بسم الله الرحمان الرحيم

# أهيىءامتحان البكالوريا ..في مادة الفيزياء

Je prépare mon examen de baccalauréat en physique

## جزء الميكانيك

### 1) مبرهنة الطاقة الحركية:

(في معلم غاليلي) تغير الطاقة الحركية لجسم صلب (في حركة إزاحة أو في حركة دوران حول محور ثابت ) بين لحظتين يساوي المجموع الجبري لأشغال القوى المطبقة عليه بين هاتين اللحظتين.

$$\Delta E_C = \Sigma W\vec{F}_{ext} \quad \text{مع :} \quad \Delta E_c = E_{c_f} - E_{c_i}$$

● الطاقة الحركية بالنسبة لجسم صلب كتلته : $m$ وسرعته $v$ في حركة إزاحة هي: $E_C = \frac{1}{2}.m.v^2$ .

● الطاقة الحركية بالنسبة لجسم صلب عزم قصوره $J_\Delta$ في حركة دورا نية: $Ec = \frac{1}{2}J_\Delta.\omega^2$

$\omega$ :السرعة الزاوية ب : $rad/s$ وتربطها بالسرعة الخطية العلاقة : $v = r\omega$

### 2) شغل قوة ثابتة مطبقة على صلب في حركة إزاحة:

شغل قوة ثابتة $\vec{F}$ مطبقة على جسم صلب في حركة إزاحة خلال انتقال نقطة تأثيرها من القطة $A$ إلى النقطة $B$ هو:

$$W\vec{F}_{A\to B} = \vec{F}.\overrightarrow{AB} = F.AB.\cos(\widehat{\vec{F},\overrightarrow{AB}})$$

ووحدة الشغل هي الجول( $J$ )

### 3) شغل وزن جسم :

شغل وزن جسم خلال الانتقال من نقطة $A$ إلى نقطة $B$ تعطيه العلاقة التالية:

$$W\vec{P}_{A\to B} = m.g(z_A - z_B)$$

ملحوظة : يمكن استعمال العلاقة : $W\vec{P}_{A\to B} = \vec{P}.\overrightarrow{AB} = P.AB.\cos\alpha$ إذا كانت الزاوية بين $\vec{P}$ و $\overrightarrow{AB}$ معروفة.

### 4) الحركة المستقيمية المنتظمة:

تتميز الحركة المستقيمة المنتظمة بمسار مستقيمي وسرعة ثابتة.

$x = v_x.t + x_o$ المعادلة الزمنية للحركة المستقيمية المنتظمة. $v_x$ :إحداثية متجهة السرعة حسب المحور $ox$ وهي قيمة جبرية.

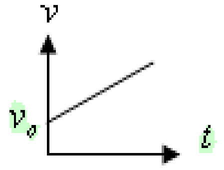
### 5) الحركة المستقيمية المتغيرة بانتظام:

تتميز الحركة المستقيمية المتغيرة بانتظام بمسار مستقيمي وتسارع ثابت.

المعادلة الزمنية للحركة المستقيمية المتغيرة بانتظام $x = \frac{1}{2}at^2 + v_o.t + x_o$ .

دالة السرعة للحركة المستقيمية المتغيرة بانتظام. $v = at + v_o$

عبارة عن مستقيم معامله الموجه : $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ يساوي التسارع.




### 6) العلاقة المستقلة عن الزمن بين نقطتين $A$ و $B$ تكتب كما يلي: $v_B^2 - v_A^2 = 2.a_x(x_B - x_A)$

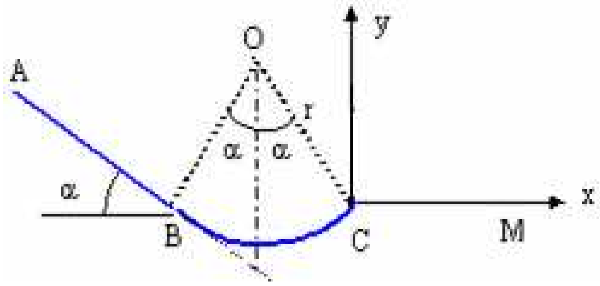
### 7)المراحل المتبعة لتطبيق القانون الثاني لنيوتن هي كما يلي:

**المرحلة الأولى:** تحديد المجموعة المدروسة.
**المرحلة الثانية:** جرد القوى وتمثيلها على الشكل.
**المرحلة الثالثة:** كتابة العلاقة المعبرة عن القانون الثاني لنيوتن بالنسبة للمجموعة المدروسة (وهي علاقة متجهية).
**المرحلة الرابعة:** اختيار معلم مناسب.
**المرحلة الخامسة:** إسقاط العلاقة المعبرة عن القانون الثاني لنيوتن في هذا المعلم.

# تمارين تطبيقية

## التمرين الأول في الميكانيك:

نعتبر الاحتكاكات مهملة.
متحرك $K$، كتلته $m$ ، نعتبره نقطة مادية، ونحرره بدون سرعة بدئية من نقطة $A$ فينزلق نحو النقطة $B$ فوق مستوى مائل بزاوية $\alpha$ بالنسبة للمستوى الأفقي . نضع $AB = L$ المستوى المائل مرتبط في النقطة $B$ بمسار دائري $BC$ شعاعه $r$، والذي ينتهي عند النقطة $C$ الموجودة على نفس الخط الأفقي الذي يضم النقطة $B$ (انظر الشكل).




**نعطي :** $m = 0,5kg$ ، $g = 10m/s^2$ ، $r = 2m$ ، $L = 7,07m,$ ، $\alpha = 45°$.
1) أوجد سرعة الجسم عند مروره من النقطة $B$ بدلالة : $L$ ، $\alpha$ و $g$ . ثم احسب قيمتها.
2) أعط مميزات سرعة الجسم في النقطة $C$.
3) أعط بدلالة : $m$ ، $g$ ، $\alpha$ ، $L$ و $r$ شدة القوة المطبقة من طرف سطح التماس على الجسم في النقطة $B$ في كل من الحالتين التاليتين:
1-3) باعتبار المتحرك $K$ يوجد فوق المستوى المائل .(في النقطة $B$ ).
2-3) باعتبار المتحرك $K$ يوجد فوق القوس الدائري (في النقطة $B$ ).
أحسب شدة هذه القوة في كل من الحالتين السابقتين مبينا أنها لاتحتفظ بنفس الشدة على المسارين في نفس النقطة $B$ .
4) في المعلم $(c, x, y)$ عبر بدلالة $v_B$ ، $g$ و $\alpha$ عن المعادلة $y = f(x)$ لمسار المتحرك $K$. باعتبار لحظة انطلاق الجسم من النقطة $C$ أصلا للتواريخ.
5) الجسم يسقط في النقطة $M$ على المستوى الأفقي المار من $BC$. عبر بدلالة $L$ و $\alpha$ عن المسافة $CM$. ثم احسب قيمتها.

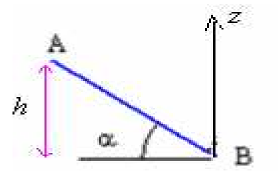
## تصحيح التمرين الأول في الميكانيك:

1) الجسم المتحرك يخضع بين $A$ و $B$ للقوى التالية:
$\vec{P}$ : وزنه .
$\vec{R}$ : القوة المطبقة من طرف سطح التماس وهي عمودية علية لأن التماس يتم بدون احتكاك.
بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية على الجسم بين $A$ و $B$ .

$$\Delta E_C = \Sigma W\vec{F}_{ext} \quad \Leftarrow \quad \Delta E_C = W\vec{P}_{A\to B} + W\vec{R}_{A\to B} \quad \text{مع} \quad W\vec{R} = 0$$

$$\Leftarrow \quad Ec_B - Ec_A = m.g(z_A - z_B)$$

$$Ec_B - 0 = mg(h - 0)$$




$$\sin\alpha = \frac{h}{AB} \quad \Leftarrow \quad h = AB.\sin\alpha$$

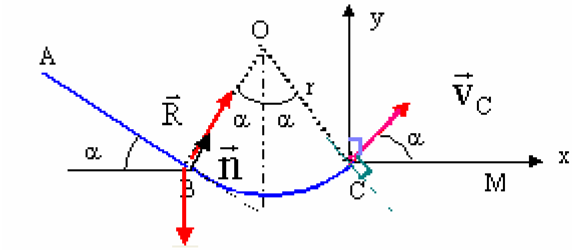
إذن : $\frac{1}{2}m.v_B^{\ 2} = m.g.AB.\sin\alpha \Leftarrow v_B = \sqrt{2.g.L.\sin\alpha} = \sqrt{2\times10\times7,07\times0,707} \approx 10m/s$

(2
بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية على الجسم بين $A$ و $B$ .

$\Delta E_C = \Sigma W\vec{F}_{ext}$ ⇐ $\Delta E_{C\,B\to C} = W\vec{P}_{B\to C} + W\vec{R}_{B\to C}$ لدينا: $W\vec{R} = 0$

ولدينا: $z_B = z_C$ أي: $W\vec{P} = m.g(z_B - z_C) = 0$ وبالتالي: $\Delta Ec_{B\to C} = 0$

⇐ $Ec_B - Ec_C = 0$ أي: $Ec_B = Ec_C$ ⇐ $v_C = v_B = 10m/s$




متجهة السرعة في النقطة $C$ مماسة للمسار في هذه النقطة وموجهة في منحى الحركة.

3)

3-1) المتحرك $K$ يوجد فوق المستوى المائل.(في النقطة $B$)

العلاقة المعبرة عن القانون الثاني لنيوتن تكتب كما يلي $\vec{P} + \vec{R} = m.\vec{a}_G$ إسقاطها على العمودي على المستوى المائل والموجه نحو الأعلى

هو : $R - P.\cos\alpha = 0$ ⇐ $R = m.g.\cos\alpha = 0,5\times10\times0,707 \approx 3,5N$

3-2) المتحرك $K$ يوجد فوق القوس الدائري (في النقطة $B$)

العلاقة المعبرة عن القانون الثاني لنيوتن تكتب كما يلي $\vec{P} + \vec{R} = m.\vec{a}_G$ إسقاطها في معلم فريني على ألمنظمي $(B,\vec{n})$ يكتب كما يلي:

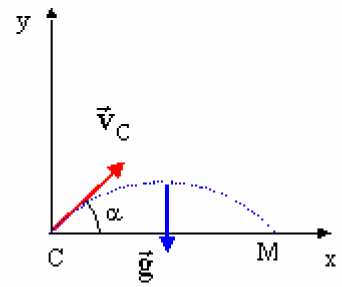
$$R = m.g.\cos\alpha + m.\frac{vc^2}{r} = m.g.\cos\alpha + \frac{2.m.g.L.\sin\alpha}{r} = 0,5\times10\times0,707 + \frac{2\times0,5\times10\times7,07\times0,707}{2} \approx 28,5N$$

بمجرد الانتقال في نفس النقطة من فوق المستوى المائل إلى فوق القوس الدائري تتغير شدة القوة المطبقة من طرف سطح التماس ب: $25N$

4) متجهة السرعة لها مركبتين في المعلم $(c,x,y)$ ⇐ $\vec{v}c\begin{cases} vcx = vc.\cos\alpha \\ vcy = vc.\sin\alpha \end{cases}$

الجسم بعد مغادرته $C$ يخضع لوزنه فقط : ⇐ $\vec{P} = m.\vec{a}_G$ ⇐ $\begin{cases} ax = 0 \\ ay = -g \end{cases}$ ⇐ $\begin{cases} vx = vc.\cos\alpha \\ vy = -g.t + vc.\sin\alpha \end{cases}$

$\begin{cases} x = (v_c.\cos\alpha).t \\ y = -\frac{1}{2}.g.t^2 + (v_c.\sin\alpha)t \end{cases}$ ⇐ معادلة المسار: $y = -\frac{1}{2}.g.\frac{x^2}{v_c{}^2.\cos^2\alpha} + x.tg\alpha$



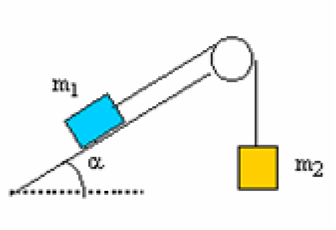

$vc^2 = 2g.L.\sin\alpha$ ⇐ $y = -\frac{1}{2}.g.\frac{x^2}{2.gL\sin\alpha.\cos^2\alpha} + x.tg\alpha$

5) في النقطة $M$ : $y = 0$: ⇐ $0 = -\frac{1}{2}.g.\frac{x_M{}^2}{2.gL\sin\alpha.\cos^2\alpha} + x_M.tg\alpha$

$\frac{x_M{}^2}{4.L\sin\alpha.\cos^2\alpha} = x_M.tg\alpha$. ⇐ $x_M = 4.L\sin^2\alpha\times\cos\alpha = 4\times7,07\times0,707^2\times0,707 \approx 10m$

## التمرين الثاني في الميكانيك

نعتبر المجموعة الممثلة بالشكل أسفله والمكونة من: جسم صلب كتلته $m_1$ يتحرك بدون احتكاك فوق مستوى مائل بزاوية $\alpha = 30°$ بالنسبة للمستوى الأفقي ، ومرتبط بخيط غير قابل للمد بجسم صلب كتلته $m_2$ويمر بمجرى بكرة كتلتها مهملة . الخيط كتلته مهملة، ولا ينزلق والاحتكاك مع الهواء مهمل.




1) انقل الشكل ومثل عليه القوى المطبقة على كل من الجسمين (1)و (2).

2) احسب قيمة الخارج $\frac{m_1}{m_2}$لكي تكون المجوعة في حالة توازن.

3) في الواقع $m_2 = 3m_1$ ونحرر المجموعة بدون سرعة بدئية.

(1-3) - بين أن المجموعة تصبح في حالة حركة وحدد منحى حركتها.

(2-3) - احسب تسارع كل من الجسمين (1)و (2).

(3-3) - احسب توتر الخيط المستعمل في حالة: $m_1 = 0,5kg$ .

4) عندما يقطع كل من الجسمين (1) و (2) مسافة $15cm$ ينفصل الخيط عن الجسمين .

