits)} - m_{(reactifs)}\,].\,c^2$

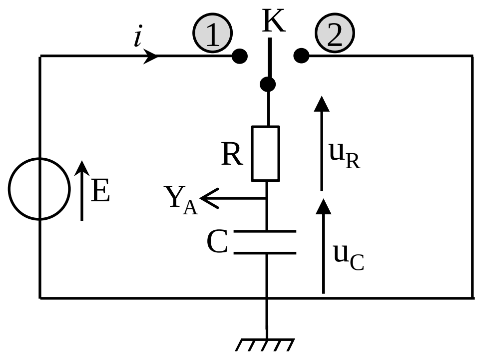
- $\Delta E < 0$: تفاعل ناشر للحرارة ، $\Delta E > 0$: تفاعل ماص للحرارة .

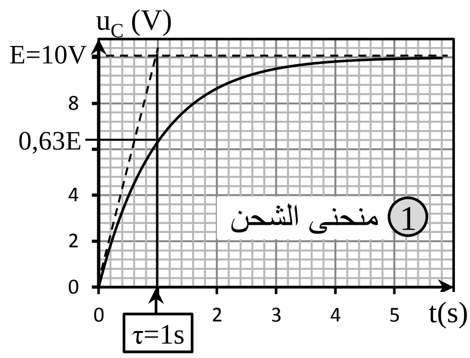
فيزياء 6 ثنائي القطب RC



- **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**: $\boxed{i = \dfrac{dq}{dt}}$ نبين أن: $i = C\dfrac{du_C}{dt}$. و عندما نشحن بمولد مؤمثل نكتب: $I_0 = \dfrac{q}{\Delta t} = \dfrac{C.u_C}{\Delta t}$
  - **الطاقة المخزونة في المكثف**: $\boxed{E_e = \dfrac{1}{2}Cu_C^2 = \dfrac{1}{2}\dfrac{q^2}{C}}$. 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**: $\dfrac{1}{C_{eq}} = \dfrac{1}{C_1} + \dfrac{1}{C_2} + ... + \dfrac{1}{C_n}$.
  - ثنائي القطب RC هو تركيب على التوالي لمكثف سعته C و موصل أومي مقاومته R .
  - طرق تحديد ثابتة الزمن τ : $\boxed{\tau = R.C}$







ملخص دروس الفيزياء و الكيمياء - ذ. ياسين الدراز

k في الموضع 1 : شحن المكثف

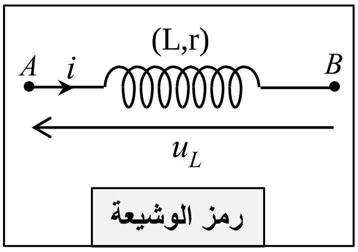
- المعادلة التفاضلية للتوتر u_C: $RC\dfrac{du_C}{dt}+u_C=E$
- المعادلة التفاضلية للشحنة q: $RC\dfrac{dq}{dt}+q=E.C$
- حل المعادلة التفاضلية: $u_C=E(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$
- شدة التيار المار في الدارة : $i=I_0e^{-\frac{t}{\tau}}$ ، مع $I_0=\dfrac{E}{R}$
- في النظام الدائم: $u_C=E$ و $i=0$.

k في الموضع 2 : تفريغ المكثف

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

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

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

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

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

- **الطاقة المغنطيسية المخزونة في الوشيعة:** $\boxed{E_m=\frac{1}{2}L.i^2}$: 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 : $\boxed{\tau=\dfrac{L}{R+r}=\dfrac{L}{R_t}}$ مع $R_t=R+r$.

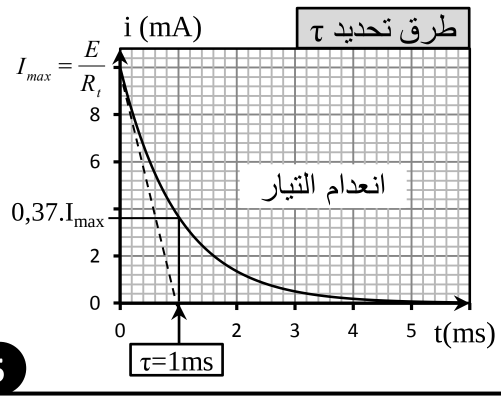
إقامة التيار ← غلق قاطع التيار K

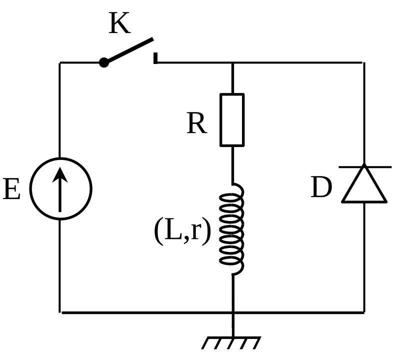
- المعادلة التفاضلية لشدة التيار *i*: $\dfrac{L}{R_t}\dfrac{di}{dt}+i=\dfrac{E}{R_t}$
- حل المعادلة التفاضلية: $i=I_{max}(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$ مع: $I_{max}=\dfrac{E}{R_t}$
- في النظام الدائم: $i=I_{max}=\dfrac{E}{R_t}$ و $u_L=\dfrac{r.E}{R_t}$.

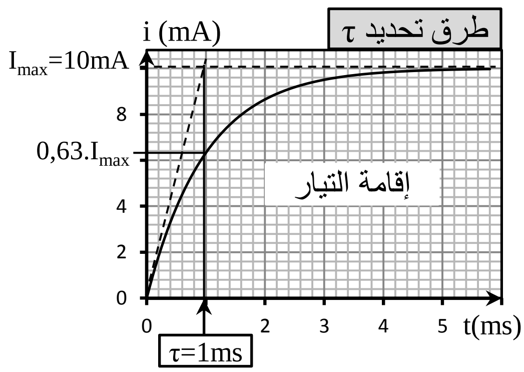
انعدام (أو انقطاع) التيار ← فتح قاطع التيار K

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

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



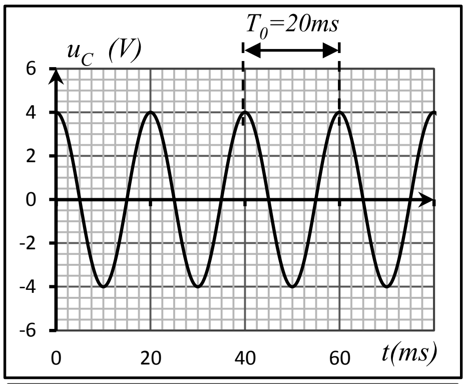


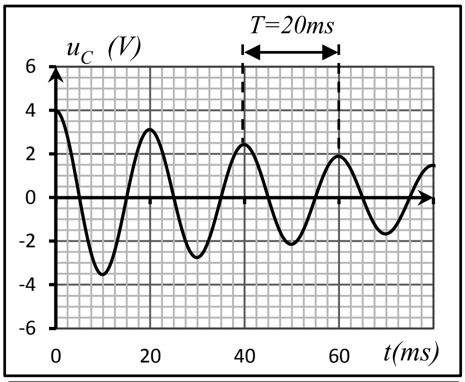


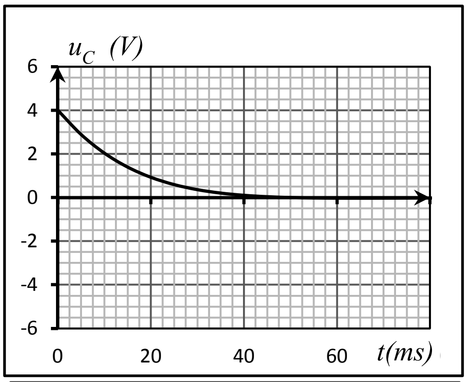
الذبذبات الحرة في دارة RLC متوالية

- **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:**



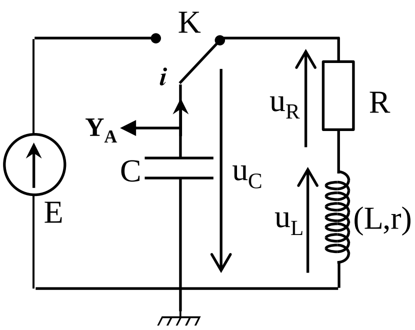




• R= 0 ⟸ **نظام دوري** • الدور الخاص T_0: $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$	• R صغيرة ⟸ **نظام شبه دوري** • شبه الدور T حيث $T \approx T_0$.	• R كبيرة ⟸ **نظام لا دوري** • تزول الذبذبات

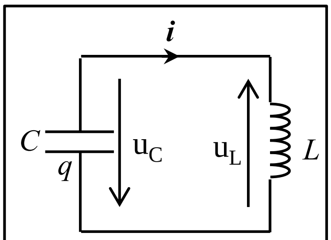
✍ **المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_C:** $\dfrac{d^2u_C}{dt^2} + \dfrac{(R+r)}{L}\dfrac{du_C}{dt} + \dfrac{1}{LC}u_C = 0$.

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



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

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



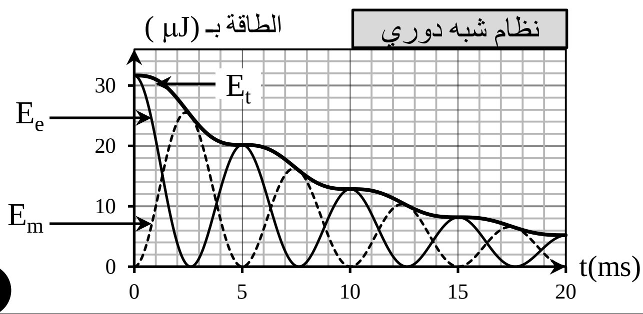
دارة مثالية LC

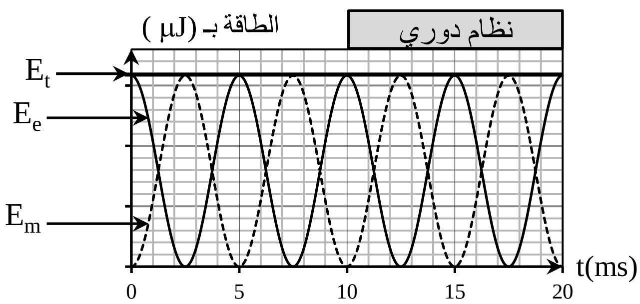
- **الطاقة الكلية المخزونة في دارة RLC متوالية:**

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

✍ في النظامين شبه الدوري و اللادوري تتناقص الطاقة الكلية ، ويعزى ذلك إلى وجود المقاومة R_t التي تبدد الطاقة بمفعول جول . نبين أن: $\dfrac{dE_t}{dt} = -Ri^2$

✍ **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.





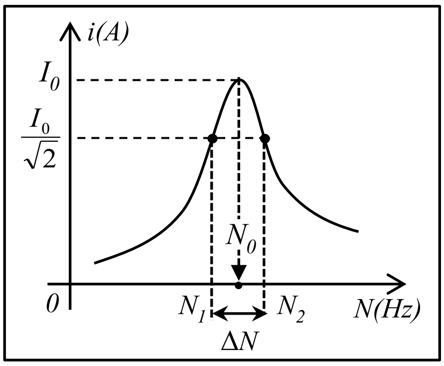
■ **الذبذبات القسرية:** يرغم المولد GBF (المثير) الدارة RLC (الرنان) على التذبذب بتردد N ($N \neq N_0$). N_0 التردد الخاص للدارة RLC.

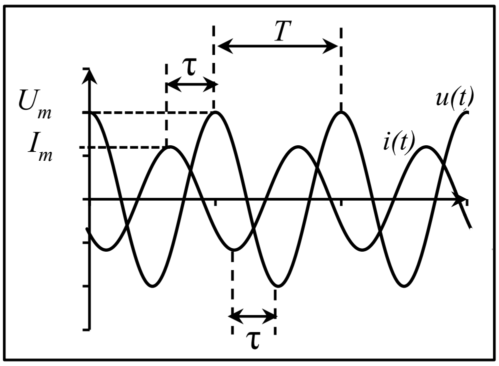
- الشدة الفعالة لتيار متناوب جيبي: $\boxed{I = \dfrac{I_m}{\sqrt{2}}}$
- القيمة الفعالة لتوتر متناوب جيبي: $\boxed{U = \dfrac{U_m}{\sqrt{2}}}$

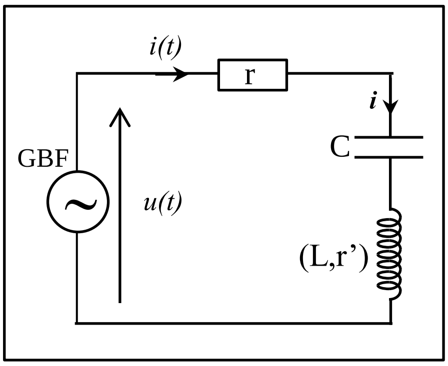
✍ طور التوتر u(t) بالنسبة للتيار i(t) يحقق العلاقة: $\boxed{|\varphi| = 2\pi \dfrac{\tau}{T}}$.
حيث : τ الفرق الزمني بين u(t) و i(t) و T دور الذبذبات.

عندما يكون $N=N_0$ تحدث ظاهرة الرنين حيث تأخذ الشدة الفعالة للتيار قيمة قصوى. مع $N_0 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ التردد الخاص .

- ممانعة الدارة RLC هي : $Z = \dfrac{U_m}{I_m} = \dfrac{U}{I} = \sqrt{R^2 + (L\omega - \dfrac{1}{C\omega})^2}$ وحدة Z هي الأوم (Ω) و R تمثل المقاومة الكلية للدارة.
- عند الرنين تتحقق العلاقات التالية: $LC\omega_0^2 = 1$ و $Z = R$ و $\varphi = 0$.
- يحقق φ طور التوتر بالنسبة للتيار العلاقتين التاليتين : $\cos\varphi = \dfrac{R}{Z}$ و $\tan\varphi = \dfrac{L\omega - \dfrac{1}{C\omega}}{R}$.
- عرض المنطقة الممررة ذات -3dB: هو مجال الترددات $[N_1 , N_2]$ حيث: $I \geq \dfrac{I_0}{\sqrt{2}}$ ، (I_0 الشدة الفعالة للتيار عند الرنين)
- عرض المنطقة الممررة يساوي: $\boxed{\Delta N = N_2 - N_1 = \dfrac{R}{2\pi L}}$
- معامل الجودة Q: $Q = \dfrac{N_0}{\Delta N} = \dfrac{\omega_0}{\Delta\omega} = \dfrac{L\omega_0}{R} = \dfrac{1}{RC\omega_0} = \dfrac{1}{R}\sqrt{\dfrac{L}{C}}$.
- القدرة المتوسطة المستهلكة في ثنائي قطب هي: $\boxed{P = U.I.\cos\varphi}$ وحدة P هي الواط (W) و I بالأمبير (A) و V بالفولط (V).
- يسمى المقدار $\cos\varphi = P/S$ معامل القدرة.
- تعبير القدرة الظاهرية S هو: $\boxed{S = U.I}$ وحدتها (VA).







■ **مميزات الموجات الكهرمغنطيسية:**
- تنتشر في وسط متجانس و عازل وفق مسار مستقيمي في جميع الاتجاهات.
- تنتشر في الفراغ بسرعة الضوء : $c = 3.10^8$ m/s .
- تتميز بالتردد f و بطول الموجة λ حيث (T دور الموجة) : $\boxed{\lambda = c.T = \dfrac{c}{f}}$.

■ **نقل المعلومات:** يتم نقل المعلومات بواسطة موجة حاملة (onde porteuse) يكون ترددها f_P مرتفع.

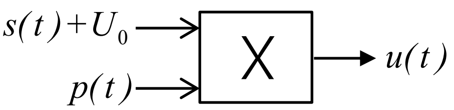
✍ تضمّن الإشارة (signale) المراد إرسالها الموجة الحاملة ، و يكون ترددها f_S هذه الإشارة منخفضة.

✍ تعبير توتر جيبي هو : $\boxed{u(t) = U_m \cos(2\pi f.t + \varphi)}$. حيث U_m و f و φ ثوابت.

ملخص دروس الفيزياء و الكيمياء - ذ. ياسين الدراز

✍ **تضمين الوسع:** هو جعل التوتر المضمن $U_m(t)$ عبارة عن دالة تآلفية للإشارة $s(t)$ (التوتر المضمِّن) : $\boxed{U_m(t)=a.s(t)+b}$

✍ ينجز تضمين الوسع تجريبيا بواسطة دارة متكاملة منجزة للجداء: $u(t)=k.(s(t)+U_0).p(t)$



- U_0 : المركبة المستمرة للإشارة $s(t)$ ذات التردد المنخفض f_S.
- $p(t)$: الموجة الحاملة ذات التردد المرتفع f_P .
- k : ثابتة تتعلق بالدارة المتكاملة المنجزة للجداء.

في حالة التوترات الجيبية: $p(t)=P_m\cos(2\pi f_P.t)$ و $s(t)=S_m\cos(2\pi f_S.t)$ نكتب التوتر $u(t)$ على شكل:

$$u(t)=k.(S_m\cos(2\pi f_S.t)+U_0).P_m\cos(2\pi f_P.t)$$

$$u(t)=k.P_m.U_0(\frac{S_m}{U_0}\cos(2\pi f_S.t)+1).\cos(2\pi f_P.t) \qquad u(t)=A(1+m\cos(2\pi f_S.t)).\cos(2\pi f_P.t)$$

❑ **شروط الحصول على تضمين جيد** (هام جدا):

✎ $U_0 > S_m$ أي: نسبة التضمين m ؛ $\boxed{m=\frac{S_m}{U_0}=\frac{U_{max}-U_{min}}{U_{max}+U_{min}}\prec 1}$. (U_{max} و U_{min} يتم تحديدهما مبيانيا)

✎ تردد التوتر الحامل f_P أكبر بكثير من التردد f_S للإشارة: $\boxed{f_P \succ\succ f_S}$.

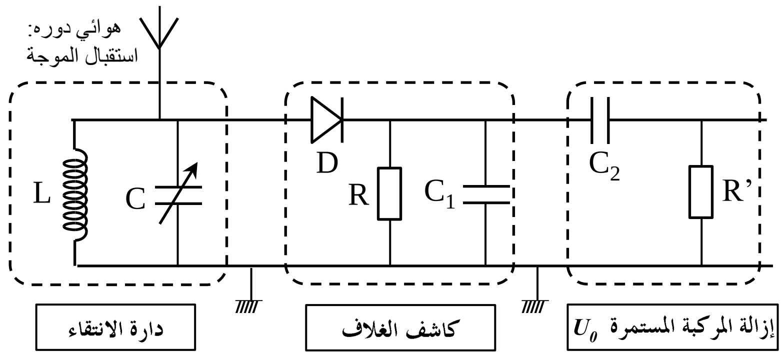
❑ **لإزالة تضمين توتر مضمَن الوسع يجب:**

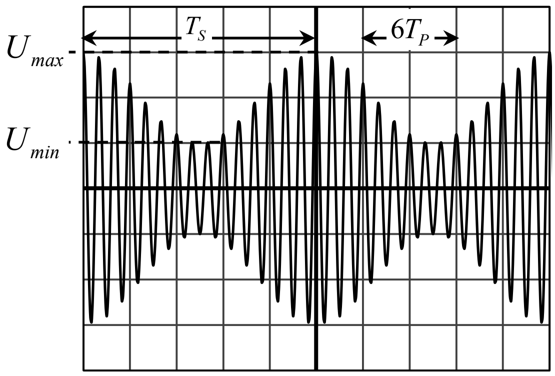
- كشف غلاف التوتر المضمن بواسطة صمام ثنائي D و دارة RC_1 متوازية. (دور D هو إزالة النوبات السالبة)
- حذف المركبة المستمرة U_0 بواسطة مرشح C_2R' ممرر للترددات العالية.

❑ **للحصول على إزالة تضمين جيدة يجب تحقيق الشرط التالي** (هام جدا)؛

$\boxed{T_P \prec\prec \tau=RC_1 \prec T_S}$ أو $\frac{1}{f_P}\prec\prec RC_1\prec\frac{1}{f_S}$: T_P و f_P دور و تردد الموجة الحاملة - T_S و f_S دور و تردد الإشارة.

⚐ لانتقاء محطة معينة يجب أن يكون التردد f_P للموجة الحاملة مساو للتردد الخاص لدارة الانتقاء LC، أي: $\boxed{f_P=f_0=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}}$.





فيزياء 11 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: $a_x=\frac{dv_x}{dt}=\frac{d^2x}{dt^2}$

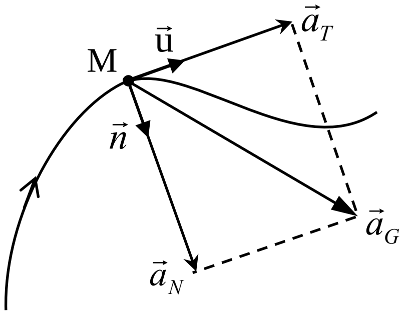
نستعمل كذلك الترميز: $v_x=\dot{x}$, $v_y=\dot{y}$, $v_z=\dot{z}$ و $a_x=\ddot{x}$, $a_y=\ddot{y}$, $a_z=\ddot{z}$.

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

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: $\left. \begin{array}{l} a_T = \dfrac{dv}{dt} \\ a_T = \dfrac{v^2}{\rho} \end{array} \right\}$



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

www.chtoukaphysique.com

✍ **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: $\boxed{\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{0} \qquad \vec{v}_G = \overrightarrow{cte}}$

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

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

فيزياء 12 — السقوط الرأسي لجسم صلب

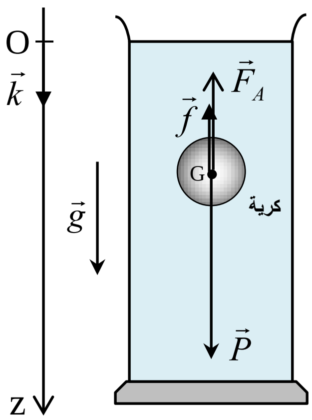
• **مجال الثقالة :** بجوار الأرض، يخضع جسم كتلته m إلى قوة الثقالة $\vec{P}$ بحيث: $\boxed{\vec{P} = m.\vec{g}}$ ؛ وحدة قيمة P هي النيوتن (N).

➢ $\vec{g}$: متجهة مجال الثقالة، وحدة قيمتها هي $(N.kg^{-1})$ أو $(m.s^{-2})$. (تتغير قيمة g مع الارتفاع h وفق العلاقة: $g_h = \dfrac{G.M}{(R+h)^2}$)

➢ يكون مجال الثقالة منتظما، إذا كانت للمتجهة $\vec{g}$ نفس المميزات في كل نقطة من نقطه (نفس الاتجاه و نفس المنحى و نفس الشدة).

1– السقوط الرأسي باحتكاك [خاص بـ (SP) و (SM)] :

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



✍ **المعادلة التفاضلية لحركة الكرية:**

➲ المجموعة المدروسة: { الكرية } .

➲ القوى المطبقة على الكرية: (**ملاحظة:** نقطة تأثير القوى هو مركز قصور الكرية G).

☜ وزن الكرية: $\vec{P} = m.\vec{g}$.

☜ دافعة أرخميدس: $\vec{F} = -\rho_f.V.\vec{g} = -m_f.\vec{g}$ (V حجم الكرية = حجم السائل المزاح).