4 -(1) - احسب الطاقة الحركية للجسم (1) في لحظة انفصال الخيط.

(2-4)- كيف يصبح توتر الخيط .

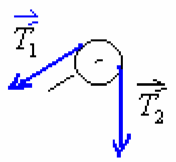
(3-4) - بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية احسب المسافة $d$ التي سيقطعها الجسم (1) قبل أن يتوقف لينطلق نحو الأسفل.

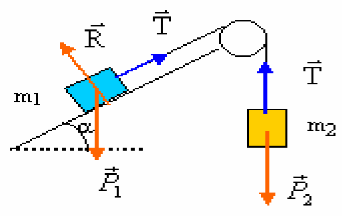
## تصحيح التمرين الثاني في الميكانيك:

(1

ملحوظة : بما أن كتلة البكرة مهملة ، فإن عزم قصورها منعدم وبالتالي الخيط (1 و (2) لهما نفس التوتر .

لأن : $J_\Delta.\ddot{\theta} = 0 \Leftarrow M\vec{T}_2 - M\vec{T}_1 = 0 \Leftarrow$ $T_2.r - T_1.r = 0 \Leftarrow$ $T_1 = T_2 = T$ توتر الخيط.




2) عند التوازن لدينا : $\Sigma\vec{F} = \vec{0}$

بالنسبة للجسم (1) $\vec{P}_1 + \vec{R} + \vec{T} = \vec{0}$ :بالإسقاط على المحور الموازي للمستوى المائل والموجه نحو الأعلى

$$-P_1.\sin\alpha + 0 + T = 0 \Leftarrow \quad T = m_1.g.\sin\alpha$$

بالنسبة للجسم (2) $\vec{P}_2 + \vec{T} = \vec{0}$ :بالإسقاط على المحور الرأسي والموجه نحو الأسفل. $P_2 - T = 0 \Leftarrow T = m_2.g$

ومنه : $m_2.g = m_1.g.\sin\alpha \quad \Leftarrow \quad \frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{\sin\alpha} = \frac{1}{\sin 30} = \frac{1}{0,5} = 2$

3)بما أن الخيط غير قابل للمد فإن الجسمين لهما نفس التسارع : $a_1 = a_2 = a$

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن :

بالنسبة للجسم (1) $\vec{P}_1 + \vec{R} + \vec{T} = m_1.\vec{a}$ :بالإسقاط على المحور الموازي للمستوى المائل والموجه نحو الأعلى

$$-P_1.\sin\alpha + 0 + T = m_1.a \quad \Leftarrow \quad T = m_1(.a + g.\sin\alpha)$$

بالنسبة للجسم (2) $\vec{P}_2 + \vec{T} = m_2.\vec{a}$ :بالإسقاط على المحور الرأسي والموجه نحو الأسفل.

$$P_2 - T = m_2.a \Leftarrow \quad T = m_2(g - a)$$

ومنه : $m_2(g-a)=m_1(.a+g.\sin\alpha) \Leftarrow$ $$a=\frac{g(m_2-m_1.\sin\alpha)}{m_1+m_2}$$

إذا كانت $a>0$ يكون للحركة نفس المنحى الذي تم اختياره وإذا كانت سالبة يكون لها المنحى المعاكس.

يكون التسارع $a>0$ إذا كان $m_2-m_1.\sin\alpha>0 \Leftarrow \frac{m_2}{m_1}>\sin\alpha$ أي : $\frac{m_2}{m_1}>0{,}5$

ومن خلال المعطيات لدينا : $m_2=3m_1$ إذن : $\frac{m_2}{m_1}=3>0{,}5$ وبالتالي الجسم (1) ينتقل نحوى الأعلى و(2) نحو الأسفل.

(2-3 $$a=\frac{g(m_2-m_1.\sin\alpha)}{m_1+m_2}=\frac{g(3m_1-m_1.\sin\alpha)}{m_1+3m_1}=\frac{g(3-\sin\alpha)}{4}=\frac{9{,}8(3-0{,}5)}{4}=6{,}125m/s^2$$

(3-3 $$T=m_1(.a+g.\sin\alpha)=0{,}5(6{,}125+9{,}8\times0{,}5)=5{,}5N$$

4) (1-4 الطاقة الحركية للجسم (1) في لحظة انفصال الخيط :

بتطبيق العلاقة المستقلة عن الزمن بين اللحظة البدئية ولحظة انفصال الخيط.

$v^2-v_o{}^2=2.a.x$ ولدينا $v_o=0 \Leftarrow$ مربع السرعة عند انفصال الحبل عن المجموعة:

$$v^2=2.\times6.125\times0{,}15=1{,}84(m/s)^2$$

$$E_c=\frac{1}{2}m_1.v^2=0{,}5\times0{,}5\times1{,}84=0{,}46J$$

(2-4 توتر الخيط ينعدم .

---

(3-4 بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية على الجسم (1) بين لحظة انفصال الخيط ولحظة توقف الجسم :

$Ecf-Eci=W\vec{P}+W\vec{R}$ ولدينا : $Ecf=0$ عند التوقف و $W\vec{R}=0$ .

إذن : $-Eci=W\vec{P}$ أي: $-\frac{1}{2}m_1.v^2=-m_1.g.d.\sin\alpha$ شغل الوزن مقاوم خلال الانتقال $d$ .

ومنه : $$d=\frac{v^2}{2.g.\sin\alpha}=\frac{1{,}84}{2\times9{,}8\times0{,}5}=0{,}19m=19cm$$

# جزء الكهربـــــــــــــــاء

## ثنائـــــي القطبRC

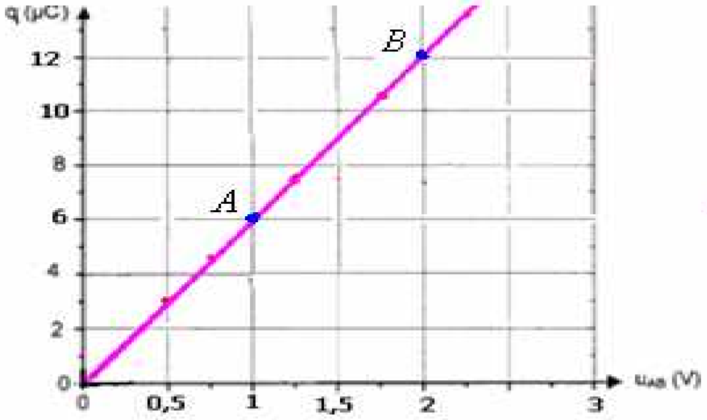
### 1) سعة المكثف :

تتناسب شحنة المكثف مع التوتر المطبق بين مربطيه و معامل التناسب بينهما ثابتة تميز المكثف ،تسمى: سعة المكثف.
تتناسب شحنة المكثف إطرادا مع التوتر المطبق بين مربطيه. يرمز إليها بC.

$$\boxed{q=C.U_{AB}}$$

وحدة سعة المكثف في النظام العالمي للوحدات هي الفاراد نرمز إليه ب: F Le Farad

### 2)التحديد المبياني لسعة المكثف :




$A$ $B$

سعة المكثف تمثل المعامل الموجه للمستقيم الذي يمثل تغيرات شحنة المكثف بدلالة التوتر المطبق بين مربطيه.

$$C=\frac{\Delta q}{\Delta U_{AB}}=\frac{(13,5-1,5)\times 10^{-6}C}{(2,25-0,25)V}=6.10^{-6}F=6\mu F$$

## 3)تجميع المكثفات :

**التركيب على التوالي :** يستعمل لتخفيض السعة.

بالنسبة لعدة مكثفات مركبة على التوالي ،سعة المكثف المكافئ : $\frac{1}{C}=\Sigma\frac{1}{C_i}$

**التركيب على التوازي :**يستعمل لتضخيم السعة:

بالنسبة لعدة مكثفات مركبة على التوازي ، سعة المكثف المكافئ : $C=\Sigma C_i$

## 4)الطاقة المخزونة في المكثف:

الطاقة المخزونة في مكثف سعته **C** إذا كان التوتر بين مربطيه هو: **uc** تعطيها العلاقة التالية:

$$\xi=\frac{1}{2}C.u_C{}^2$$

الطاقة $\xi$ بالجول: $J$.

السعة $C$بالفارا د $F$.

$u_C$ بالفولط $V$.

من خلال علاقة تعريف سعة المكثف هناك علاقتين تمكنان كذلك من تحديد الطاقة المخزونة في المكثف:

$$q=C.u_C\Rightarrow C=\frac{q}{u_C}\qquad\Rightarrow\qquad \xi=\frac{1}{2}C.u_C{}^2=\frac{1}{2}.\frac{q}{u_C}.u_C{}^2=\frac{1}{2}q.u_C$$

$$q=C.u_C\Rightarrow u_C=\frac{q}{C}\qquad\Rightarrow\qquad \xi=\frac{1}{2}C.u_C{}^2=\frac{1}{2}.C(\frac{q}{C})^2=\frac{1}{2}.\frac{q^2}{C}$$

## 5) شحن المكثف :

### أ) المعادلة الفاضلية:

نظرا لوجود العازل الكهربائي بين اللبوسين فإن المكثف يعتبر عازلا للتيار الكهربائي في التيار الكهربائي المستمر .لكن يمكن شحنه خلال مدة زمنية جد وجيزة باستعمال مولد ( رتبة صاعدة للتوتر).

أي عند لحظة ربط المولد بالمكثف من أجل الشحن يكون في البداية عند $t=0$ ، التوتر بين مربطي المكثف $u=0$.

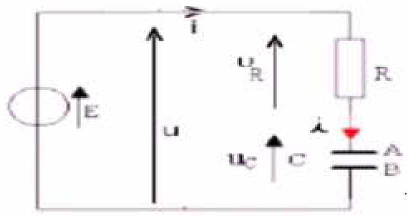
نغلق الدارة في لحظة نعتبر ها أصلا للتواريخ.

بتطبيق قانون إضافية لتوترات :

من جهة لدينا : $u=E$

ومن جهة اخرى لدينا : $u=u_R+u_C$

إذن: $u_R+u_C=E$




مع: $u_R=R.i$ (قانون أوم بالنسبة لموصل أومي)

بما أن شحنة المكثف تتناسب إطرادا مع التوتر المطبق بين مربطيه: $q = c.u_c$

و $i = \frac{dq}{dt}$ فهي تساوي: $i = \frac{d(c.u_c)}{dt} = c\frac{du_c}{dt}$

العلاقة السابقة تصبح كما يلي: $R.c\frac{du_c}{dt} + u_c = E$ المعادلة التفاضلية للتوتر بين مربطي المكثف خلال الشحن.

ونسمي المقدار $\tau = R.C$ ثابثة الزمن ، وبذلك المعادلة السابقة تصبح: $\tau.\frac{du_c}{dt} + u_c = E$ المعادلة التفاضلية.

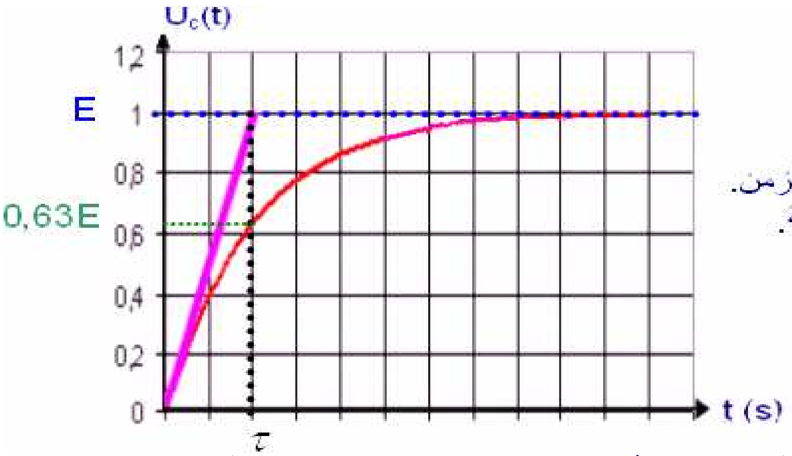
## ب) حل المعادلة التفاضلية:

إن حل المعادلة التفاضلية: $\tau.\frac{du_c}{dt} + u_c = E$ يكتب كما يلي : $u_c(t) = Ae^{-m.t} + B$ (1)

الثوابت $A$ ، $m$ و $B$ يتم تحديدها بالتعويض في المعادلة التفاضلية وباستعمال الشروط البدئية.

وبذلك الحل النهائي يكتب كما يلي: $u_c(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ مع $\tau = R.C$

المنحنى الذي يمثل الدالة $u_c(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$




يبرز المنحنى وجود نظامين :

- نظام انتقالي : يتزايد خلاله التوتر مع الزمن.
- نظام دائم : بحيث يأخذ التوتر قيمة ثابتة.

ملحوظة: المقدار $\tau$ له بعد زمني ، ولذلك يسمى ثابتة الزمن لثنائي القطب $RC$ ، ويتضح ذلك من $\tau = R.C$

## ج) طريقة تحديد ثابتة الزمن $\tau$

نعطي للمتغيرة $t$ في العلاقة $u_c(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ القيمة $t = \tau$.

فنحصل على قيمة التوتر بين مربطي المكثف الموافق ل: $t = \tau$ فهو : $u_c = E(1 - e^{-1}) \approx 0,63E$.

## د) تعبير شدة تيار الشحن في الدارة $RC$ :

لدينامن خلال دارة الشحن السابقة : $u_R + u_c = E$ إذن: $u_R = E - u_c$ مع $u_R = R.i$

أي: $R.i = E - E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) = Ee^{-\frac{t}{\tau}}$ ومنه : $i = \frac{E}{R}.e^{-\frac{t}{\tau}}$

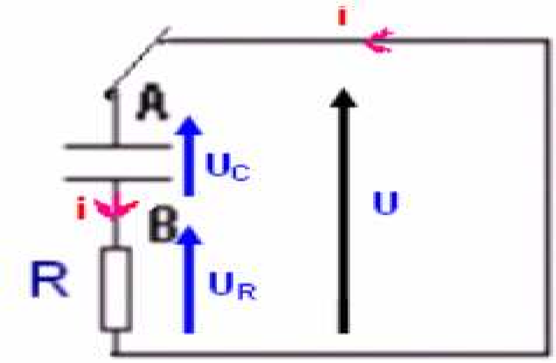
ملحوظة : مدة الشحن جد قصيرة ، فخلال حوالي $5\tau$ تكون عملية الشحن قد انتهت وهي أقل من $5s$.