☜ قوة الاحتكاك المائع: $\vec{f} = -k.v_G^n.\vec{k}$. حيث: (n=1 أو n=2).

➲ في مرجع أرضي نعتبره غاليليا، نطبق القانون الثاني لنيوتن: $\vec{P} + \vec{F}_A + \vec{f} = m\vec{a}_G$.

➲ نسقط العلاقة المتجهية على المحور $(O,\vec{k})$ فنجد: $m.g - m_f.g - k.v_G^n = ma_G$.

مع : $a_G = \dfrac{dv_G}{dt}$ نكتب هذه العلاقة على شكل: $\dfrac{dv_G}{dt} = A - B.v_G^n$. بحيث : $A = g(1 - \dfrac{m_f}{m})$ و $B = \dfrac{k}{m}$.

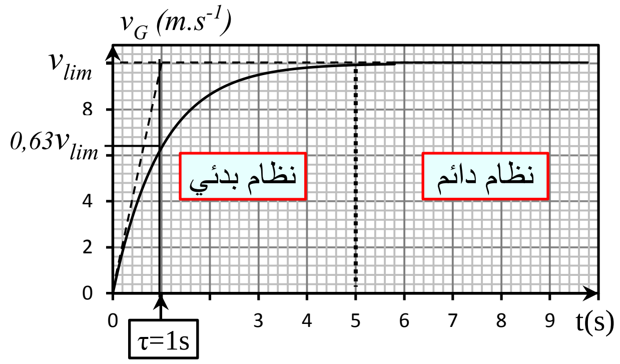
✍ **حل المعادلة التفاضلية باستعمال طريقة أولير:**

لدينا: $\left.\dfrac{dv}{dt}\right|_i = a_i = \dfrac{v_{i+1} - v_i}{\Delta t} = A - B.v_i^n$ إذن: $\boxed{a_i = A - B.v_i^n}$ و $\boxed{v_{i+1} = v_i + a_i.\Delta t}$.

بمعرفة السرعة البدئية v_0 و A و B، نحسب التسارع البدئي a_0 و من ثم نحسب السرعة v_1 عند اللحظة $t_1 = t_0 + \Delta t$ و هكذا...

$\boxed{a_0 = A - B.v_0^n}$ ⇐ $\boxed{v_1 = v_0 + a_0.\Delta t}$ ومنه: $\boxed{a_1 = A - B.v_1^n}$ ⇐ $\boxed{v_2 = v_1 + a_1.\Delta t}$ Δt تسمى خطوة الحساب.

السرعة الحدية v_{lim}: في البداية تتزايد سرعة الكرية ثم تتناهى لقيمة ثابتة تسمى السرعة الحدية v_{lim}.



في النظام الدائم تكون $v_G = v_{lim} = cte$ ⇐ $\frac{dv_G}{dt} = 0$ ؛

وبالتالي: $v_{lim} = (\frac{A}{B})^{\frac{1}{n}} = (\frac{g}{k}(m - m_f))^{\frac{1}{n}}$.

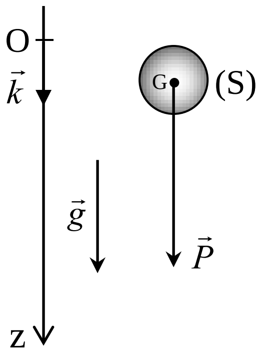
التسارع البدئي a_0: في اللحظة t=0 نأخذ $v_0=0$ ؛

و منه: $a_0 = \left.\frac{dv}{dt}\right|_{t=0}$ و بالتالي: $a_0 = A = g(1 - \frac{m_f}{m})$.

الزمن المميز τ: تمكن قيمة τ من إعطاء رتبة قدر النظام البدئي: $\tau = \frac{v_{lim}}{a_0}$.

2- السقوط الرأسي الحر:

- 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 الكرية: $\vec{P} = m.\vec{g}$.
- القانون الثاني لنيوتن : $\vec{P} = m.\vec{a}_G = m.\vec{g}$ ⇐ $\vec{a}_G = \vec{g}$.
- 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 .

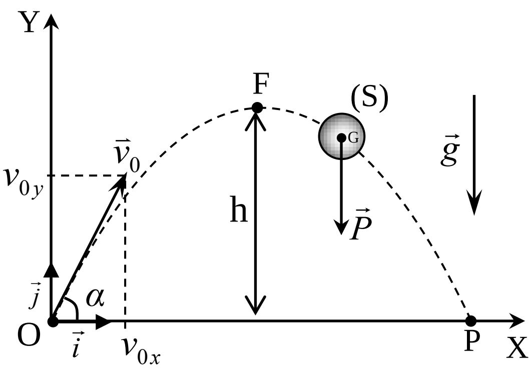
☺ بإنجاز التكامل لمعادلة السرعة نحصل على المعادلة الزمنية : $z = \frac{1}{2}g.t^2 + v_0.t + z_0$ ، بحيث: z_0 الأنسوب عند t=0 .

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

فيزياء 13 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: $\vec{P} = m.\vec{a}_G = m.\vec{g}$ ⇐ $\vec{a}_G = \vec{g}$.
- بالإسقاط على محوري المعلم (Ox) و (Oy) نحصل على:

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

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

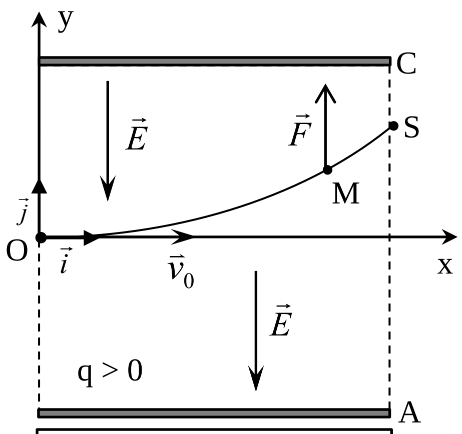
المعادلات الزمنية: $\boxed{CQFD}$ $\begin{cases} x = (v_0 \cos\alpha).t \\ y = -\frac{1}{2}g.t^2 + (v_0 \sin\alpha).t \end{cases}$ $\begin{matrix} x_0 = 0 \\ y_0 = 0 \end{matrix}$

- **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 $OP = x_P = \dfrac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$. CQFD

☜ قمة المسار F : عند النطة F يكون $v_y = 0$: نجد: $t_F = \dfrac{v_0 \sin\alpha}{g}$ ومنه: $h = y_P = \dfrac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g}$ و $x_F = \dfrac{v_0^2 \sin 2\alpha}{2g}$

- **2– حركة دقيقة مشحونة في مجال كهرساكن منتظم: [خاص بـ (SM)] :**



$$E = \frac{U}{d} = \frac{|V_A - V_C|}{AC} \quad (V.m^{-1})$$

$V_A > V_C$

➢ تخضع دقيقة مشحونة ذات كتلة m و شحنة q ، في مجال كهرساكن متجهته $\vec{E}$
إلى قوة كهرساكنة $\vec{F}$ بحيث: $\boxed{\vec{F} = q.\vec{E}}$. شغلها: $\underset{A\to B}{W(\vec{F})} = q.U_{AB} = \pm qEd$

⊂ المجموعة المدروسة: { الدقيقة المشحونة }.

⊂ القوى المطبقة على (S): القوة الكهرساكنة $\vec{F}$. (نهمل وزن الدقيقة)

⊂ القانون الثاني لنيوتن: $\vec{F} = m.\vec{a} = q.\vec{E} \Leftarrow \vec{a} = \dfrac{q.\vec{E}}{m}$.

- **الحالة الأولى: $\vec{v}_0$ متوازية مع $\vec{E}$:**

نسقط العلاقة أعلاه على محوري المعلم:

$$\begin{cases} a_x = \dfrac{q.E}{m} \\ a_y = 0 \end{cases} \Longrightarrow \begin{cases} v_x = \dfrac{qE}{m}.t + v_0 \\ v_y = 0 \end{cases} \Longrightarrow \begin{cases} x = \dfrac{qE}{2m}.t^2 + v_0.t \\ y = 0 \end{cases}$$

بما أن الحركة تتم وفق المحور (Ox) فقط و التسارع ثابت فإن الحركة مستقيمية متغيرة بانتظام.

- **الحالة الثانية: $\vec{v}_0$ متعامدة مع $\vec{E}$:**

نسقط العلاقة أعلاه على محوري المعلم: CQFD

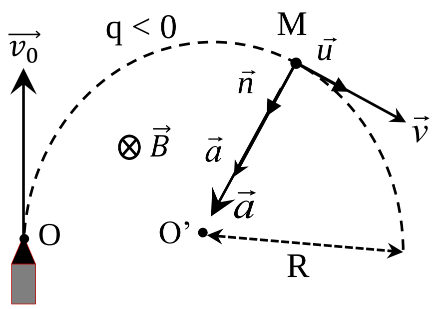
$$\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -\dfrac{q.E}{m} \end{cases} \Longrightarrow \begin{cases} v_x = v_{0x} = v_0 \\ v_y = -\dfrac{qE}{m}.t \end{cases} \Longrightarrow \begin{cases} x = v_0.t \\ y = -\dfrac{qE}{2m}.t^2 \end{cases}$$

$x = v_0.t$ ⟵ • على المحور (Ox): الحركة مستقيمية منتظمة.

$y = -\dfrac{qE}{2m}.t^2$ ⟵ • على المحور (Oy): الحركة مستقيمية متغيرة بانتظام.

✎ معادلة المسار هي: $y = -\dfrac{qE}{2mv_0^2}.x^2$ ⟸ المسار عبارة عن جزء من شلجم. ✎ الانحراف الكهربائي: $D_e = K.U$.

- **3– حركة دقيقة مشحونة في مجال مغنطيسي منتظم: [خاص بـ (SP) و (SM)] :**



➢ تخضع دقيقة مشحونة ذات كتلة m و شحنة q ، في مجال مغطيسي متجهته $\vec{B}$
إلى قوة لورنتز (القوة المغنطيسية): $\boxed{\vec{F} = q.\vec{v} \wedge \vec{B}}$ منظمها: $\boxed{F = q.v.B.\sin(\vec{v},\vec{B})}$.

⊂ المجموعة المدروسة: { الدقيقة المشحونة }.

⊂ القوى المطبقة على (S): القوة المغنطيسية $\vec{F}$. (نهمل وزن الدقيقة)

⊂ القانون الثاني لنيوتن: $\vec{F} = m.\vec{a} = q.\vec{v} \wedge \vec{B} \Leftarrow \vec{a} = \dfrac{q.\vec{v} \wedge \vec{B}}{m}$.

⊂ قدرة قوة لورنتز: ⟸ $E_c = \frac{1}{2}mv^2 = cte$ ⟸ $v = cte$.

⊂ تعبير التسارع في أساس فريني: $\vec{a} = \dfrac{dv}{dt}\vec{u} + \dfrac{v^2}{\rho}\vec{n}$ و بما أن السرعة $v = v_0$، فإن: $\overrightarrow{F}$ و منه: $a = \dfrac{v_0^2}{\rho}$.

⊂ تعبير شعاع انحناء المسار: لدينا $\vec{v} \perp \vec{B}$ ومنه: $\sin\alpha = 1$ و بالتالي: $\dfrac{|q|.v_0.B}{m} = \dfrac{v_0^2}{\rho}$ و هكذا نجد: $\rho = R = \dfrac{m.v_0}{|q|.B} = cte$

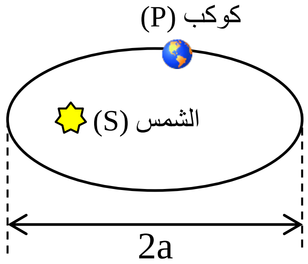
- بما أن شعاع انحناء المسار ثابت و السرعة ثابتة، فإن الحركة دائرية منتظمة.

CQFD

- يتناسب الانحراف المغنطيسي اطرادا مع شدة المجال المغنطيسي: $D_m = K.B$.

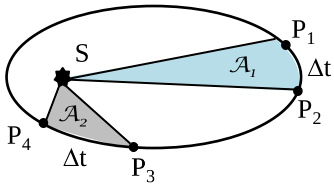
- المرجع الغاليلي الملائم لدراسة حركة الكواكب حول الشمس هو **المرجع المركزي الشمسي**.

قوانين كيبلر:



القانون الأول (قانون المدارات الإهليلجية): ففي المرجع المركزي الشمسي مسار مركز قصور كوكب إهليلجي تحتل الشمس إحدى بؤرتيه.

القانون الثاني (قانون المساحات): تكسح القطعة [SP] التي تربط مركز كوكبا P بمركز الشمس S مساحات متقايسة في مدد زمنية متساوية: خلال نفس المدة Δt يكون $\mathcal{A}_1=\mathcal{A}_2$.



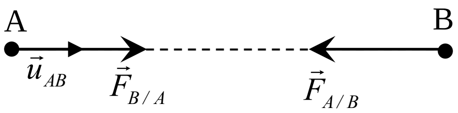
القانون الثالث أو (قانون الأدوار): يتناسب مربع الدور المداري T اطرادا مع مكعب نصف طول المحور الكبير للإهليلج. $\boxed{\frac{T^2}{a^3}=k}$

الدور المداري لكوكب هو المدة الزمنية اللازمة لينجز دورة واحدة في مداره حول الشمس

قانون التجاذب الكوني:

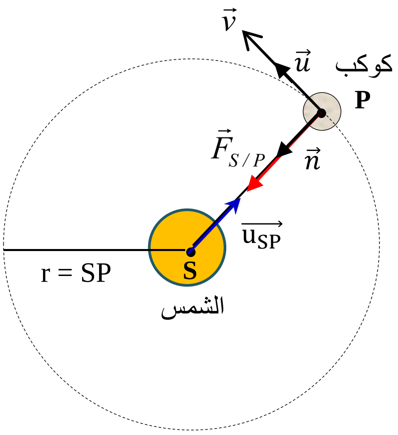
يعبر عن قوتي التجاذب الكوني بين جسمين نقطيين A و B كتلتاهما على التوالي m_A و m_B و تفصل بينهما المسافة AB بالعلاقة:

$$\boxed{\vec{F}_{A/B}=-\vec{F}_{B/A}=-G\frac{m_A.m_B}{AB^2}\vec{u}_{AB}}$$



$\vec{u}_{AB}$ متجهة واحدية موجهة من A نحو B .

حركة كوكب حول الشمس:



نعتبر كوكبا كتلته m_P و مركز قصوره P في حركة دائرية حول الشمس ذات الكتلة m_S .

ندرس حركة الكوكب في المرجع المركزي الشمسي الذي نعتبره غاليليا.

➥ **طبيعة الحركة:** المجموعة المدروسة { الكوكب } .

جرد القوى: قوة التجاذب الكوني المطبقة من طرف الشمس: $\vec{F}_{S/P}=-G\frac{m_S.m_P}{r^2}\vec{u}_{SP}$

نطبق القانون الثاني لنيوتن: $\vec{F}_{S/P}$.

ومنه : $\vec{a}_P=-G\frac{m_S}{r^2}\vec{u}_{SP}=G\frac{m_S}{r^2}\vec{n}$.

يتبين من هذه العلاقة أن $\vec{a}_P$ انجذابية مركزية ومنظمها ثابت ⇐ **الحركة دائرية منتظمة**.

➥ **سرعة الكوكب:** لدينا $\vec{a}_P=G\frac{m_S}{r^2}\vec{n}$ و تعبير التسارع في أساس فريني هو : $\vec{a}=\frac{dv}{dt}\vec{u}+\frac{v^2}{r}\vec{n}=\frac{v^2}{r}\vec{n}$ $\left(\frac{dv}{dt}=0\right)$

ومنه : $\frac{v^2}{r}=G\frac{m_S}{r^2}$ وبالتالي: $v=\sqrt{G\frac{m_S}{r}}$.

➥ **تعبير الدور المداري T:** $T=\frac{2\pi r}{v}=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{G.m_S}}$

➥ **التحقق من القانون الثالث لكيبلر:** $\frac{T^2}{r^3}=\frac{4\pi^2}{G.m_S}=k$

ملاحظة : لدراسة حركة قمر اصطناعي حول الأرض، نتبع نفس المراحل السابقة مع استبدال الشمس بالأرض و الكوكب بالقمر الاصطناعي.

نعوض كتلة الشمس بكتلة الأرض $m_S \Leftarrow m_T$ و نعوض كتلة الكوكب بكتلة القمر الاصطناعي $m_P \Leftarrow m_{satellile}$.

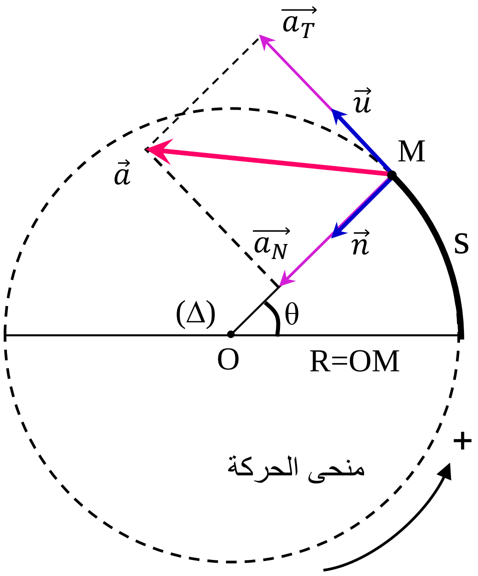
- **وهكذا نجد، سرعة القمر الاصطناعي:** $v_{satellite}=\sqrt{G\frac{m_T}{(R_T+h)}}$
- **الدور المداري للقمر الاصطناعي:** $T_{satellite}=2\pi\sqrt{\frac{(R_T+h)^3}{G.m_T}}$
- **القانون الثالث لكيبلر:** $\frac{T^2}{r^3}=\frac{4\pi^2}{G.m_T}$. مع $r=R_T+h$. « R_T شعاع الأرض و h الارتفاع عن سطح الأرض»

- يكون ساتل ساكن بالنسبة للأرض إذا بدا دوما ساكنا بالنسبة للاحظ يوجد على سطح الأرض.
- الاستقمار هو وضع قمر اصطناعي (ساتل) في مداره حول كوكب ما.

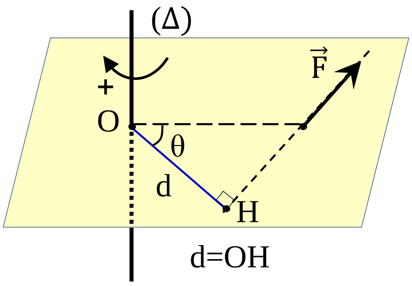
- في هذه الدراسة اعتبرنا أن مسار الكوكب دائري a = r.
- القانون الثالث لكيبلر يكتب على شكل: $\frac{T^2}{r^3}=\frac{4\pi^2}{G.m_T}$

فيزياء 15 | العلاقة الكمية بين مجموع العزوم و التسارع الزاوي | خاص بـ SP و SM

- نمعلم حركة نقطة M في دوران حول محور ثابت بأفصوله المنحني s و بأفصوله الزاوي θ بحيث: $\boxed{s = R.\theta}$.



- **السرعة الزاوية:**
  - السرعة الزاوية هي مشتقة الأفصول الزاوي θ: $\boxed{\omega = \frac{d\theta}{dt} = \dot{\theta}}$.
  - العلاقة بين السرعة الخطية v و السرعة الزاوية $\dot{\theta}$ هي: $\boxed{v = R.\dot{\theta}}$.
- **التسارع الزاوي:**
  - التسارع الزاوي هو المشتقة الأولى للسرعة الزاوية: $\boxed{\ddot{\theta} = \frac{d\dot{\theta}}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2}}$.
  - في حالة $\ddot{\theta} = 0$ تكون الحركة دائرية منتظمة: $\dot{\theta} = cte$
    - المعادلة الزمنية للحركة: $\boxed{\theta = \dot{\theta}.t + \theta_0}$.
    - متجهة التسارع تكون انجذابية مركزية: $\vec{a} = a_N.\vec{n}$ أي: $a = \frac{v^2}{R} = R.\dot{\theta}^2$.
  - في حالة $\ddot{\theta} = cte$ تكون الحركة دائرية متغيرة بانتظام.
    - معادلة السرعة الزاوية: $\dot{\theta} = \ddot{\theta}.t + \dot{\theta}_0$.
    - المعادلة الزمنية للحركة: $\boxed{\theta = \frac{1}{2}\ddot{\theta}.t^2 + \dot{\theta}_0.t + \theta_0}$.
    - متجهة التسارع الخطي: $\vec{a} = a_T.\vec{u} + a_N.\vec{n}$ مع: $a_N = \frac{v^2}{R} = R.\dot{\theta}^2$ و $a_T = R.\ddot{\theta}$.
- **العلاقة الأساسية للديناميك في حالة الدوران حول محول ثابت:**



$\mathcal{M}_\Delta(\vec{F}) = -F.d$

في معلم غاليلي مرتبط بالأرض، و بالنسبة لمحور ثابت (Δ) ، مجموع عزوم القوى المطبقة على جسم صلب في دوران حول محور ثابت ، يساوي، في كل لحظة، جداء عزم القصور J_Δ و التسارع الزاوي $\ddot{\theta}$ للجسم:

$$\boxed{\Sigma\mathcal{M}_\Delta(\vec{F_i}) = J_\Delta.\ddot{\theta}}$$

J_Δ : عزم قصور الجسم بـ $Kg.m^2$

$\ddot{\theta}$: التسارع الزاوي للجسم بـ $rad.s^{-2}$

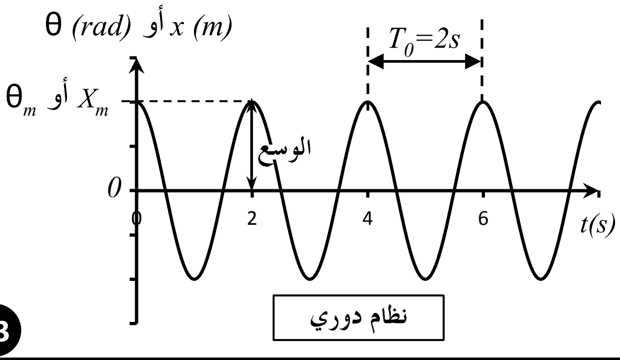
وحدة العزم $\mathcal{M}$ هي (N.m) .

☺ **ملاحظة**: إذا كان اتجاه القوة $\vec{F}$ يوازي أو يتقاطع مع المحور (Δ) فإن عزمها يكون منعدما: $\mathcal{M}_\Delta(\vec{F}) = 0$.

- **العزم مقدار جبري**: يكون موجبا إذا كانت القوة $\vec{F}$ تدير الجسم في المنحى الموجب و يكون سالبا في الحالة المعاكسة.