## 6) تفريغ مكثف :

### أ) المعادلة الفاضلية:

عندما يصبح المكثف مشحونا يمكن تفريغه بعزله عن المولد وربط لبوسيه بواسطة موصل أومي.

وبذلك يكون التوتر بين مربطيه عند اللحظة $t = o$ ، $u = E$ ثم يصبح منعدما عند $t > 0$ (أي : خضع لرتبة نازلة للتوتر)




بتطبيق قانون إضافية التوترات :

لدينا من جهة $u = 0$

ومن جهة أخرى: $u = u_R + u_C$

إذن : $u_R + u_C = 0$

أي : $Ri + u_C = 0$

ولدينا : $i = \dfrac{dq}{dt} = \dfrac{d(Cu_c)}{dt} = C\dfrac{du_c}{dt}$

إذن العلاقة السابقة تصبح:

$$RC\frac{du_c}{dt} + u_c = o$$

بما أن : $\tau = R.C$ العلاقة تصبح: $\tau\dfrac{du_c}{dt} + u_c = 0$ المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر بين مربطي المكثف خلال التفريغ.

## ب) حل المعادلة التفاضلية:

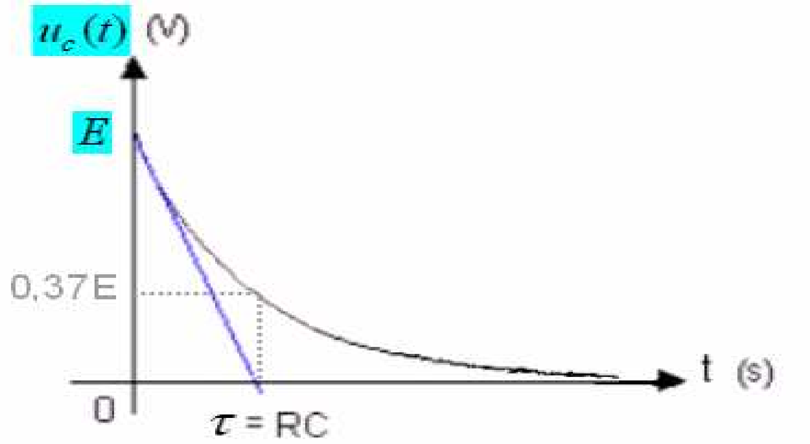
حل المعادلة التفاضلية: $\tau.\dfrac{du_c}{dt} + u_c = 0$ يكتب كما يلي : $u_c(t) = Ae^{-m.t} + B$ (1)

الثوابت $A$ ، $m$ و $B$ يتم تحديدها بالتعويض في المعادلة التفاضلية وباستعمال الشروط البدئية.

وبذلك الحل النهائي يكتب كما يلي: : $u_c(t) = E.e^{-\frac{t}{\tau}}$ مع: $\tau = R.C$ .

هذا المنحنى يمثل الدالة :

$$u_c(t) = E.e^{-\frac{t}{\tau}}$$




لتحديد قيمة $\tau$ نستعمل طريقة المماس عند $t = o$ أو قيمة التوتر عند اللحظة $t = \tau$ الذي يأخذ القيمة $\tau = 0{,}37E$ .

كلما كانت $\tau$ صغيرة كلما كانت مدة التفريغ أسرع .

## ج) تعبير شدة تيار التفريغ في الدارة $RC$ :

لدينامن خلال دارة التفريغ السابقة : $u_R + u_c = 0$ إذن: $u_R = -u_c$ مع $u_R = R.i$

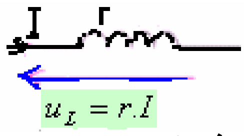
أي: $Ri = -Ee^{-\frac{t}{\tau}}$ ومنه : $i = -\dfrac{E}{R}.e^{-\frac{t}{\tau}}$

# ثنائـــــي القطبRL

## 1)التوتر بين مربطي الوشيعة :

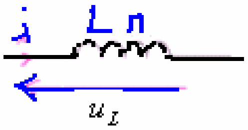
في التيار الكهربائي المستمر تتصرف الوشيعة كموصل أومي .

التوتر بين مربطي وشيعة مقاومتها $r$ ، في التيار الكهربائي المستمر : $u_L = r.I$




ي التيار الكهربائي المتغير الوشيعة لها دور تحريضي : بحيث تقاوم قيام وانقطاع التيار الكهربائي في الدارة.

التوتر بين مربطي الوشيعة في التيار الكهربائي المتغير : $u_L = r.i + L\dfrac{di}{dt}$




$L$ معامل تحريض الوشيعة : يعبر عنه ب : بالهينري: $H$ .

## 2)الطاقة المخزونة في وشيعة:

تتناسب الطاقة المخزونة في وشيعة مع معامل تحريضها L ،ومع مربع شدة التيار الكهربائي الذي يعبر عنها :

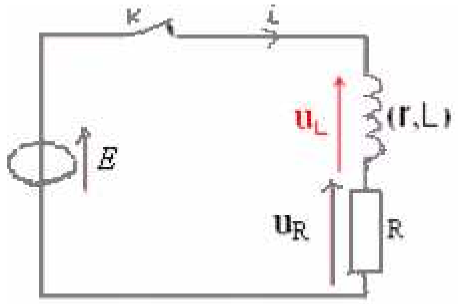
$$\xi_m = \frac{1}{2} L.i^2$$ $\xi$ :بالجول (J)

L : بالهينري (H) وشدة التيار i بالأمبير (A).

## 3)مقاومة الوشيعة لإقامة التيارفي الدارة :

أ)التركيب التجريبي:

نركب على التوالي موصلا أوميا مقاومته R و وشيعة معامل تحريضها الذاتي L ومقاومتها r ، ونخضعه لرتبة صاعدة للتوتر.



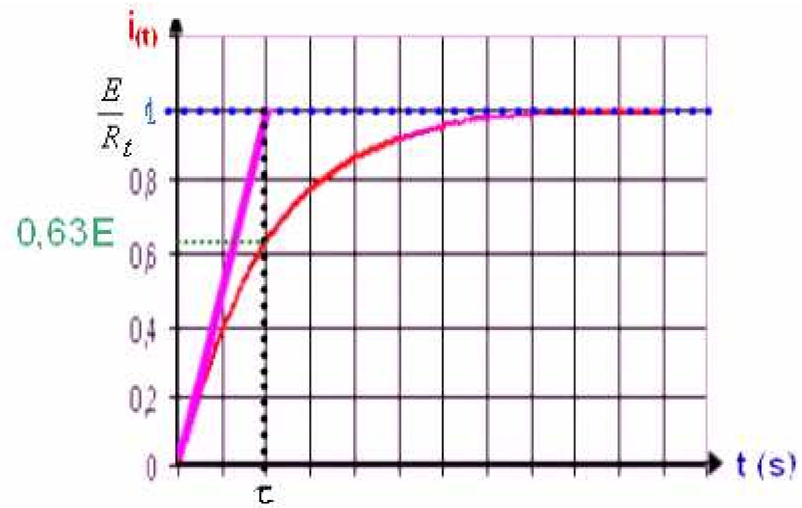

ب) المعادلة التفاضلية :

بتطبيق قانون إضافية التوترات نحصل على المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار في الدارة هي: $\tau \frac{di}{dt} + i = \frac{E}{R_t}$

ج) حل المعادلة التفاضلية:

الحل النهائي يكتب كما يلي: $i_{(t)} = \frac{E}{R_t}(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ مع $\tau = \frac{L}{R_t}$

فنحصل على المنحنى الذي يمثل الدالة $i_{(t)} = I_O(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ مع $I_O = \frac{E}{R_t}$




يمثل هذا المحنى التأخر الزمني الذي يحدث عند إقامة التيار في دارة تضم وشيعة .

هـ) طريقة تحديد ثابتة الزمن :

الطريقة الأولى: نعطي للمتغيرة t- إما في العلاقة : $u(t) = Ee^{-\frac{t}{\tau}}$ القيمة $t = \tau$.

فنحصل على قيمة التوتر بين مربطي الوشيعة الموافق ل: $t = \tau$ فهو : $u_c = Ee^{-1} \approx 037E$.

- أو في العلاقة: $i_{(t)} = I_O(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$

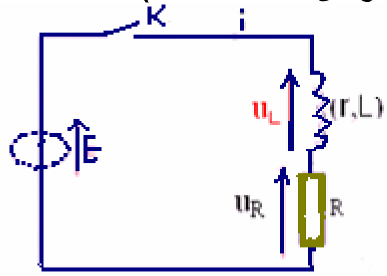
فنحصل على قيمة شدة التيار الكهربائي الذي يعبر الدارة الموافق ل: $t = \tau$ فهو: $i = I_O(1 - e^{-1}) = 0{,}63 I_O$

الطريقة الثانية: برسم المماس للمنحنى عند اللحظة $t = 0$ فهو يتقاطع مع المقارب $u_L = \frac{E}{R_t}$

في اللحظة $t = \tau$ (انظر الشكل) . ومع محور الزمن بالنسبة للتوتر.

## 4))مقاومة الوشيعة لإنقطاع التيار لكهربائي في الدارة: ( تعطل انقطاع التيار في الدارة)

عند فتح قاطع التيار الكهربائي $K$ يتغير التوتر بين مربطي ثنائي القطب $RL$ من القيمة $E$ إلى صفر،
(نقول أنه خضع إلى رتبة توتر نازلة).




بتطبيق قانون التوترات نجد : $u_L + u_R = 0$

أي: $(L\frac{di}{dt} + ri) + R.i = 0$ $\Leftarrow$ $L\frac{di}{dt} + (r+R)i = 0$

$\frac{L}{R+r}.\frac{di}{dt} + i = 0$ التي يمكن كتابتها كما يلي : $\tau\frac{di}{dt} + i = 0$ مع : $\tau = \frac{L}{R+r}$

حل هذه المعادلة يكتب كما يلي: $i = Ae^{-mt} + B$

بالتعويض وباعتبار الشروط البدئية نحصل على :

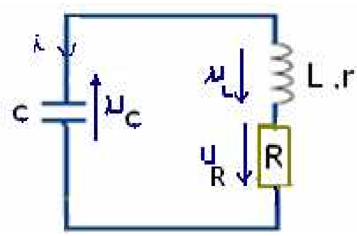
$$i = \frac{E}{R_t}e^{-\frac{t}{\tau}}$$

# ثنائـــــي القطب RLC

## 1) المعادلة التفاضلية لدارة RLC.

نعتبر التركيب التالي:

حسب قانون إضافية التوترات: $u_C + u_R + u_L = 0$




$u_R = Ri$ مع $i = \frac{dq}{dt} = c\frac{du_c}{dt}$ $\Leftarrow$ $u_R = Rc\frac{du_c}{dt}$

و $u_L = ri + L\frac{di}{dt}$

إذن: $u_c + (R+r)c\frac{du_c}{dt} + Lc\frac{d^2u_c}{dt^2} = 0$ $\Leftarrow$ $Lc\frac{d^2u_c}{dt^2} + R_t c\frac{du_c}{dt} + u_c = 0$

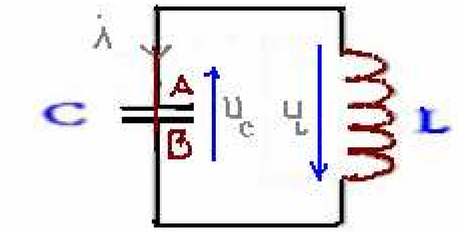
ونحصل على المعادلة التفاضلية لدارة متوالية RLC :

$$\frac{d^2u_c}{dt^2} + \frac{R_t}{L}.\frac{du_c}{dt} + \frac{1}{LC}.u_c = 0$$

المقدار : $\frac{R_t}{L}.\frac{du_c}{dt}$ ناتج عن ظاهرة الخمود( بانعدامه يزول الخمود).

## 2) التذبذبات غير المخمدة في دارة مثالية LC

نعتبر التركيب التالي المكون من مكثف سعته $C$، و وشيعة معامل تحريضها الذاتي **L**
ومقاومتها منعدمة.هذه دارة مثالية لأنه كيفما كانت الوشيعة فإن مقاومتها غير مهملة وبالتالي فهذا تركيب مثالي يصعب تحقيقه تجريبيا.




حسب قانون إضافية التوترات نجد: $u_L + u_c = 0$ **(1)**

$u_L = Lc\frac{d^2u}{dt}$

مع: $u_L = L\frac{di}{dt}$ $i = \frac{dq}{dt} = \frac{d(cu_c)}{dt} = c\frac{du_c}{dt}$ إذن:

ونحصل على المعادلة التفاضلية التالية: $\frac{d^2u_c}{dt} + \frac{1}{Lc}u_c = 0$

حل المعادلة التفاضلية: $\frac{d^2u_c}{dt} + \frac{1}{L.c}u_c = 0$ هوعبارة عن دالة جيبيه يكتب كما يلي:

$u_c(t) = U_m \cos(\omega_o t + \varphi)$ مع : $\omega_o = \frac{2\pi}{T_O}$ النبض الخاص.

$\omega_O = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ النبض الخاص للدارة المتذبذبة $LC$، وحدته $rad/s$.

$U_m$: وسع التذبذبات وهي القيمة القصوية للتوتر $uc_{(t)}$.

$\frac{2\pi}{T}t + \varphi$ : طور التوتر عند اللحظة ذات التاريخ $t$.

$\varphi$ : الطور عند أصل التواريخ.( بالراديان $rad$).

$T_O = 2\pi\sqrt{LC}$ :الدور الخاص للتذبذبات.