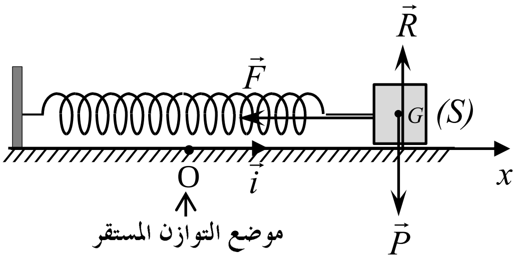
فيزياء 16 | المجموعات الميكانيكية المتذبذبة

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



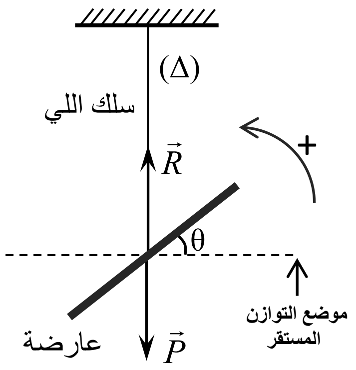
- **الذبذبات الحرة**: هي ذبذبات ينجزها متذبذب ميكانيكي دون أن يكتسب طاقة من الوسط الخارجي بعد إحداث حركته.
- **وسع الحركة**: هو القيمة القصوى الموجبة التي يأخذها المقدار المعبر عن مدى ابتعاد أو انحراف المتذبذب عن موضع توازنه المستقر. (X_m ; θ_m) .
- **الدور الخاص للحركة** T_0: هو المدة الزمنية اللازمة لإنجاز ذبذبة واحدة وحدته (s) .
- **موضع التوازن المستقر**: هو الموضع الذي إذا زحزح عنه المتذبذب يعود إليه ليستقر فيه.

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



- القوى المطبقة على المجموعة المدروسة { الجسم (S)} هي:
  - قوة الارتداد (توتر النابض) $\vec{F}$ حيث: $\boxed{\vec{F} = -k.x.\vec{i}}$.
  - وزن الجسم: $\vec{P}$.
  - تأثير السطح : $\vec{R}$ ؛ (نهمل الاحتكاكات).
- 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: $\boxed{\ddot{x}+\dfrac{k}{m}x = 0}$: **وهي المعادلة التفاضلية للحركة**.
- حل المعادلة التفاضلية هو: $x = X_m\cos(\dfrac{2\pi}{T_0}.t+\varphi)$ بحيث:
- X_m وسع الحركة بـ (m)، و φ الطور عند اللحظة t=0 بـ (rad) ، و T_0 الدور الخاص للحركة بـ (s): $\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}}$.

• 2– **نواس اللي [خاص بـ** (SP) **و** (SM)] :



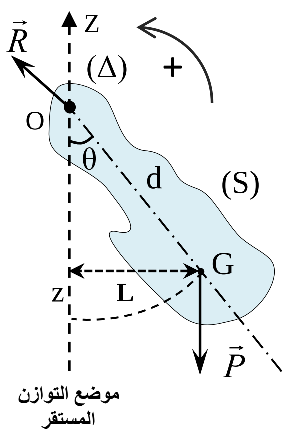
- أثناء الحركة تخضع المجموعة المدروسة: { العارضة } إلى:
  - مزدوجة اللي و عزمها هو: $\boxed{M_C = -C.\theta}$. C ثابتة اللي للسلك بـ $(N.m.rad^{-1})$
  - وزن العارضة: $\vec{P}$.
  - تأثير السلك: $\vec{R}$.
- نطبق على العارضة القانون الأساسي للتحريك في حالة جسم صلب في دوران حول محور ثابت: $M_\Delta(\vec{P})+M_\Delta(\vec{R})+M_C = J_\Delta.\ddot{\theta}$.

$M_\Delta(\vec{R}) = 0$, $M_\Delta(\vec{P}) = 0$ لأن اتجاه كل من $\vec{P}$ و $\vec{R}$ منطبق مع المحور (Δ) .

ومنه: $-C.\theta = J_\Delta.\ddot{\theta}$ أي: $\boxed{\ddot{\theta}+\dfrac{C}{J_\Delta}.\theta = 0}$ ؛ **وهي المعادلة التفاضلية للحركة**. حلها هو: $\theta = \theta_m\cos(\dfrac{2\pi}{T_0}.t+\varphi)$.

θ_m وسع الحركة بـ (rad)، و φ الطور عند اللحظة t=0 بـ (rad) ، و T_0 الدور الخاص للحركة بـ (s): $\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{\dfrac{J_\Delta}{C}}}$.

• 3– **النواس الوازن [خاص بـ** (SP) **و** (SM)] :



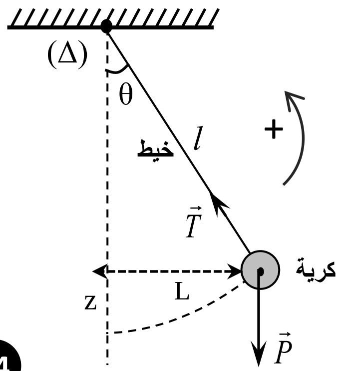
- أثناء الحركة تخضع المجموعة المدروسة { الجسم الصلب (S)}إلى:
  - وزن الجسم: $\vec{P}$.
  - القوة المطبقة من طرف المحور (Δ) : $\vec{R}$.
- نطبق على الجسم (S) القانون الأساسي للتحريك في حالة جسم صلب في دوران حول محور ثابت: $M_\Delta(\vec{P})+M_\Delta(\vec{R}) = J_\Delta.\ddot{\theta}$. مع $M_\Delta(\vec{R}) = 0$ لأن $\vec{R}$ تلاقي المحور (Δ) .

حسب الشكل جانبه: $M_\Delta(\vec{P}) = -P.L = -m.g.d.\sin\theta$ ومنه: $-m.g.d.\sin\theta = J_\Delta.\ddot{\theta}$

بالنسبة للزوايا الصغيرة يكون: $\sin\theta \approx \theta$ نحصل على: $\boxed{\ddot{\theta}+\dfrac{m.g.d}{J_\Delta}.\theta}$ **وهي المعادلة التفاضلية**.

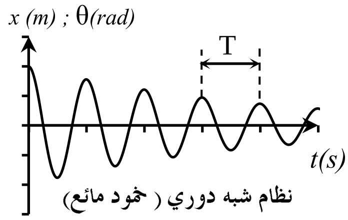
دورها الخاص: $\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{\dfrac{J_\Delta}{m.g.d}}}$ مع g شدة مجال الثقالة.

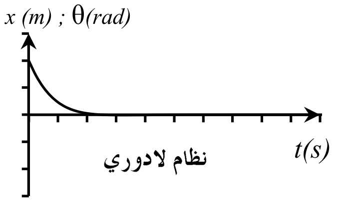
• 4– **النواس البسيط (وهو حالة خاصة للنواس البسيط) [خاص بـ** (SP) **و** (SM)] :



- أثناء الحركة تخضع المجموعة المدروسة { الكرية }إلى:
  - وزن الكرية: $\vec{P}$. و توتر الخيط: $\vec{T}$.
- نطبق على الكرية القانون الأساسي للتحريك في حالة دوران جسم صلب حول محور ثابت : $M_\Delta(\vec{P})+M_\Delta(\vec{T}) = J_\Delta.\ddot{\theta}$ مع $M_\Delta(\vec{T}) = 0$ و $J_\Delta = m.l^2$. نجد:

$M_\Delta(\vec{P}) = -m.g.l.\sin\theta \approx -m.g.l.\theta = J_\Delta.\ddot{\theta} = m.l^2.\ddot{\theta} \Leftarrow$ $\boxed{\ddot{\theta}+\dfrac{g}{l}.\theta = 0}$ و $\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g}}}$.





- **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. $T=T_0$.

المظاهر الطاقية

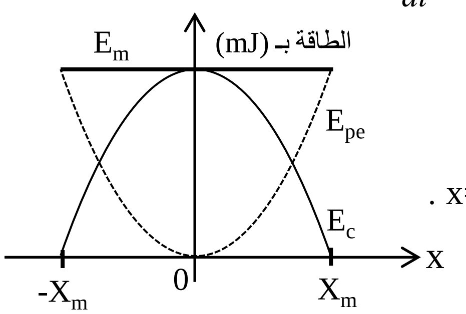
- شغل قوة ثابتة مطبقة على جسم صلب في إزاحة: $\boxed{W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F}.\overrightarrow{AB} = F.AB.\cos\alpha}$. وحدة الشغل هي الجول (J).
- شغل قوة عزمها ثابت مطبقة على جسم صلب في دوران: $\boxed{W(\vec{F}) = M_{\Delta}(\vec{F}).\Delta\theta}$.

◄ **الدراسة الطاقية للنواس المرن:**

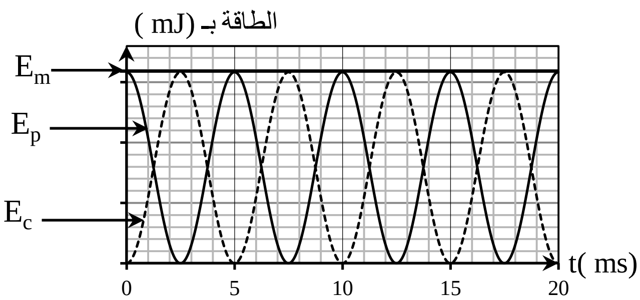
- شغل القوة المطبقة من طرف نابض على جسم صلب خلال انتقاله من A إلى B هو: $\boxed{W_{AB}(\vec{F}) = -\frac{1}{2}k\,(x_B^2 - x_A^2)}$.
- تعبير الطاقة الحركية للمجموعة { جسم صلب – نابض } هو : $\boxed{E_C = \frac{1}{2}m.v^2}$ ؛ m كتلة الجسم بـ (kg) و v سرعته بـ ($m.s^{-1}$).
- تعبير طاقة الوضع المرنة للمجموعة { جسم صلب – نابض } هو: $\boxed{E_{Pe} = \frac{1}{2}k.x^2 + cte}$ ؛ k صلابة النابض بـ ($N.m^{-1}$) و x بـ (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 : $\frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} = \ddot{x}$ و $v = \frac{dx}{dt} = \dot{x}$ نجد: $m.\dot{x}.\ddot{x} + k.x.\dot{x} = 0$.

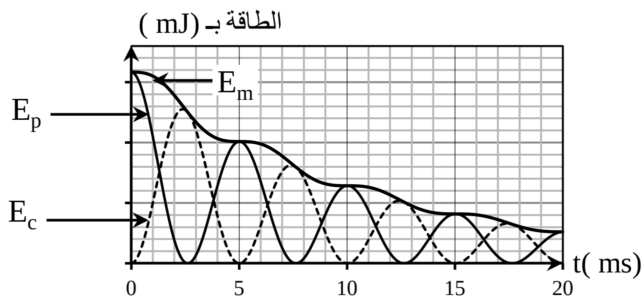
يعني أن: $\ddot{x} + \frac{k}{m}.x = 0$ وهي المعادلة التفاضلية للحركة.



- **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:** $E_p=(E_{pe}\ ,\ E_{pt}\ ,\ E_{pp})$



نظام دوري = تبقى الطاقة الميكانيكية E_m ثابتة، غياب الاحتكاكات.



نظام شبه دوري = تتناقص E_m بسبب قوى الاحتكاك التي تبدد الطاقة.

◄ الدراسة الطاقية لنواس اللي؛ خاص بـ SP و SM :

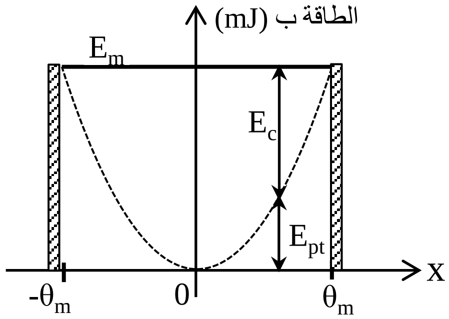
- يعبر عن شغل مزدوجة اللي عندما تتغير زاوية اللي من القيمة θ_1 إلى القيمة θ_2 هو: $\boxed{W\underset{\theta_1\ \ \theta_2}{(M_T)} = -\frac{1}{2}C.(\theta_2^2 - \theta_1^2)}$. **C** ثابتة لي السلك.
- تعبير الطاقة الحركية لنواس اللي هو : $\boxed{E_C = \frac{1}{2}J_\Delta.\dot{\theta}^2}$ ؛ J_Δ عزم قصور العارضة بـــ $(kg.m^2)$ و $\dot{\theta}$ سرعته الزاوية بـــ $(rad.s^{-1})$.
- تعبير طاقة الوضع لنواس اللي هو: $\boxed{E_{Pt} = \frac{1}{2}C.\theta^2 + cte}$ ؛ C ثابتة لي السلك بـــ $(N.m.rad^{-1})$ و θ بـــ (rad).
- تعبير الطاقة الميكانيكية لنواس اللي هو: $E_m = E_C + E_{Pt} = \frac{1}{2}J_\Delta.\dot{\theta}^2 + \frac{1}{2}C.\dot{\theta}^2 + cte$.

ملاحظة: في غياب الاحتكاكات تبقى الطاقة الميكانيكية ثابتة: $E_m = \frac{1}{2}J_\Delta.\dot{\theta}_{max}^2 = \frac{1}{2}C.\theta_{max}^2$ تعبير السرعة القصوى هو: $\dot{\theta}_{max} = \theta_{max}\sqrt{\frac{C}{J_\Delta}}$

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

يعني أن: $2\times\frac{1}{2}J_\Delta.\dot{\theta}\frac{d\dot{\theta}}{dt} + 2\times\frac{1}{2}C.\theta.\frac{d\theta}{dt} = 0$ مع : $\frac{d\dot{\theta}}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2} = \ddot{\theta}$ و $\dot{\theta} = \frac{d\theta}{dt}$ نجد: $J_\Delta.\ddot{\theta} + C.\theta = 0$.

يعني أن: $\ddot{\theta} + \frac{C}{J_\Delta}.\theta = 0$ وهي <u>المعادلة التفاضلية للحركة</u>.



- **تغيرات الطاقة بدلالة الأفصول الزاوي θ بالنسبة لنواس اللي:**
  - تكون طاقة الوضع للي E_{pt} قصوى عند اللحظة t=0 أي عندما يكون: $\theta=\theta_m$.
  - تكون الطاقة الحركية E_c قصوى عندما تكون $\theta=0$.

■ الدراسة الطاقية للنواس الوازن؛ خاص بـ SP و SM :

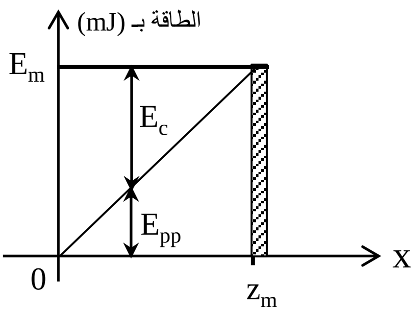
- تعبير الطاقة الحركية للنواس الوازن هو : $\boxed{E_C = \frac{1}{2}J_\Delta.\dot{\theta}^2}$.
- تعبير طاقة الوضع الثقالية للنواس الوازن هو: $\boxed{E_{Pp} = \frac{1}{2}m.g.d.\theta^2 + cte}$ ؛ m كتلة الجسم بـــ (kg) و θ بـــ (rad) و d بالمتر (m) .
- تعبير الطاقة الميكانيكية للنواس الوازن هو: $E_m = E_C + E_{Pp} = \frac{1}{2}J_\Delta.\dot{\theta}^2 + \frac{1}{2}m.g.d.\theta^2 + cte$.

في غياب الاحتكاكات تبقى الطاقة الميكانيكية ثابتة: $E_m = \frac{1}{2}J_\Delta.\dot{\theta}_{max}^2 = \frac{1}{2}m.g.d.\theta_{max}^2$ ، تعبير السرعة القصوى هو: $\dot{\theta}_{max} = \theta_{max}\sqrt{\frac{mgd}{J_\Delta}}$

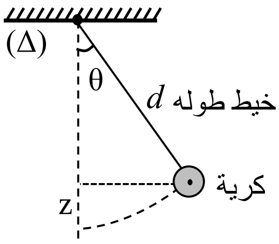
باشتقاق تعبير الطاقة الميكانيكية نحصل على المعادلة التفاضلية: $E_m = Cte \Leftarrow \frac{dE_m}{dt} = \frac{dE_C}{dt} + \frac{dE_{Pp}}{dt} = 0$.

يعني أن: $J_\Delta.\dot{\theta}\frac{d\dot{\theta}}{dt} + m.g.d.\theta\frac{d\theta}{dt} = 0$ مع : $\frac{d\dot{\theta}}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2} = \ddot{\theta}$ و $\dot{\theta} = \frac{d\theta}{dt}$ نجد: $J_\Delta.\ddot{\theta} + m.g.d.\theta = 0$.

يعني أن: $\ddot{\theta} + \frac{m.g.d}{J_\Delta}.\theta = 0$ وهي <u>المعادلة التفاضلية للحركة</u>.



- **تغيرات الطاقة بدلالة الارتفاع z بالنسبة للنواس الوازن:**
  - تكون طاقة الوضع الثقالية E_{pp} قصوى عند اللحظة t=0 أي عندما يكون: $z=z_m$.
  - تكون الطاقة الحركية E_c قصوى عندما تكون z=0 .



- تعبير طاقة الوضع الثقالية: $E_{Pp} = mg.z = m.g.d(1-\cos\theta) = \frac{1}{2}m.g.d.\theta^2$.

(بالنسبة للزوايا الصغيرة نستعمل التقريب التالي: $\cos\theta = 1 - \frac{\theta^2}{2}$)

ملاحظة ؛ بالنسبة للنواس البسيط (حالة خاصة للنواس الوازن) نضع: $\boxed{J_\Delta = m.d^2}$.
(بحيث d طول الخيط و m كتلة الكرية).

❖ بالنسبة لجميع المتذبذبات. في أغلب الحالات نأخذ cte=0 .(بالنسبة لطاقات الوضع).

❖ شغل قوة أو مزدوجة يساوي مقابل تغير طاقة الوضع: $\boxed{W = -\Delta E_P}$.

▪ **تكمية التبادلات الطاقية:** الطاقة المتبادلة ΔE بين المادة و إشعاع ضوئي لا يمكنها أن تأخذ إلا قيما محددة و **منفصلة**، نقول إن هذه الطاقة المتبادلة **مكماة** .

إذا كان υ هو تردد إشعاع ضوئي، فإن التبادلات الطاقية تكون مضاعفات لكم الطاقة $h\upsilon$ ؛

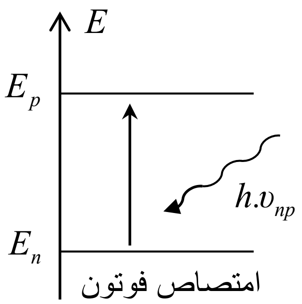
$\boxed{\Delta E = h.\upsilon}$ مع: υ تردد الإشعاع بالهرتز (Hz) و $h=6,626.10^{-34}$ J.s ثابتة بلانك و ΔE بالجول (J) .

تكمية مستويات الطاقة:

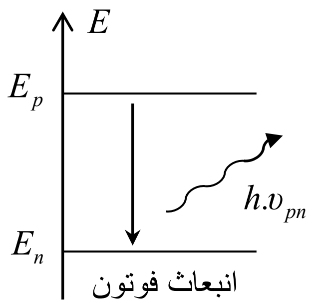
- تكون مستويات الطاقة للذرات و الجزيئات و النوى مكماة.
- تأخذ مستويات الطاقة قيما محددة و متقطعة نرمز لها بـ E_n و E_p .
- يسمى المستوى ذي الطاقة الأصغر **المستوى الأساسي** و يوافق **الحالة المستقرة**.
- الانتقال من مستوى طاقي E_n إلى مستوى طاقي E_p أكبر يصاحبه تغير للطاقة : $\boxed{\Delta E = E_p - E_n}$.
- لا تمكن ميكانيك نيوتن من تفسير مستويات الطاقة للذرات.

▪ **أطياف الانبعاث و الامتصاص:**

انتقال الذرة أو الجزيئة أو النواة من مستوى طاقي إلى مستوى طاقي آخر يصاحبه إما اكتساب للطاقة أو فقدان للطاقة.



$\Longleftarrow \boxed{h.\upsilon_{np} = h.\upsilon_{pn}} \Longrightarrow$



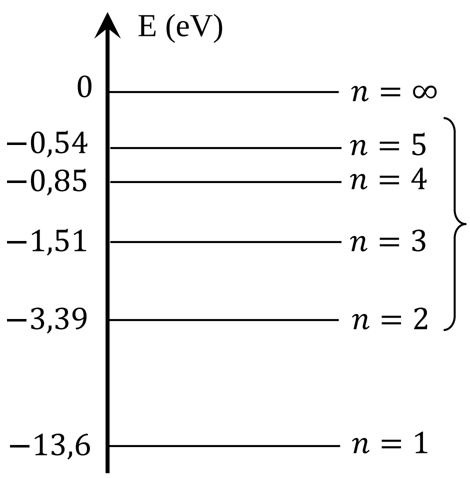
يحدَد تردد الفوتون المنبعث و تردد الفوتون الممتص بعلاقة بوهر: $\boxed{E_p - E_n = h.\upsilon_{pn} = h\dfrac{c}{\lambda_{pn}}}$.

- $c=3.10^8$ m.s^{-1} سرعة انتشار الضوء في الفراغ.
- λ_{pn} : طول الموجة بالمتر (m).
- h: ثابتة بلانك بـ (J.s) و E بالجول (J) .

❑ **رتبة قدر التبادلات الطاقية:**

◄ بالنسبة للجزيئة : (meV) ◄ بالنسبة للذرة : (eV) ◄ بالنسبة للنواة: (MeV)

❑ **مخطط مستويات الطاقة لذرة الهيدروجين:**



العدد n يسمى العدد الكمي.

- n= 1 يوافق المستوى الأساسي (الحالة المستقرة للذرة).
- n > 1 يوافق المستويات المثارة .
- n= ∞ يوافق مستوى التأين (الإلكترون غير مرتبط بالذرة).
- الانتقال هو المرور من حالة إلى حالة أخرى ذات مستوى طاقي أكبر (**إثارة**) أو ذات مستوى طاقي أصغر (**فقدان الإثارة**) .
- نحصل على قيم مستويات الطاقة باستعمال العلاقة: $E_n = -\dfrac{E_0}{n^2}$ ، مع : $E_0=13,6$ eV .

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 بـاللتر (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		aA	$+\ bB$	$\rightleftarrows\ cC$	$+\ dD$
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 :** $\mathbf{Ox + ne^- \rightleftarrows Red}$ (مؤكسد $= Ox$ و مختزل $= Red$).

التفاعل أكسدة-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 $Ox_2 + be^- \rightleftarrows Red_2$ ⇐ $\boxed{b\,Ox_1 + a\,Red_2 \rightleftarrows b\,Red_1 + a\,Ox_2}$

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 يمنك 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.

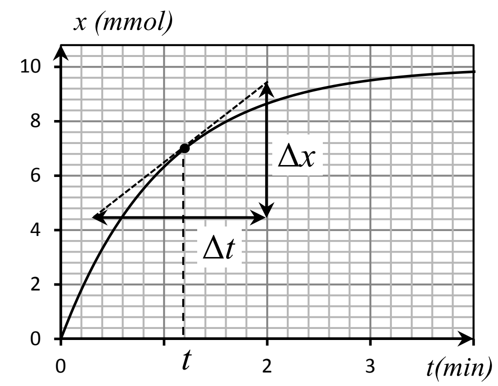
- نربط المقدار المقاس (σ , pH , m , V , P ...) بتقدم التفاعل $x(t)$ ثم ندرس التطور الزمني لهذا الأخير و نستنتج تركيب المجموعة الكيميائية عند كل لحظة. و ذلك بالاعتماد أيضا على الجدول الوصفي.

السرعة الحجمية لتفاعل كيميائي:

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

$$\boxed{v=\frac{1}{V}.\frac{dx}{dt}}$$

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 .