الثابتتين $U_m$ و $\varphi$ تحددان باستعمال الشروط البدئية للتوتر $u_c$ وشدة التيار الكهربائي $i$.

## 3) طاقة الدارة المثالية $LC$.

الطاقة الكلية المخزونة في الدارة المثالية LC تساوي في كل لحظة مجموع الطاقة الكهربائية المخزونة في المكثف $\xi_e$ والطاقة المغناطيسية المخزونة في الوشيعة $\xi_m$ .

$$\xi_t = \xi_e + \xi_m = \frac{1}{2}c.u_c{}^2 + \frac{1}{2}Li^2$$

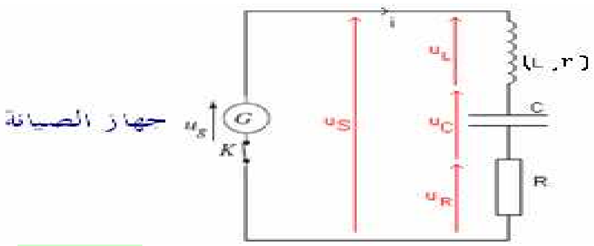
## 4)الطاقة الكلية لدارة مثالية LC :

$$\xi_t = \frac{1}{2}cU_m{}^2 = \frac{1}{2}Li_m{}^2$$

**استنتاج:** خلال التذبذبات غير المخمدة تتحول الطاقة الكهربائية في المكثف إلى طاقة مغناطيسية في الوشيعة والعكس.

## 5)صيانة التذبذبات:

يمكن صيانة التذبذبات في دارة متوالية RLC، ويتم ذلك باستعمال مولد G يزود الدارة بطاقة تعوض الطاقة المبذة بمفعول جول على مستوى المقاومة الكلية للدارة.




المولد G يزود الدارة بتوتر يتناسب اطرادا مع شدة التيار الكهربائي الذي يعبر الدارة. $u_g = R_o.i$ (مع $R_o = R + r$ )

وهو يتصرف كمقاومة سالبة.

بتطبيق قانون إضافية التوترات : $u_g = u_R + u_c + u_L$

أي: $(R+r)i = R.i + u_c + r.i + L\frac{di}{dt}$ $\Leftarrow$ $L\frac{di}{dt} + u_c = 0$ (1)

وبما أن: $i=\frac{dq}{dt}=c\frac{du_c}{dt}$ فإن: $\frac{di}{dt}=c\frac{d^2u_c}{dt^2}$

إذن (1) تصبح: $Lc\frac{du_c}{dt}+u_c=0$. وهي المعادلة التفاضلية المميزة للدارة المثالية ذات المقاومة المهملة .

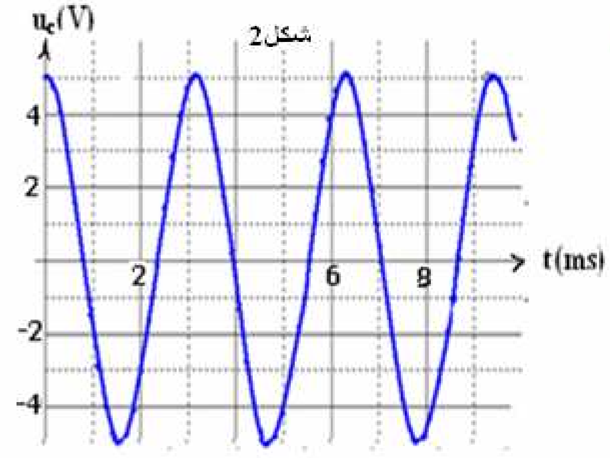
# تمارين تطبيقية في الكهرباء

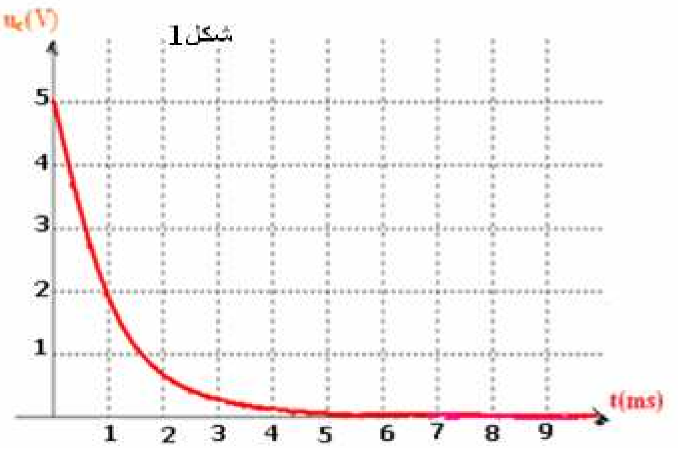
## التمرين الأول في الكهرباء

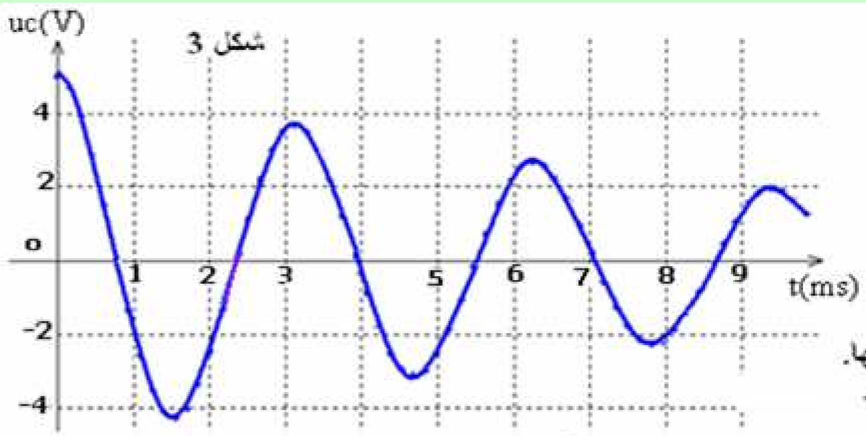
نشحن مكثفا سعته $C=1\mu F$ بواسطة مولد ذي توتر ثابت $E$. بعد إنهاء عملية الشحن نركب المكثف بين مربطي ثنائي قطب . هذا الثنائي قطب هو:

- وشيعة معامل تحريضها $L$ ومقاومتها مهملة .
- أو وشيعة معامل تحريضها $L$ ومقاومتها $r$ غير مهملة .
- أو موصلا أوميا مقاومته $R$ .

الأشكال (1)، (2) و(3) تعطي التغير بدلالة الزمن للتوتر $u_c$ بين مربطي المكثف المحصل عليه بالنسبة لكل من هذه الثنائيات القطب.




1) أقرن لكل شكل الثنائي القطب الموافق معللا اختيارك.
ثم أعط وصفا مختصرا للظاهرة الفيزيائية المشاهدة في كل حالة.

2) كل من الظواهر السابقة تتميز بزمن مميز لها.
عرف هذا الزمن ثم احسب قيمته (في كل حالة).

3) استنتج قيمة المقاومة $R$ للموصل الأومي و لمعامل التحريض $L$ للوشيعة .

4) بالنسبة لكل ثنائي قطب :

أ) أعط التركيب لمكون من المكثف و الثنائي القطب المدروس.

ب) أوجد علاقة التوترات بين مرابط المركبات لمكونة لكل دارة.

ج) اوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_C$ بين مربطي المكثف .

5) نعتبر حالة تفريغ المكثف في وشيعة مقاومتها منعدمة . ما الطاقات الكامنة في الدارة ؟ احسب هذه الطاقات في اللحظة $t=0$

6) نعتبر حالة تفريغ المكثف في وشيعة مقاومتها غير منعدمة . ما الطاقة المفقودة خلال الشبه الدور الأول؟ كيف فقدت هذه الطاقة؟

## تصحيح التمرين الأول في الكهرباء:

1) الشكل 1--------الدارة $RC$ دارة تفريغ المكثف لأنها لا تشتمل على مولد الظاهرة : تفريغ المكثف.

الشكل 2---- -الدارة $LC$ دارة مثالية مقاومتها منعدمة . الظاهرة صيانة الذبذبات الكهربائية في دارة مثالية.

الشكل 3--------الدارة $RLC$ دارة خمود الذبذبات في دارة مقاومتها غير منعدمة الظاهرة : ظاهرة الخمود.

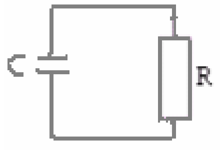
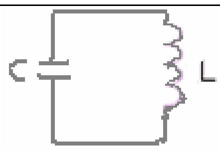
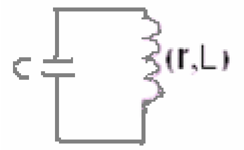
2) في الشكل 1 ، ظاهرة: تفريغ المكثف. تتميز بثابتة الزمن $\tau$ وقيمتها تحدد مبيانيا .نحصل على : $\tau=1ms$.

ظاهرة صيانة الذبذبات الكهربائية في دارة مثالية . تتميز بالدور الخاص $T_O$ وقيمته تحدد مبيانيا. نحصل على $T_O = 3ms$.
ظاهرة خمود الذبذبات في دارة $RLC$. تتميز بشبه الدور $T$ وقيمته تحدد مبيانيا. نحصل على $T \approx T_O = 3ms$.

**3)** $R = \dfrac{\tau}{C} = \dfrac{10^{-3}}{10^{-6}} = 10^{3}\Omega = 1K\Omega$

الدور الخاص: $T_O = 2\pi\sqrt{L.C} \Leftarrow L = \dfrac{T_O{}^2}{4\pi^2.C} = \dfrac{(3.10^{-3})^2}{4.\pi^2.10^{-6}} \approx 0,23H$

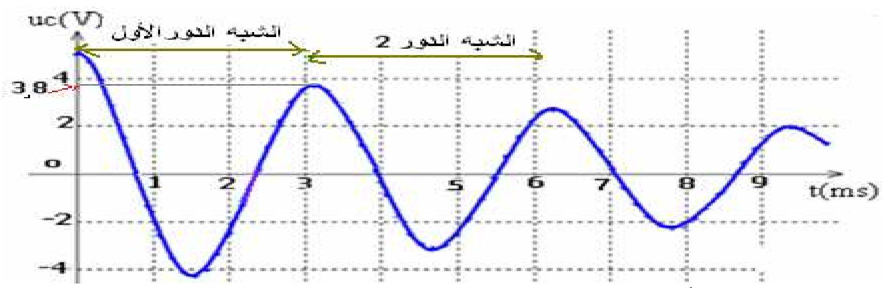
**4)**

| الشكل | الشكل 1 | الشكل2 | الشكل3 | |
|---|---|---|---|---|
| أ) التركيب |  |  |  | |
| ب) علاقة التوترات | $u_C + u_R = 0$ | $u_C + u_L = 0$ | $u_C + u_{(L,r)} = 0$ | |
| ج) المعادلة التفاضلية | $R.C\dfrac{du_c}{dt} + u_C = 0$ | $\dfrac{d^2u_c}{dt^2} + \dfrac{1}{L.C}u_C = 0$ | $L.C\dfrac{d^2u_c}{dt^2} + r.C\dfrac{du_c}{dt} + u_C = 0$ | |

**5)** الطاقة الكهربائية المخزونة في المكثف و الطاقة المغناطيسية للو شيعة.

في اللحظة $t = o$ : $\xi_e = \dfrac{1}{2}C.u_c{}^2 = \dfrac{1}{2}.10^{-6}.5^2 = 1,25.10^{-5}J$ و $\xi_m = 0$

**6)**




الطاقة المفقودة خلال الشبه الدور الأول هي: $\xi = \xi_0 - \xi_3$

$\xi_0 = \dfrac{1}{2}C.u_c{}^2 = \dfrac{1}{2}.10^{-6}.5^2 = 12,5.10^{-6}J$ و $\xi_3 = \dfrac{1}{2}C.u_c{}^2 = \dfrac{1}{2}.10^{-6}.(3,8)^2 = 7,22.10^{-6}J$

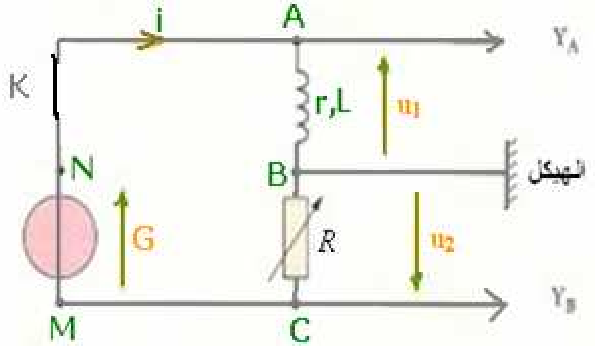
ومنه : $\xi = 5,26.10^{-6}J$ فقدت هذه الطاقة على شكل طاقة حرارية بمفعول جول نتيجة وجود المقاومة.

## التمرين الثاني في الكهرباء

**1)** نمرر عبر وشيعة مقاومتها $r$ ومعامل تحرضها $L$ تيارا كهربائيا مستمرا شدته $I = 300mA$ ونقيس التوتر بين مربطيها فنحصل على: $U = 6V$.