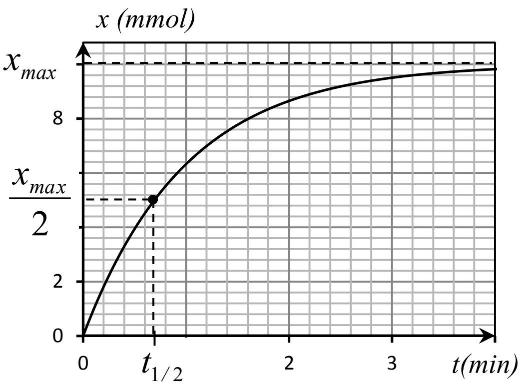
- يتم تحديد السرعة الحجمية مبيانيا بحساب قيمة المعامل الموجه dx/dx لمماس منحنى $x(t)$ عند لحظة t ثم قسمتها على حجم الخليط V.

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

- 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 : $\boxed{x(t_{1/2})=\frac{x_f}{2}}$.
- 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 : $\boxed{\tau = \dfrac{x_f}{x_{max}}}$.

↩ 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 محدود (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: $\boxed{Q_r = \dfrac{[C]^c.[D]^d}{[A]^a.[B]^b}}$.

- 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: $\boxed{K = Q_{r,éq} = \dfrac{[C]^c_{éq}.[D]^d_{éq}}{[A]^a_{éq}.[B]^b_{éq}}}$.

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

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

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

نجد: $K = 2,5.10^{-4}$ و $\tau = \dfrac{x_{éq}}{x_{max}} = \dfrac{6,8.10^{-5}}{2,5.10^{-3} \times 0,1} = 0,26 = 26\,\%$ 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:

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

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:

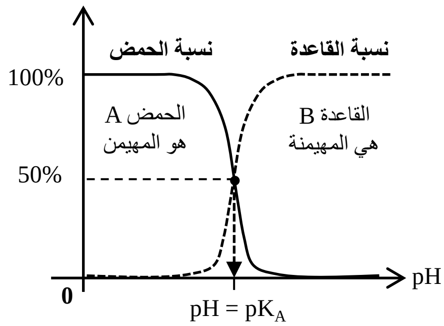
- يكون المحلول حمضيا إذا كان $[H_3O^+]_{éq} > [HO^-]_{éq}$ ، أي: $pH < \dfrac{pK_e}{2}$.
- يكون المحلول قاعديا إذا كان $[H_3O^+]_{éq} < [HO^-]_{éq}$ ، أي: $pH > \dfrac{pK_e}{2}$.
- يكون المحلول محايدا إذا كان $[H_3O^+]_{éq} = [HO^-]_{éq}$ ، أي: $pH = \dfrac{pK_e}{2}$.

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

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

$$HA_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftarrows A^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)} \Leftarrow \boxed{K_A = \frac{[A^-]_{éq}.[H_3O^+]_{éq}}{[HA]_{éq}}} \quad \text{و} \quad \boxed{pK_A = -log\,K_A} \quad \text{أو:} \quad \boxed{K_A = 10^{-pK_A}}$$

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



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

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

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:

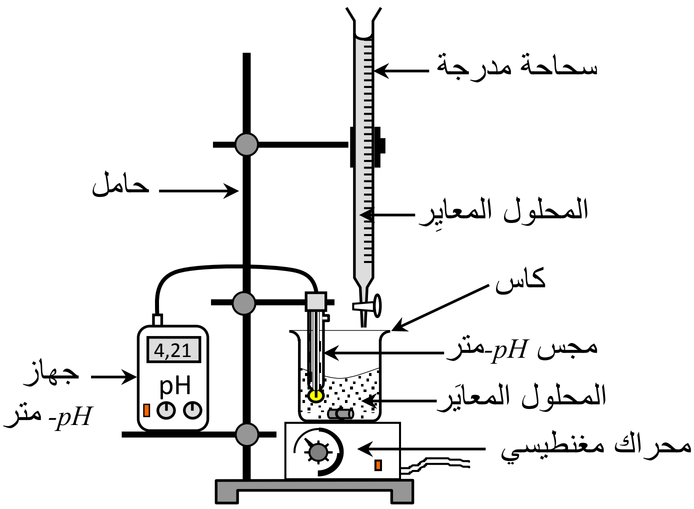
- **تفاعل كلي** : يتوقف باختفاء كلي لأحد المتفاعلين على الأقل. أي : $\tau=1$.
- **تفاعل سريع** : يتوقف بعد مدة زمنية قصيرة من حدوثه.
- **تفاعل انتقائي** : يتفاعل النوع المعايِر مع النوع المعايَر فقط.

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

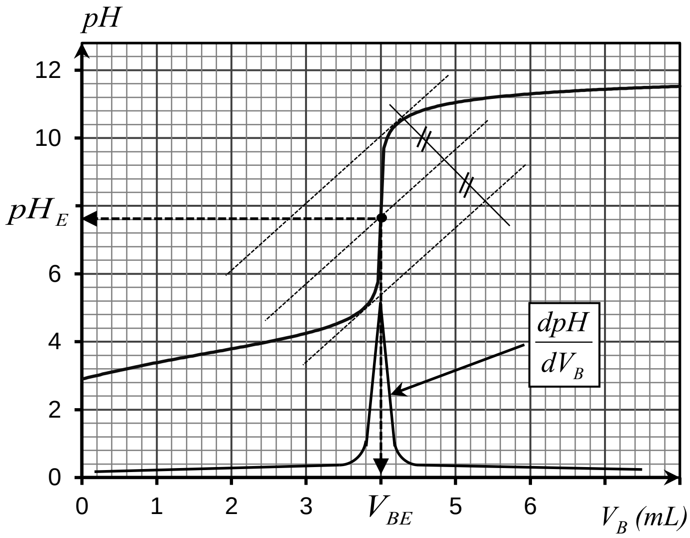
www.chtoukaphysique.com

✍ **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: $pH_E=7,6$ و $V_{BE}=4mL$

▪ **المعايرة الملوانية (المعايرة باستعمال كاشف ملون):**

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

كيمياء 6 التطور التلقائي لمجموعة كيميائية

✍ **خارج التفاعل (تذكير):**

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

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

▪ 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.

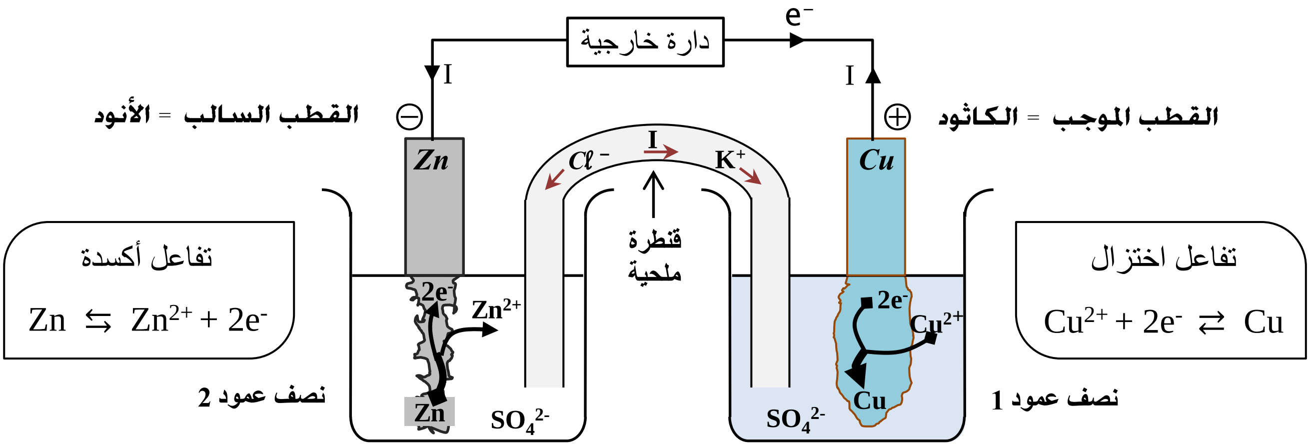
الانتقال التلقائي للإلكترونات:

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.
- يرتبط 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 مُسْتهلَكٌ .

كمية الكهرباء الممنوحة من طرف عمود:

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

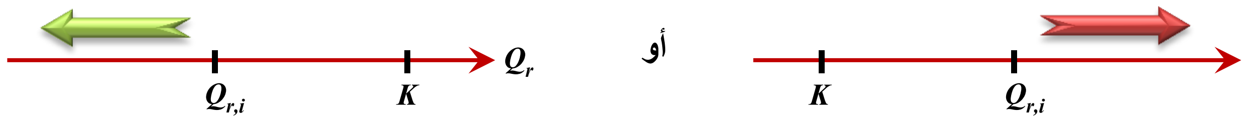
$$\boxed{Q = n(e^-).F = I.\Delta t} \Leftarrow n(e^-) = \frac{I.\Delta t}{F}$$

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 التحولات القسرية:

★ لإنجاز تحول قسري ، يجب منح طاقة للمجموعة الكيميائية بواسطة جهاز خارجي، حيث يجبرها على التطور في المنحى المعاكس لمنحى التطور التلقائي.

★ خلال تحول قسري يبتعد خارج التفاعل Q_r عن ثابتة التوازن K .(عكس التحول التلقائي)



❷ التحليل الكهربائي:

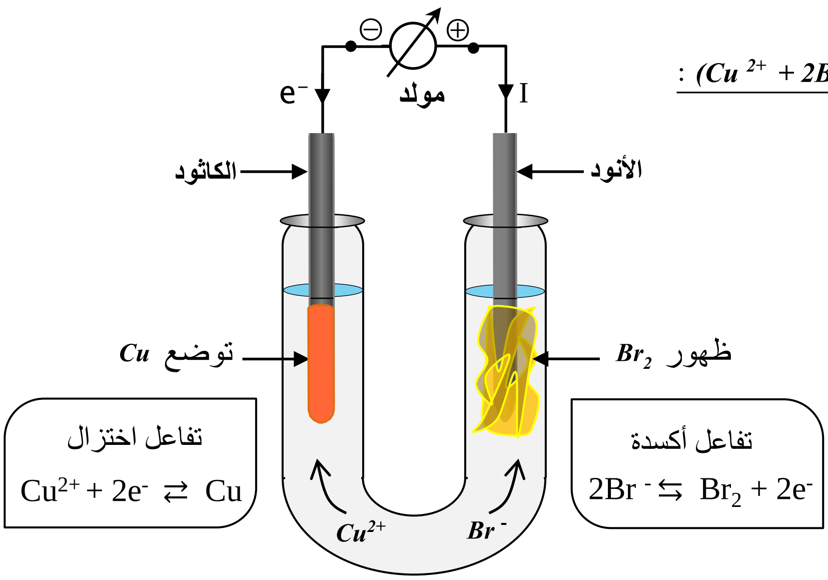
- التحليل الكهربائي تحول قسري ناتج عن مرور تيار كهربائي مفروض من طرف مولد لتوتر **مستمر**.
- يمنح المولد الطاقة الكهربائية اللازمة للمجموعة لإرغامها على التطور في المنحى المعاكس لمنحى التطور التلقائي.

• التفاعلات عند الإلكترودين:

- بجوار الإلكترود المرتبط بالقطب **الموجب** للمولد يحدث تفاعل **أكسدة**، و نسمي هذا الإلكترود **أنودا** (anode).
- بجوار الإلكترود المرتبط بالقطب **السالب** للمولد يحدث تفاعل **اختزال**، و نسمي هذا الإلكترود **كاثودا** (cathode).

• تُمَكِّن معرفة منحى التيار الكهربائي و ملاحظة النواتج المتكونة من معرفة تفاعلات الأكسدة الممكنة عند الأنود و تفاعلات الاختزال الممكنة عند الكاثود.