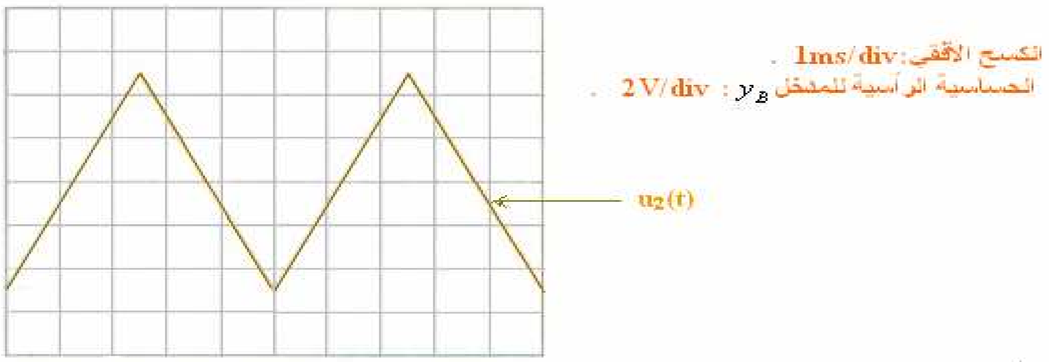
**1-1)** أوجد قيمة المقاومة $r$ للو شيعة معللا جوابك

من أجل تحديد قيمة معامل تحريض الوشيعة نستعمل مولدا للترددات المخفضة $(G.B.F.)$ وننجز التركيب التالي:



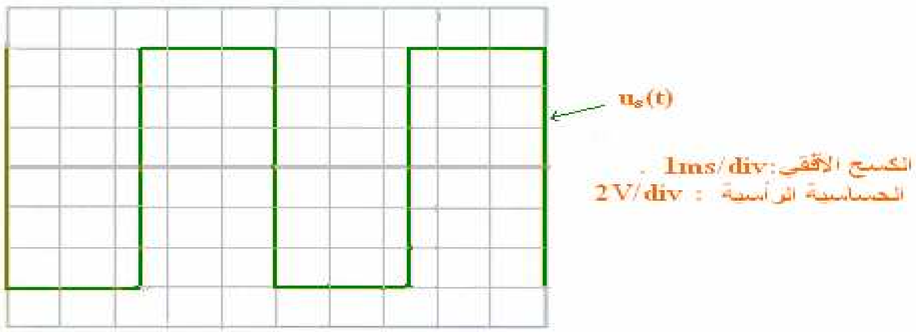

ثم نضبط قيمة مقاومة الموصل الأومي $R$ على أن تصبح : $R = r$ .

نشاهد على شاشة راسم التذبذب في المدخل $y_B$ $u_2(t)$ الشكل التالي:




(2-1 أوجد تردد المولد $GBF$.

2 ) نضغط على الزر $ADD$ الذي يمكن من مشاهدة المجموع $u_s = u_1 + u_2$ على الشاشة فنحصل على الشكل التالي:




(1-2 عبر عن التوتر $u_1$ بدلالة $r$ ، $L$ ، $\frac{di}{dt}$ و $i$.

(2-2 عبر عن التوتر $u_2$ بدلالة $r$ و $i$ .

( 3-2 عبر عن $u_s$ بدلالة $u_2$ ، $L$ و $r$ .

(3 باستثمار الشكلين السابقين والعلاقة المحصل عليها في السؤال 2-3) أوجد قيمة معامل التحريض $L$ للوشيعة.

(4 (1-4 اوجد المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار $i(t)$ المار في الدارة ، عند فتح قاطع التيار $K$ .

(2-4 حل هذه المعادلة التفاضلية هو : $i(t) = Ae^{-k.t} + B$ حيث $A$ ، $B$ و $K$ ثوابت .حدد تعبير كل منها.

5 ) ماذا سيحدث خلال هذه الدراسة إذا وصلنا المربط $M$ للمولد $GBF$ بالهيكل.؟

6)احسب الطاقة القصوى المخزونة في الوشيعة.

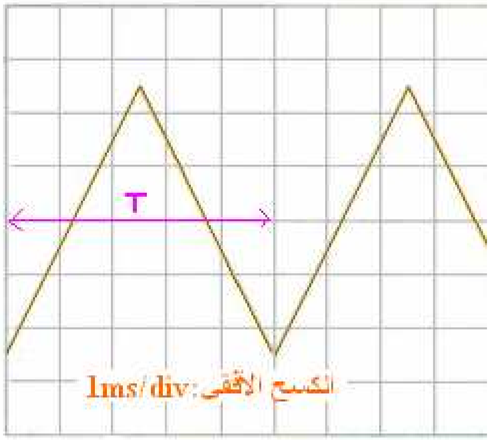
## تصحيح التمرين الثاني في الكهرباء

**تمرين الفيزياء:**

(1 (1-1في التيار الكهربائي المستمر تتصرف الوشيعة كموصل أومي ، إذن التوتر بين مربطيها: $U = r.I$ ومنه :

$$r = \frac{U}{I} = \frac{6V}{300 \times 10^{-3} A} = \frac{6}{0,3} = 20\Omega$$

**(2-1- تردد المولد:**




الدور: $T = 1ms/div \times 5div = 5ms = 5.10^{-3}s$

والتردد: $N = \frac{1}{T} = \frac{1}{5.10^{-3}s} = \frac{10^3}{5} = 200Hz$

2) 1-2) $u_1 = r.i + L\frac{di}{dt}$

2-2) $u_2 = -R.i = -r.i$ لأن : $R = r$

3-2 ) $u_s = u_1 + u_2 = r.i + L\frac{di}{dt} - r.i = L\frac{di}{dt}$

$u_2 = -r.i$ $\Leftarrow$ $i = -\frac{u_2}{r}$ $\Leftarrow$ $\frac{di}{dt} = -\frac{1}{r}.\frac{du_2}{dt}$

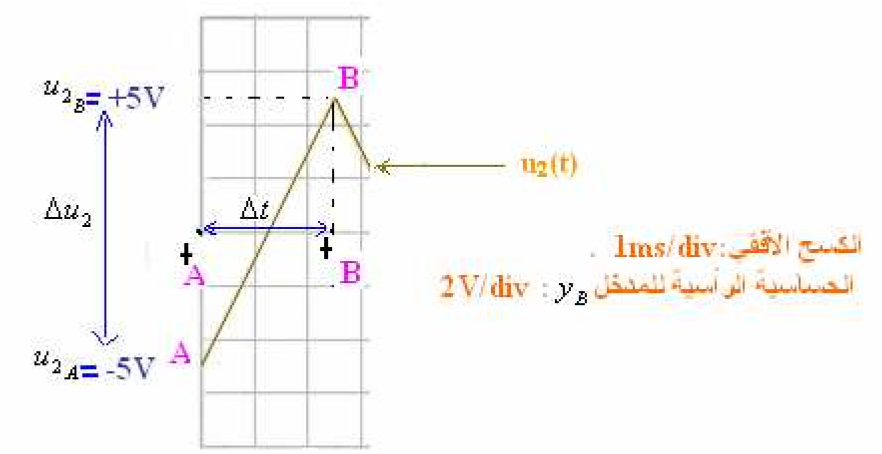
ومنه : $u_s = -\frac{L}{r}.\frac{du_2}{dt}$

3)

من خلال العلاقة $u_s = -\frac{L}{r}.\frac{du_2}{dt}$ نستخرج: $L = -\frac{u_s \times r}{\frac{du_2}{dt}}$ (1)

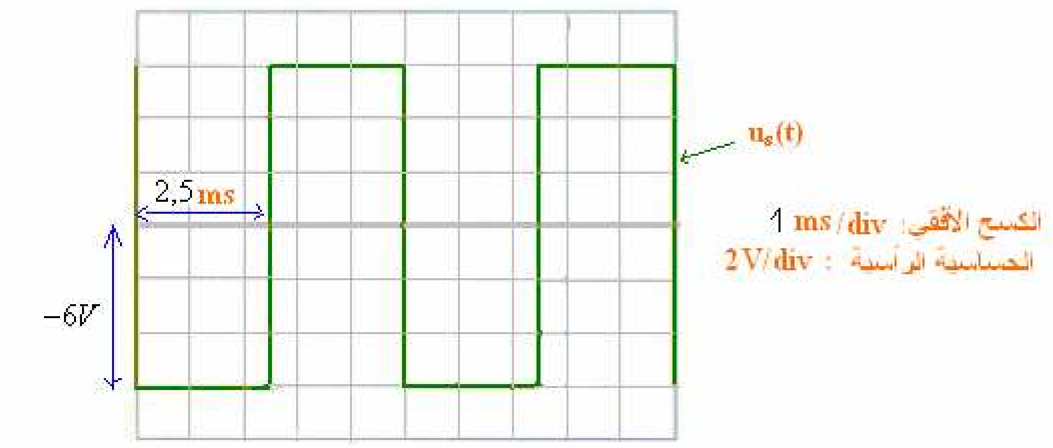
من خلال الشكل الأول ، في المجال : $\left[0, \frac{T}{2}\right]$ الجزء التصاعدي معادلته على الشكل $u_2 = at + b$

أي: $\frac{du_2}{dt} = a$ مع $a$ هو المعامل الموجه للمستقيم $AB$ .



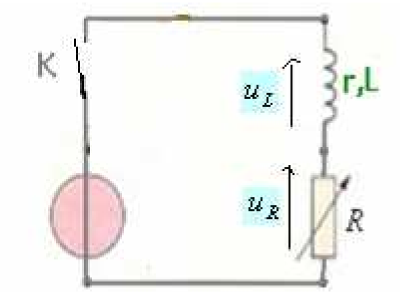
$$a=\frac{\Delta u_2}{\Delta t}=\frac{(u_2)_B-(u_2)_A}{t_B-t_A}=\frac{5-(-5)V}{(2,5-0)\times 10^{-3}s}=\frac{10V}{2,5.10^{-3}s}=4000V/s$$ إذن : $\frac{du_2}{dt}=4\times 10^3 V/s$

ومن خلال الشكل الثاني: في المجال : $\left[0,\frac{T}{2}\right]$ لدينا : $u_s=-6V$




وبالتعويض في العلاقة ( 1 ) نحصل على : $L=-\frac{u_s\times r}{\frac{du_2}{dt}}=-\frac{-6\times 20}{4\times 10^3}=0,03H$

**4) 1-4) نعتبر الدارة :**




خلال مدة وجيزة بعد إغلاق قاطع التيار ، يتجلى دور الوشيعة ،التحريضي ،في مقاومة انقطاع التيار الكهربائي في الدارة .

بتطبيق قانون إضافية التوترات في الدارة السابقة: $u_L+u_R=0$ ( 1 ) عند فتح قاطع التيار(و خلال هذه الفترةالمذكورة).

أي: $L\frac{di}{dt}+r.i+R.i=0 \Leftarrow$ $\frac{L}{2r}\frac{di}{dt}+i=0$ لأن $R=r$ وهي المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار .

**2-4) الحل هو :** $i(t)=Ae^{-K.t}+B$ إذن : $\frac{di}{dt}=-AKe^{-K.t}$ وبالتعويض في المعادلة التفاضلية نحصل على :

$$-\frac{L}{r+r'}AKe^{-k.t}+Ae^{-k.t}+B=0 \quad \Leftarrow \quad Ae^{-k.t}(1-\frac{kL}{2r})=-B$$

$$\Leftarrow \begin{cases}1-\frac{kL}{2r}=0\\ B=0\end{cases} \quad \Leftarrow \quad k=\frac{2r}{L}$$

$i(t)=Ae^{-\frac{2.r}{L}.t}$ ومن خلال الشروط البدئية ،قبيل فتح قاطع التيار (ن.الدائم متحقق): $u_L=E$ أي $i=\frac{E}{2.r}$ بالتعويض في $i(t)$

وبذلك يصبح الحل : $\frac{E}{r+r'}=Ae^{-\frac{2.r}{L}\times 0} \quad \Leftarrow \quad A=\frac{E}{2.r}$

وبالتالي الحل يكتب كما يلي : $i(t)=\frac{E}{2.r}e^{-\frac{2.r}{L}.t}$

5 ) إذا وصلنا المربط $M$ للمولد $GBF$ بالهيكل ستصبح : $u_2 = 0$ ينعدم التوتر بين مربطي الموصل الأومي، والتوتر $u_s = u_1$ .
أي أننا أقصينا الموصل الأومي من الدارة بإخضاعه لمفعول الدارة القصيرة(on a court-circuité le conducteur ohmique)

6) الطاقة القصوى المخزونة في الوشيعةهي: $\xi_m = \frac{1}{2}L.i_{max}{}^2$ مع : $(i_{max})^2 = (-\frac{u_{2max}}{r})^2 = (\frac{5V}{20\Omega})^2 = (0,25)^2 A^2$

ومنه : $\xi_m = \frac{1}{2}\times 0,03\times(0,25)^2 \approx 9,4\times10^{-4} J$

# جزء الموجات

## الموجات الميكانيكية:

تعريف:

الموجة الميكانيكية هي ظاهرة انتشار تشويه في وسط مادي مرن دون انتقال للمادة التي تكون هذا الوسط . وتكون مستعرضة إذا كان اتجاه تشويه الوسط عموديا على اتجاه انتشارها وطولية إذا كان اتجاه تشويه الوسط على استقامة واحدة مع اتجاه انتشارها .

تنتشر الموجة في وسط الانتشار بسرعة ثابتة: $v = \frac{d}{\Delta t}$ $d$ : هي المسافة التي تقطعها الموجة خلال المدة $\Delta t$

ملحوظة : سرعة انتشار موجة طول حبل متوتر :

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

$T$ : توتر الحبل ب $(N)$ .

$\mu = \frac{m}{\ell}$ : كتلة الحبل لوحدة الطول ب : $(kg/m)$ .

الموجات الميكانيكيةالمتوالية:

الموجة الميكانيكية المتوالية هي تتابع مستمر ، لا يتقطع ، لإشارات ميكانيكية ، ناتج عن اضطراب مصان ومستمر لمنبع الموجات .

طول الموجة المتوالية:

نسمي طول الموجة $\lambda$ المسافة التي تقطعها الموجة خلال مدة زمنية تساوي دور اهتزاز المنبع $T$.

$$\lambda = v.T = \frac{v}{\gamma}$$

$\lambda$ :طول الموجة المتوالية. $(m)$

$v$ : سرعة انتشار الموجة . $(m/s)$

$\gamma$ : تردد الموجة المتوالية = تردد المنبع $S$ . $(Hz)$

التوافق والتعاكس في الطور:

نقطتان $M$ و $M'$ من وسط الإنتشار تهتزان على توافق في الطور إذا كانت المسافة بينهما تساوي عددا صحيحا لطول الموجة $\lambda$ . $MM' = k\lambda$ مع $k \in \mathbb{N}^*$

وإذا كانت المسافة بينهما تساوي عددا فرديا لنصف طول الموجة ، فهما تهتزان على تعاكس في الطور $MM' = (2k'+1)\frac{\lambda}{2}$

مع : $k' \in \mathbb{N}$ .

ظاهرة الحيود:

الحيود ظاهرة تميز الموجات ،وتحدث كلما صادفت موجة دورية حاجزا به شق عرضه $a$ ولا تظهر إلا إذا كان عرض الشق أصغر أو مساو لطول الموجة الواردة.

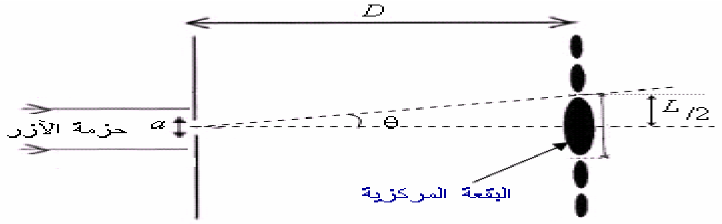
ظاهرة التبدد :

يكون وسط الإنتشار مبددا للموجات المتوالية إذا كانت سرعة انتشارها في هذا الوسط تتعلق بتردد المنبع.

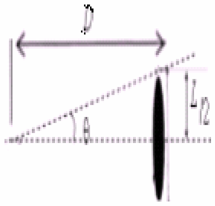
## الموجات الضوئية:

حيود الضوء :

عندما تجتاز حزمة ضوئية جد دقيقة (حزمة من أشعة الليزر مثلا) صفيحة بها شق عرضه $a$ نحصل على ظاهرة حيود الضوء .




نشاهد على الشاشة بقعا مضيئة تتوسطها بقع مظلمة في اتجاه متعامد مع اتجاه الشق.




من خلال الشكل السابق لدينا: $tg\theta = \frac{L}{2D}$

بالنسبة للزوايا الصغيرة: $\theta \le 15°$ لدينا : $tg\theta \approx \theta(rad)$

إذن: $\theta = \frac{L}{2D}$ (1)

تبين التجربة أن $\theta$ بدلالة $\frac{1}{a}$ عبارة عن مستقيم معامله الموجه هو : $\lambda$ طول موجة الضوء المستعمل. $\Leftarrow$ $\theta = \frac{\lambda}{a}$ (2)

من خلال (1) و(2) لدينا : $\frac{\lambda}{a} = \frac{L}{2D}$ أي: عرض البقعة الضوئية $L = \frac{\lambda \times 2D}{a}$ ومنه يتضح أنه كلما ازداد عرض الشق $a$ كلما تناقص عرض البقعة الضوئية وكلما كانت ظاهرة الحيود أقل وضوحا.

ملحوظة:يعبر عن الفرق الزاوي في حالة ثقب دائري بالعلاقة: $\theta = 1{,}22\frac{\lambda}{a}$

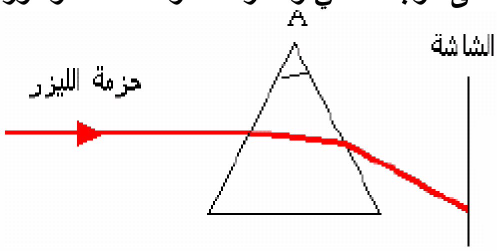
الضوء الأحادي اللون :

يتميز كل إشعاع ضوئي أحادي اللون بطول موجته $\lambda$ لا تتغير عندما ينتشر من وسط لآخر.

طول الموجة الضوئية ← $\lambda = \frac{c}{\gamma}$ ← سرعة انتشار الضوء في الفراغ ← تردد الموجة الضوئية

2)مسار حزمة ضوئية احادية اللون عبر موشور

الحزمة تخضع لإنكسار على الوجه الأول ثم على الوجه الثاني وتنحرف نحو قاعدة الموشور.




$r_1$: زاوية الإنكسار على الوجه الأول.

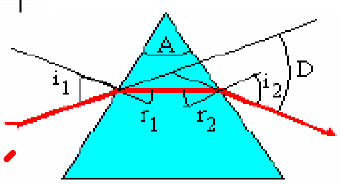
$r_2$: زاوية الورود على الوجه الثاني.

$i_2$: زاويةالإنكسار على الوجه الثاني

$D$ : زاوية انحراف الحزمة الضوئية الأحادية اللون عبر الموشور.

$A$ : زاوية الموشور.

$n$ : معامل انكسار الموشور.




زاوية الموشور: $A = r_1 + r_2$

تطبيق قانون ديكارت لإنكسار الضوءعلى الوجه الأول للموشور: $\sin i_1 = n \sin r_1$

تطبيق قانون ديكارت لإنكسار الضوء على الوجه الثاني للموشور: $n \sin r_2 = \sin i_2$

زاوية الإنحراف الكلي للشعاع الوارد بعد اجتيازه للموشور: $D = i_1 + i_2 - A$

تذكير:

الإنكسار الحدي والإنعكاس الكلي لإشعاع ضوئي احادي اللون.

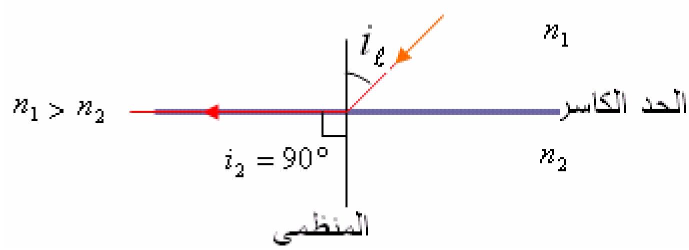
بصفة عامة عندما ينتقل الضوء من وسط أقل انكسارة إلى وسط أكثر انكسارية أي $(n_1 < n_2)$ فإن الشعاع المنكسر يقترب من المظمي.وفي هذه الحالة نحصل دائماعلى ظاهرة الإنكسار.

لإنه حسب قانون ديكارت لإنكسار الضوء لدينا: $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$ إذن: $\frac{\sin i_2}{\sin i_1} = \frac{n_1}{n_2} < 1$

لأن : $n_1 < n_2$ إذن: $\sin i_2 < \sin i_1$ أي $i_2 < i_1$ الشعاع المنكسر يقترب من المنظمي.

لكن عندما ينتقل الضوء من وسط أكثر انكسارية إلى وسط انكسارية أقل أي $n_1 > n_2$ فإن الشعاع المنكسر

يبتعد من المنظمي.ونحصل على الإنكسار الحدي (أي $i_2 = 90°$)بالنسبة لزاوية ورود حدية $i_\ell$




$n_1 \sin i_\ell = n_2 \sin 90$

ومنه: $\sin i_\ell = \dfrac{n_2}{n_1}$

إذا كانت زاوية الورود : $i_1 \leq i_\ell$ نحصل على الإنكسار.

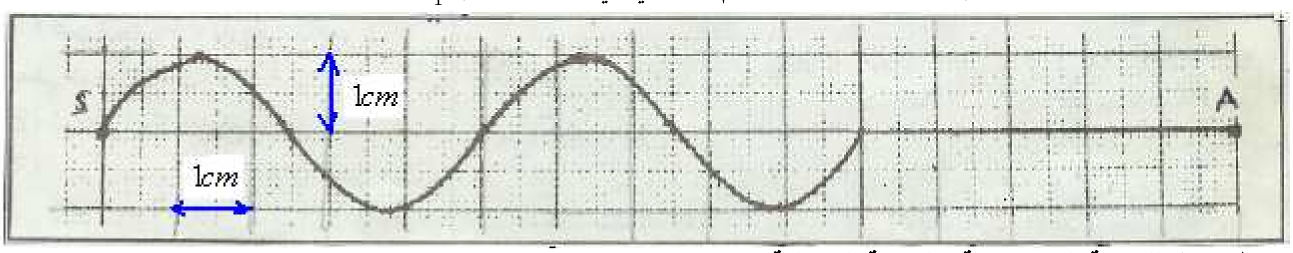
وإذا كانت زاوية الورود : $i_1 > i_\ell$ نحصل على الإنعكاس الكلي على الحد الكاسر.

# تمارين تطبيقية حول الموجات

## التمرين الأول حول الموجات

I ) يحدث الطرف $S$ لشفرة ، مهتزة بالتردد $\upsilon = 100Hz$ ، موجة مستعرضة متوالية تنتشر طول حبل متوتر .

تمثل الوثيقة التالية مظهر جزء من الحبل بالسلم الحقيقي في لحظة تاريخها $t_1$.




1) اعط تعريفا للموجة المستعرضة والموجة المتوالية.

2 ) أوجد قيمة الدور $T$.

3 ) أوجد قيمة كل من طول الموجة $\lambda$ و سرعة الإنتشار $v$.

4) علما أن أصل التواريخ اللحظة التي يبدأ فيها المنبع $S$ في الاهتزاز.

أ) أوجد قيمة اللحظة $t_1$.

ب) في أية لحظة تصل الموجة إلى النقطة $A$ .

5) مثل مظهر الحبل في اللحظات التالية: $t_2 = 0,025s$ ، $t_3 = t_2 + \dfrac{T}{4}$ ، $t_4 = t_3 + \dfrac{T}{2}$.

6) توجد نقطتان $M$ و $N$ على التوالي على مسافة $SM = 7,5cm$ و $SN = 10cm$ من المنبع $S$.

أ) قارن حركة كل من النقطتين $M$ و $N$ مع حركة المنبع $S$.

ب)قارن حركتي $M$ و $N$ .

ج) اعط استطالة كل من $M$ و $N$ في اللحظة التي تكون فيها استطالة $S$ قصوية.

7)إذا علمت أن طول الحبل المستعمل يساوي $2m$ ، وتوتره يساوي $2N$ ، ما هي كتلته ؟

8)عندما نضيء الحبل بواسطة وماض ، ماذا نلاحظ في كل من الحالات التاليتين $\upsilon_e = 99Hz$ و $\upsilon_e = 100Hz$ ثم $\upsilon_e = 101Hz$.

التصحيح :

**1) الموجة المتوالية هي ظاهرة تتابع إشارات منطلقة من منبع له حركة اهتزازية دورية ومصونة، وتتميز الموجة المتوالية بطولها وهي المسافة التي تقطعها الموجة خلال مدة زمنية تساوي دور اهتزاز المنبع .**

**الموجة المستعرضة هي التي خلال انتشارها تهتز نقط الإنتشار عموديا على اتجاه الإنتشار.**

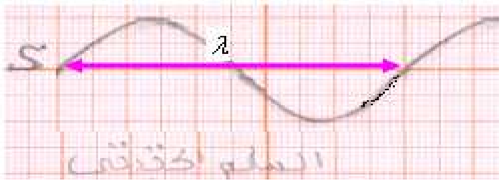
---

2) الدور $T$ **:**

$$T = \frac{1}{\upsilon} = \frac{1}{100} = 0{,}01s$$

---

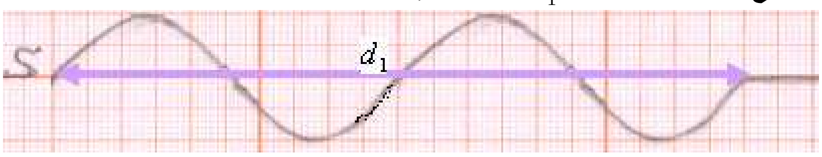
3) مبيانيا لدينا : $\lambda = 5cm$




وسرعة الإنتشار : $v = \lambda.\upsilon = 5\times10^{-2}m\times100Hz = 5m/s$

---

**4) أ) خلال المدة الزمنية $t_1$ مطلع الموجة يقطع المسافة $d_1 = 10cm$ بسرعة الإنتشار $v$.**




ولدينا **:** $v = \frac{d_1}{t_1}$ إذن : $t_1 = \frac{d_1}{v} = \frac{10\times10^{-2}m}{5m/s} = 0{,}02s$ **.**

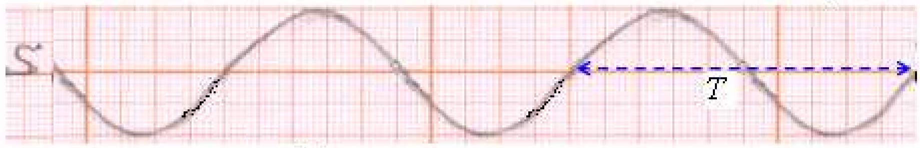
ب) لدينا : $SA = 15cm = 0{,}15m$

**إذن: الموجة المتوالية تصل إلى النقطة $A$ في اللحظة :** $t = \frac{SA}{v} = \frac{0{,}15m}{5m/s} = 0{,}03s$ **.**

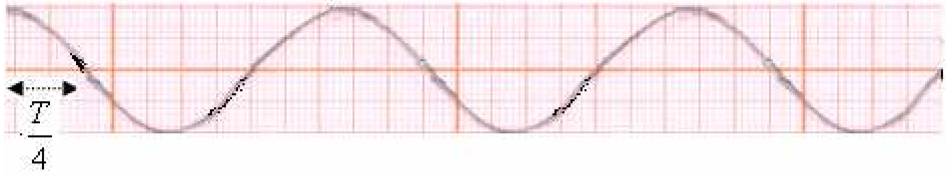
---

5) مظهر الحبل في اللحظة $t_2 = 0{,}025s$

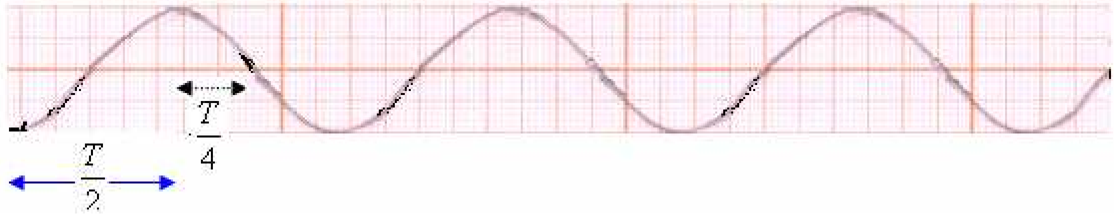
لدينا: $\frac{t_2}{T} = \frac{0{,}025s}{0{,}01s} = 2{,}5$ إذن: $t_2 = 2{,}5T$ نبدأ من المطلع الذي يحتفظ بنفس الشكل ثم نمثل مظهر الحبل.