☛ *مثال: التحليل الكهربائي لمحلول برومور النحاس II $(Cu^{2+} + 2Br^-)$:*



- اصطلاحا يكون منحى التيار I خارج المولد من القطب الموجب نحو القطب السالب.
- في الإلكترودات و أسلاك الربط تتحرك الإلكترونات e^- الحرة في المنحى المعاكس لمنحى التيار.
- تتحرك الكاتيونات (+) في المحلول في منحى التيار I .
- تتحرك الأنيونات (−) في المحلول في المنحى المعاكس لمنحى التيار.

المعادلة الحصيلة للتحلل: $Cu^{2+}_{(aq)} + 2Br^-_{(aq)} \rightarrow Cu_{(s)} + Br_{2\,(aq)}$

❸ كمية الكهرباء و حصيلة المادة خلال تحليل كهربائي:

يعبر عن كمية الكهرباء Q التي تجتاز الدارة بالعلاقة التالية:

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

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

❹ بعض تطبيقات التحليل الكهربائي:

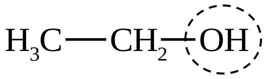
☐ يستخدم التحليل الكهربائي لطلاء الفلزات بطبقة من فلز آخر لحمايتها من التآكل أو لجعلها أكثر صلابة أو لتحسين شكلها. حيث يستعمل الفلز المراد طلاؤه ككاثود ، و الفلز المراد توضعه كآنود ، و أيوناته متواجدة في المحلول الإلكتروليتي.

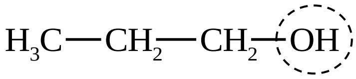
☐ إنتاج ماء جافيل انطلاقا من كلورور الصوديوم، إنتاج بعض الفلزات كالزنك، و بعض الغازات كـ Cl_2 ، مركم السيارات، ...

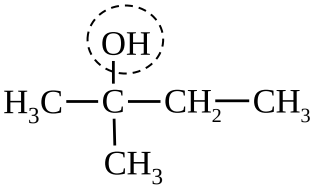
❶ تذكير - مجموعة الكحولات:

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

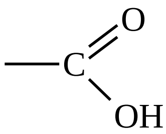
★ أمثلة:


إيثانول


بروبان-1-أول

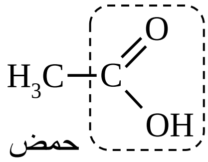

2-مثيل بوتان-2-أول

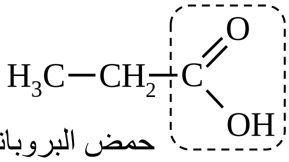
- الأحماض الكربوكسيلية:

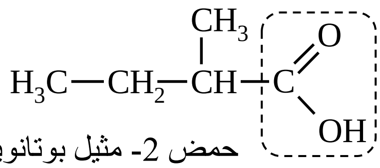
○ الحمض الكربوكسيلي مركب عضوي يحتوي عل مجموعة الكربوكسيل :  أو COOH — .

○ يسمى اسم الحمض الكربوكسيلي باسم الألكان الموافق له، مع تقديم لفظ «حمض» و إضافة المقطع «ويك».

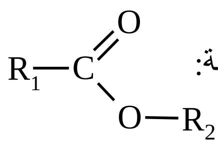
★ أمثلة:


حمض الإيثانويك


حمض البروبانويك

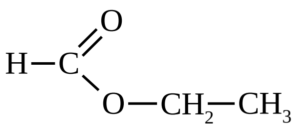

حمض 2- مثيل بوتانويك

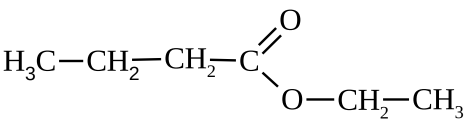
❷ مجموعة الإسترات:

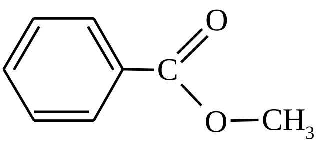
■ الإستر مركب عضوي يتميز بالصيغة العامة:  . بحيث R_1 ذرة هيدروجين أو جذر ألكيلي و R_2 جذر ألكيلي.

★ 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:

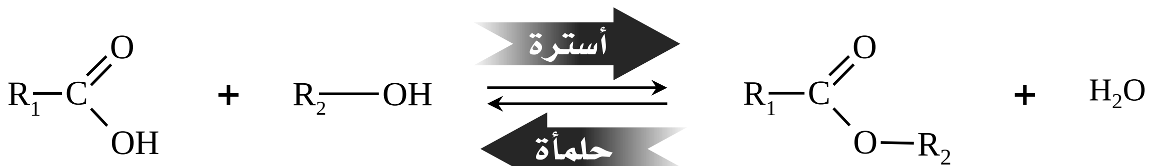

ميثانوات الإيثيل


بوتانوات الإيثيل


بنزوات الميثيل

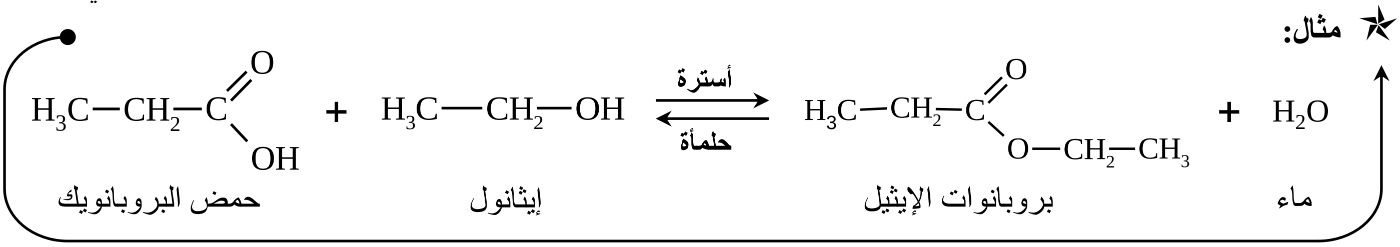
❸ حالة التوازن أسترة - حلمأة:

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 إذا كان التحول كليا n_{th} و ينحصر بين 0 و 1 :

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

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) :

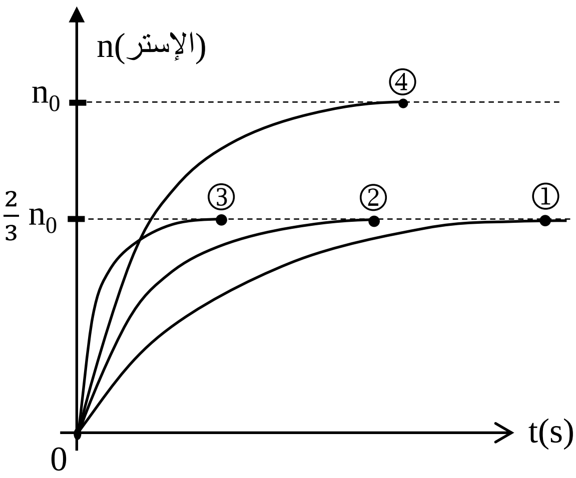
- استعمال أحد المتفاعلات بوفرة.
- إزالة أحد النواتج خلال تكونه.

تفسير : نعتبر تفاعل الأسترة التالي؛

ماء + إستر ⇄ كحول + حمض

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

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.

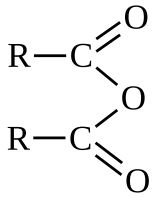


--- تحليل المنحنيات ---

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.

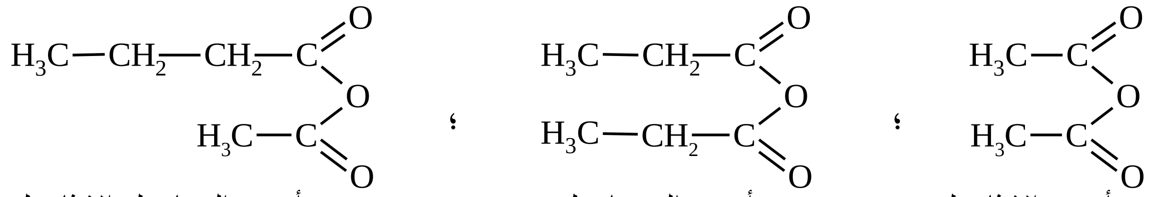
كيمياء 10 التحكم في تطور المجموعات الكيميائية بتغيير متفاعل

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»

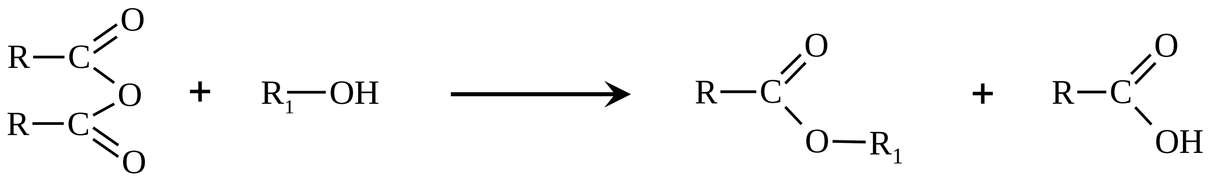
أمثلة:



أندريد الإيثانويك ؛ أندريد البروبانويك ؛ أندريد البوتانويك الإيثانويك

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

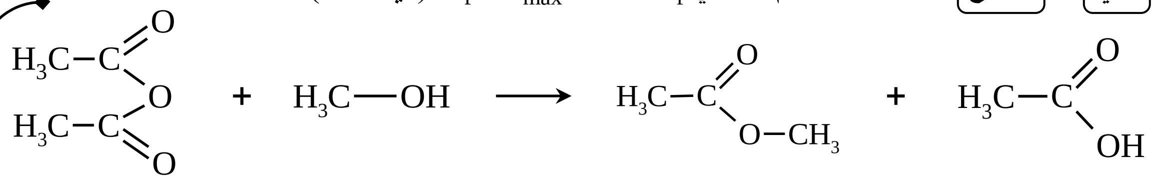
يؤدي تفاعل أندريد الحمض مع كحول إلى تكوين إستر و حمض كربوكسيلي حسب المعادلة:



أندريد الحمض + كحول ⟶ إستر + حمض كربوكسيلي

هذا التفاعل $\boxed{\text{كلي}}$ و $\boxed{\text{سريع}}$. 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.

$$\underset{\text{إستر}}{R_1-C(=O)-O-R_2} + \underset{\text{أيون هيدروكسيد}}{HO^-} \longrightarrow \underset{\text{أيون كربوكسيلات}}{R_1-C(=O)-O^-} + \underset{\text{كحول}}{R_2-OH}$$

- 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 الأولين باستعمال هيدروكسيد الصوديوم)

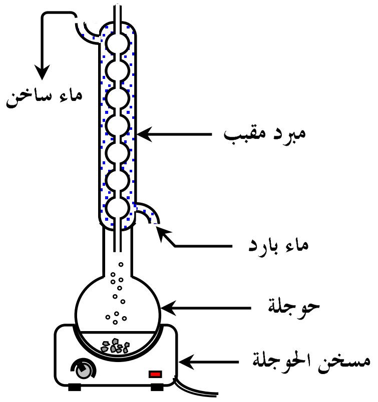
$$\underset{\text{الأولين (جسم دهني)}}{\begin{array}{l} H_2C-O-CO-C_{17}H_{33} \\ HC-O-CO-C_{17}H_{33} \\ H_2C-O-CO-C_{17}H_{33} \end{array}} + \underset{\text{هيدروكسيد الصوديوم}}{3(Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)})} \longrightarrow \underset{\text{غليسيرول}}{\begin{array}{l} H_2C-OH \\ HC-OH \\ H_2C-OH \end{array}} + \underset{\text{صابون (أولْيات الصوديوم)}}{\begin{array}{l} C_{17}H_{33}CO_2Na \\ C_{17}H_{33}CO_2Na \\ C_{17}H_{33}CO_2Na \end{array}}$$

- 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 الحفز:

- 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.