مظهر الحبل في اللحظة $t_3 = t_2 + \frac{T}{4}$




مظهر الحبل في اللحظة $t_4 = t_3 + \frac{T}{2}$




( يمكن استعمال الطريقة التالية: نحدد أولا قيمة : $t_3 = t_2 + \frac{T}{4} = 0,025 + \frac{0,01}{4} = 0,0275s$

ثم: $\frac{t_2}{T} = \frac{0,0275}{0,01} = 2,75$ ومنه : $t_2 = 2,75T$

**ثم نمثل مظهر الحبل انطلاقا من المطلع فهو يوافق 2 أدوار + 3/4 الدور ونحصل على الشكل السابق.**

**كما لدينا )** : $t_4 = t_3 + \frac{T}{2} = 0,0275 + \frac{0,01}{2} = 0,0325s$

ثم: $\frac{t_2}{T} = \frac{0,0325}{0,01} = 3,25$ ومنه : $t_2 = 3,25T$

**ثم نمثل مظهر الحبل انطلاقا من المطلع فهو يوافق 3 أدوار + 1/4 الدور ونحصل على الشكل السابق.)**

---

**6) أ)** $\frac{SM}{\lambda} = \frac{7,5cm}{5cm} = 1,5$ إذن: $SM = 1,5\lambda$ **المسافة بينهما ليست بعدد صحيح لطول الموجة ، لا تهتزان على توافق في الطور.**

$\frac{SM}{\frac{\lambda}{2}} = \frac{7,5cm}{2,5cm} = 3$ إذن: $SM = 3\frac{\lambda}{2}$ **المسافة بينهما فردي لنصف طول الموجة ، فهما تهتزان على تعاكس في الطور.**

أي : $SM = (2K+1)\frac{\lambda}{2}$ مع $k = 1$

$\frac{SN}{\lambda} = \frac{7,5cm}{5cm} = 2$ إذن: $SM = 2\lambda$ **المسافة بينهما تساوي عددا صحيحا لطول الموجة ، فهما تهتزان على توافق في الطور.**

---

**ب)** بما أن $S$ و $M$ تهتزان على **تعاكس في الطور.**
ومن جهة اخرى $S$ و $N$ تهتزان على **توافق في الطور** فإن : $M$ و $N$ تهتزان على **تعاكس في الطور.**

---

**ج)** استطالة $S$ القصوية تساوي الوسع ونحصل عليه من خلال الشكل الأول : $Y_{S\max} = 0,8cm$.
بما أن $S$ و $M$ تهتزان على **تعاكس في الطور فإن استطالة** $M$ في اللحظة التي تكون فيها استطالة $S$ قصوية هي: $Y_M = -0,8cm$.
بما أ $S$ و $N$ تهتزان على **توافق في الطور فإن استطالة** $N$ في اللحظة التي تكون فيها استطالة $S$ قصوية هي: $Y_N = +0,8cm$.

---

**7) لدينا:** $v = \sqrt{\frac{T}{\frac{m}{\ell}}}$ **إذن:** $v^2 = \frac{T}{\frac{m}{v}}$ **ومنه** $m = \frac{T \times \ell}{v^2} = \frac{2N \times 2m}{25(m/s)^2} = 0,16kg$

---

**8) بالنسبة للتردد** $\upsilon_e = 100Hz$ **نلاحظ التوقف الظاهري للموجة المتوالية.**

بالنسبة للتردد $\upsilon_e = 99Hz$ نلاحظ حركة ظاهرية بطيئة للموجة المتوالية في نفس منحى الحركة.
بالنسبة للتردد $\upsilon_e = 101Hz$ نلاحظ حركة ظاهرية بطيئة للموجة المتوالية في عكس منحى الحركة.

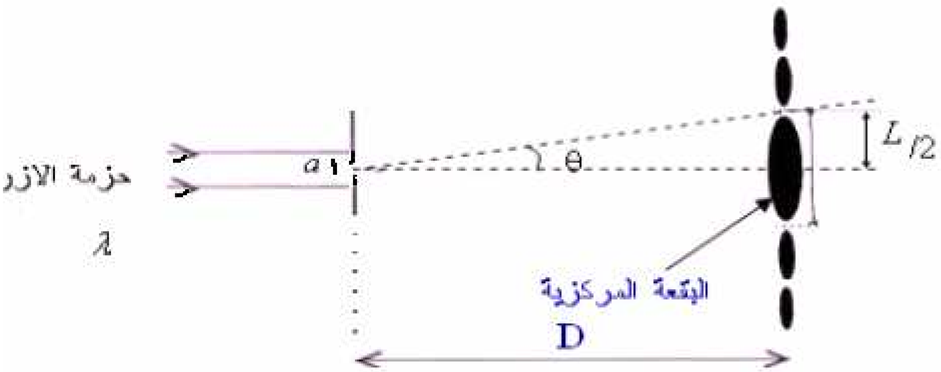
## التمرين الثاني حول الموجات

II) ننجز التركيب التالي، باستعمال منبع ضوئي لأشعة اللآزر ذات طول الموجة $\lambda$ و صفيحة بها شق، عرضه $a$.

1) بماذا تسمى هذه الظاهرة وما اتجاه الشق المستعمل ، رأسي أم أفقي؟

2)باعتبار الفرق الزاوي $\theta$ جد صغير ، عبر عن $\theta$ بدلالة $D$ و $L$.

3) نضع الشاشة في المسافة $D = 1{,}5m$ ونستعمل صفائح ذات شقق مختلفة العرض $a$ ،ثم نقيس بالنسبة لكل صفيحة العرض $L$ للبقعة المركزية المشاهدة على الشاشة.




| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $a(\mu.m)$ | | | | | |
| $L(mm)$ | | | | | |
| $\theta(10^{-2}rad)$ | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 |
| $\frac{1}{a}(10^4 m^{-1})$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

1-3: أتمم ملء الجدول السابق.

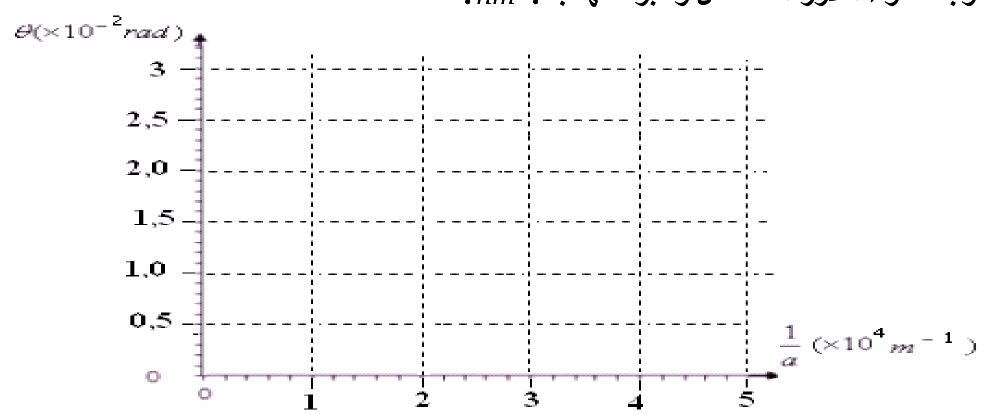
2-3: ارسم على الوثيقة2 المنحنى الذي يمثل تغيرات $\theta$ بدلالة $\frac{1}{a}$.

3-3: أعط العلاقة بين كل من $\theta$ و $\frac{1}{a}$ و $\lambda$.

4-3: ما شكل المنحنى المحصل عليه؟ احسب معامله الموجه .

5-3استنتج طول موجة ضوء اللآزر المستعمل وعبر عنها ب : $nm$.

الوثيقة 2




4) يتعلق معامل انكسار موشور بطول الموجة للضوء الأحادي اللون الذي يجتازه حسب العلاقة التالية:

$$n = 1{,}46 + \frac{6400}{\lambda^2}$$ ( يجب استعمال $\lambda$ ب $n.m$ في العلاقة السابقة )

1.4)احسب بالنسبة للضوئين الأحمر والبنفسجي معامل انكسار الموشور، وأتمم ملء الجدول التالي:

| الضوء الأحادي اللون | الأحمر | البنفسجي |
|---|---|---|

| 400 | 800 | طول الموجة ب $(n.m)$ : |
|---|---|---|
| $n_V = ........$ | $n_R = ........$ | معامل انكسار الموشور |

**2.4)** ترد حزمة ضوئية تتكون من الضوئين ألأحاديي اللون الأحمر والبنفسجي بزاوية ورود $i = 35°$ ، زاوية الموشور $A = 60°$ .

أ) أوجد زاوية الإنحراف $D_R$ للإشعاع الأحمر.

ب) أوجد زاوية الإنحراف $D_V$ للإشعاع البنفسجي.

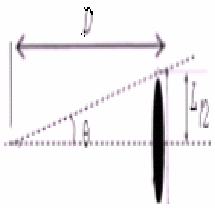
ج) ما اسم هذه الظاهرة ؟ أعط تفسيرا لها .

## تصحيح التمرين الثاني حول الموجات

**II ) 1)** ظاهرة حيود الضوء بواسطة شق عرضه جد صغير.بما اتجاه البقع يكون متعامدا مع اتجاه الشق فإن الشق أفقي.

---

**2)**




من خلال الشكل السابق لدينا: $tg\theta = \dfrac{L}{2D}$

بالنسبة للزايا الصغيرة: $\theta \le 15°$ لدينا : $tg\theta \approx \theta(rad)$

إذن: $\theta = \dfrac{L}{2D}$ (1)

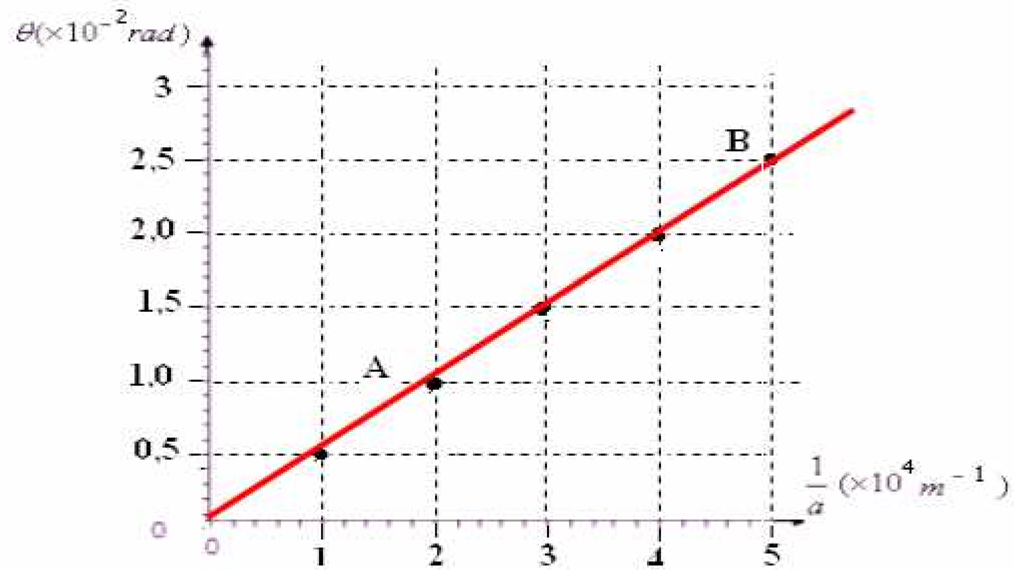
---

**3) 3-1:**

| $a(\mu.m)$ | 100 | 50 | 33 | 25 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|
| $L(mm)$ | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 |
| $\theta(10^{-2} rad)$ | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 |
| $\dfrac{1}{a}(10^4 m^{-1})$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

---

**3-2:**




الوثيقة 2

---

**3-3** $\theta = \dfrac{\lambda}{a}$

---

**3-4** المنحنى المحصل عليه عبارة عن مستقيم إذن المحنى : $\theta = f(\dfrac{1}{a})$ دالة خطية على الشكل $\theta = k \times \dfrac{1}{a}$

معاملها الموجه هو معامل التناسب $k$.

---

**3-5:** لنحدد قيمة المعامل الموجه :

$$k = \frac{\Delta\theta}{\Delta(\frac{1}{a})} = \frac{\theta_B - \theta_A}{(\frac{1}{a})_B - (\frac{1}{a})_A} = \frac{(2,5-1)\times 10^{-2} rad}{(5-2)\times 10^4 m^{-1}} = 0,5\times 10^{-6} m = 500\times 10^{-9} m = 500nm$$

إذن : $\lambda = 500nm$

(1 (4

$$n_R = 1{,}46 + \frac{6400}{\lambda_R^{\ 2}} = 1{,}46 + \frac{6400}{800^2} = 1{,}46 + 0{,}01 = 1{,}47$$

$$n_V = 1{,}46 + \frac{6400}{\lambda_V^{\ 2}} = 1{,}46 + \frac{6400}{400^2} = 1{,}46 + 0{,}04 = 1{,}5$$

| الضوء الأحادي اللون | الأحمر | البنفسجي |
|---|---|---|
| طول الموجة ب $(n.m)$ : | 800 | 400 |
| معامل انكسار الموشور | $n_R = 1{,}47$ | $n_V = 1{,}5$ |

---

2) أ) بالنسبة للإشعاع الاحمر

تطبيق قانون ديكارت على الوجه الأول للموشور :

$\sin i = n \sin r \Leftarrow \sin r = \frac{\sin i}{n} \Leftarrow \quad r = \sin^{-1}(\frac{\sin i}{n}) = \sin^{-1}(\frac{\sin 35}{1{,}47}) = \sin^{-1}(0{,}39) \approx 23°$

لدينا : $r' = A - r = 60 - 23 = 37°$

تطبيق قانون ديكارت على الوجه الأول للموشور : (لأن $r' < i_\ell$ بحيث: $(i_\ell = \sin^{-1}(\frac{1}{1{,}47}) \approx 42{,}8°$)

$n \sin r' = \sin i' \Leftarrow \quad i' = \sin^{-1}(n \times \sin r') = \sin^{-1}(1{,}47 \times \sin 37) = \sin^{-1}(0{,}88) \approx 61{,}6°$

وبالتالي: $D_R = i + i' - A = 35 + 61{,}6 - 60 = 36{,}6°$

ب) بالنسبة للإشعاع البنفسجي:

تطبيق قانون ديكارت على الوجه الأول للموشور :

$\sin i = n \sin r \Leftarrow \sin r = \frac{\sin i}{n} \Leftarrow \quad r = \sin^{-1}(\frac{\sin i}{n}) = \sin^{-1}(\frac{\sin 35}{1{,}5}) = \sin^{-1}(0{,}38) \approx 22{,}5°$

لدينا : $r' = A - r = 60 - 22{,}5 = 37{,}5°$

تطبيق قانون ديكارت على الوجه الأول للموشور : (لأن $r' < i_\ell$ بحيث: $(i_\ell = \sin^{-1}(\frac{1}{1{,}5}) \approx 41{,}8°$)

$n \sin r' = \sin i' \Leftarrow \quad i' = \sin^{-1}(n \times \sin r') = \sin^{-1}(1{,}5 \times \sin 37{,}5) = \sin^{-1}(0{,}91) \approx 65{,}9°$

وبالتالي: $D_V = i + i' - A = 35 + 65{,}9 - 60 = 40{,}9°$

---

ج) تسمى ب: ظاهرة تبدد الضوء بواسطة موشور وهي تعزى إلى كون معامل انكسار الموشور يتعلق بنوعية الإشعاع الأحادي اللون. الذي يجتازه ، فهو دالة تناقصية لطول موجة الضوء كما تبينه العلاقة التالية:

$$n = 1{,}46 + \frac{6400}{\lambda^2}$$

# جزء التحولات النووية

## 1 ) مكونات نواة الذرة:

تتكون نواة ذرة من بروتونات ونوترونات و هذه المكونات يطلق عليها اسم النويات .
عدد البروتونات الذي تتوفر عليه النواة يرمز إليه ب Z ويسمى بالعدد الذري أو عدد الشحنة .
يرمز لعددالنويات بالحرف $A$ ويسمى عدد الكتلة.

تمثل نواة ذرة لعنصر كيميائي $X$ بالرمز : $^{A}_{Z}X$ (A ← عدد الكتلة ، Z ← العدد الذري)

عدد النوترونات المكونة للنواة يرمز إليه بالحرف $N$ حيث : $N = A - Z$

## 2) قانون الإنحفاظ: ( قانون سودي Soddy)

خلال تحول نووي ينحفظ عدد الشحنة $Z$. وكذلك العددالإجمالي للنويات $A$.

## 3 )أنواع الأنشطة الإشعاعية :

النشاط الإشعاعي $\alpha$:

النشاط الإشعاعي $\alpha$ تفتت نووي طبيعي وتلقائي، تتحول خلاله نواة أصلية $_{Z}^{A}X$ إلى نواة متولدة $_{Z-2}^{A-4}Y$ ببعث نواة الهيليوم $_{2}^{4}He$.

$_{Z}^{A}X \rightarrow _{Z-2}^{A-4}Y + _{2}^{4}He$ معادلة التفتت $\alpha$

****************************************************************************

النشاط الإشعاعي $\beta^-$ :

النشاط الإشعاعي $\beta^-$ تفتت نووي طبيعي وتلقائي، تتحول خلاله نواة أصلية $_{Z}^{A}X$ إلى نواة متولدة $_{Z+1}^{A}Y$ ببعث إلكترون $_{-1}^{0}e$ يسمى دقيقة $\beta^-$

$_{Z}^{A}X \rightarrow _{Z+1}^{A}Y + _{-1}^{0}e$ معادلة التفتت النووي $\beta^-$

ملحوظة: الإشعاع $\beta^-$ ناتج عن تحول نوترون إلى بروتون داخل نواة، ويعبر عنه بما يلي: $_{0}^{1}n \rightarrow _{1}^{1}p + _{-1}^{0}e$

****************************************************************************

النشاط الإشعاعي $\beta^+$ :

النشاط الإشعاعي $\beta^+$ تفتت نووي طبيعي وتلقائي،يظهر عموما لدى العناصر الإشعاعية الإصطناعية تتحول خلاله نواة أصلية $_{Z}^{A}X$ إلى نواة متولدة $_{Z-1}^{A}Y$ ببعث بوزيترون $_{+1}^{0}e$ يسمى دقيقة $\beta^+$.

$_{Z}^{A}X \rightarrow _{Z-1}^{A}Y + _{+1}^{0}e$ معادلة التفتت النووي $\beta^+$

ملحوظة: الإشعاع $\beta^+$ ناتج عن تحول بروتون إلى نوترون داخل نواة، ويعبر عنه بما يلي: $_{1}^{1}p \rightarrow _{0}^{1}n + _{+1}^{0}e$ .

****************************************************************************

النشاط الإشعاعي $\gamma$:

موجات كهرمغناطيسية ذات طاقة كبيرة ،وهو يواكب الأنشطة الإشعاعية $\alpha$ و $\beta^-$ و $\beta^+$ حيث تكون النواة المتولدة في إثارة فتفقد طاقة إثارتها ببعث إشعاع $\gamma$.

## 4) الفصيلة المشعة :

تتحول نواة غير مستقرة إلى نواة اخرى.وإذا كانت هذه الأخيرة غير مسقرة ، فإنها تتحول بدورها إلى نواة أخرى ، وهكذا إلى أن نحصل على نواة مستقرة وغير مشعة .نسمي مجموع النوى الناتجة عن نفس النواة الأصلية فصيلة مشعة.

## 5) التناقص الإشعاعي: تطور المادة المشعة(قانون النشاط الإشعاعي)

النشاط الإشعاعي ظاهرة عشوائية تحدث تلقائيا وبدون سبق إشعار ويخضع عدد النوى $N(t)$ المتبقية في عينة مشعة لقانون التناقص الإشعاعي التالي: $N_{(t)} = N_O e^{-\lambda . t}$ عدد النوى المتبقية عند اللحظة t .

$N_O$ :عدد نوى العينةالمشعة عند اللحظة $t=0$.

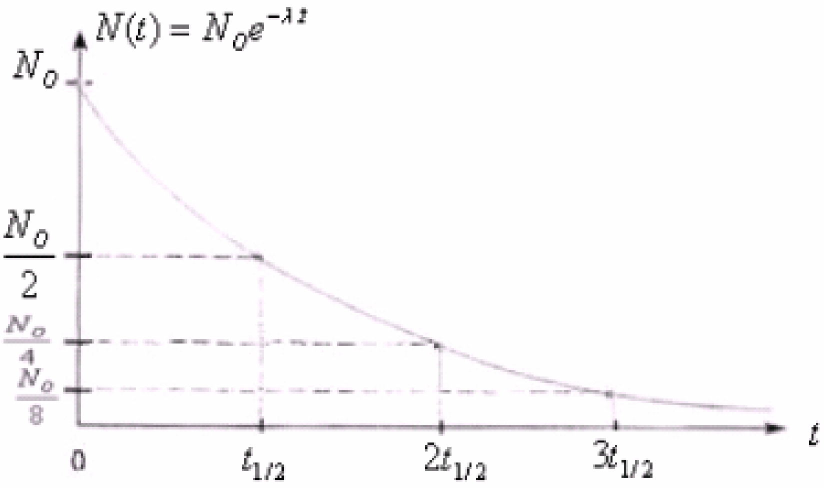
$\lambda$ : ثابثة النشاط الإشعاعي وهي ثابثة تميز النويدة المعينة ووحدتها في ن.ع. للوحدات $(s^{-1})$

## 6) ثابثة الزمن $\tau$ :

زمن مميز لنويدة مشعة معينة نرمز لها ب: $\tau$ وهي مرتبطة بثابثة النشاط الإشعاعي $\lambda$ بالعلاقة: $\tau = \frac{1}{\lambda}$ ووحدة ثابثة الزمن في النظام العالمي للحدات هي الثانية: $(s)$.

## 7) عمر النصف $t_{1/2}$ لنويدة مشعة:

نسمي عمر النصف $t_{1/2}$ لنويدة معينة المدة الزمنية اللآزمة لتفتت نصف نوى العينة $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$




## 8) نشاط عينة مشعة:

نشاط عينة تحتوي على عدد $N_{(t)}$ من النوى المشعة ،هوعدد النوى المتفتتة في وحدة الزمن ، ونرمز إليه ب: $a(t)$ وتعطيه العلاقة التالية:

$a(t) = -\frac{dN_{(t)}}{dt}$ ووحدته هي البكريل الذي نرمزإليه ب: $(Bq)$ مع $N(t) = N_O e^{-\lambda.t}$ .

إذن $a_{(t)} = -\lambda.N_{(t)}$

عند اللحظة $t = o$ : لدينا: $a_0 = -\lambda.N_O$ و $N(t) = N_O e^{-\lambda.t}$

وبذلك لدينا العلاقة : $a_{(t)} = a_o.e^{-\lambda t}$

## 9) التأريخ بالنشاط الإشعاعي:

يمكن التناقص الإشعاعي لبعض العناصر المشعة ، الموجودة في الصخور أوفي الكائنات الميتة ،من إيجاد عدة تقنيات للتأريخ.فبمقارنة قياس نشاط (أو كمية مادة )عينة ميتة مع قياس عينة شاهدة من نفس الطبعة ، نتمكن من تقدير عمر العينة.

العمر يحدد باستعمال العلاقة: $a = a_o.e^{-\lambda.t}$ $\Leftarrow$ $t = \frac{\ln\frac{a_o}{a}}{\lambda}$ مع : $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$

بحيث $a_o$ يمثل نشاط العينة الشاهدة و $a$ نشاط العينة الميتة.

## 10) التكافؤ " كتلة- طاقة" علاقة أينشتاين:

$\boxed{E = mc^2}$ تسمى بعلاقة أينشتاين $c = 3\times10^8 m/s$

$J$ $Kg$

وتبين هذه العلاقة أن كل تغير لكتلة مجموعة ما بالمقدار $\Delta m$ يوافقه تغير للطاقة الكتلية لهذه المجموعة بالمقدار

ووحدة الطاقة الكتلية في الفيزياء النووية هي الإلكترون– فولط $(eV)$ الذي تربطه بالجول العلاقة التالية: $1eV = 1,6\times10^{-19} J$ .

ومن مضاعفاته الميغا إلكترون فولط $1MeV = 10^6 eV = 1,6\times10^{-13} J$

## 11)وحدة الكتلة في الفيزياء النووية::

في الفيزياء النووية نستعمل كوحدة للكتلة إما: ال: u أو ال: MeV/ c²

نظرا لكون كتل النوى والدقائق صغيرة جدا ،يعبر عنها في الفيزياء النووية بوحدة ملائمة تسمى ب: وحدة الكتلة الذرية ،Unité de masse atomique والتي يرمز إليها ب: u.m.a. ومن أجل التبسيط نرمز إليها فقط ب: u .

$1.u = 1,66\times10^{-27} Kg$

كما نستعمل كوحدة للكتلة في الفيزياء النووية الوحدة التالية : MeV/ c²

$\boxed{1u = 931,5 MeV/c^2}$

## 12) النقص الكتلي:

نسمي النقص الكتلي $\Delta m$ لنواة $_{Z}^{A}X$ الفرق بين مجموع كتل النويات وكتلة النواة :

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

وهو مقدار موجب.

## 13) طاقة الربط للنواة:

طاقة الربط $E_\ell$ لنواة $_{Z}^{A}X$ هي الطاقة التي يجب إعطاؤها للنواة في حالة سكون لفصل نوياتها وتبقى في حالة سكون.

وتعطيها العلاقة التالية: $E_\ell = \Delta m.c^2 = [Z.m_p + (A-N)m_n - m(_{Z}^{A}X)]c^2$

## 14) طاقة الربط بالنسبة لنوية:

نستعمل أحيانا طاقة الربط بالنسبة لنوية وتعطيها العلاقة التالية : $\xi = \dfrac{E_\ell}{A}$ حيث : $E_\ell$ هي طاقة الربط للنواة و $A$ عدد النويات.

ووحدتها : $MeV/nucléon$.

كلما كانت طاقة الربط بالنسبة لنوية كبيرة كلما كانت النواة أكثر استقرارا.

## 15) الحصيلة الكتلية و الطاقية لتفاعل نووي:

نعتبر تفاعلا نوويا معادلته :

$$_{Z_1}^{A_1}X_1 + _{Z_2}^{A_2}X_2 \rightarrow _{Z_1}^{A_1}Y_1 + _{Z_2}^{A_2}Y_2$$

تكتب الحصيلة الطاقية المقرونة بهذا التفاعل كما يلي:

$$\Delta E = [\Sum m(\text{نواتج}) - \Sum m(\text{متفاعلات})] \times c^2$$

$$\Delta E = [m_{(Y_1)} + m_{(Y_2)} - m_{(X_1)} - m_{(X_2)}] \times c^2$$

## 16) الطاقة المتحررة خلال النشاط الإشعاعي $\alpha$:

معادلة التفتت $\alpha$ : $_{Z}^{A}X \rightarrow _{Z-2}^{A-4}Y + _{2}^{4}He$

الطاقة المتحررة خلال النشاط الإشعاعي $\alpha$ هي:

$$E = [m_{(_{Z-2}^{A-4}Y)} + m_{(_{2}^{4}He)} - m_{(_{Z}^{A}X)}] \times c^2$$ وهي سالبة

## 17) الطاقة المتحررة خلال النشاط الإشعاعي $\beta^-$:

معادلة التفتت $\beta^-$ : $_{Z}^{A}X \rightarrow _{Z+1}^{A}Y + _{-1}^{0}e$

الطاقة المتحررة خلال النشاط الإشعاعي $\beta^-$ هي:

$$E = [m_{(_{Z+1}^{A}Y)} + m_{(_{-1}^{0}e)} - m_{(_{Z}^{A}X)}] \times c^2$$ وهي سالبة

## 18) الطاقة المتحررة خلال النشاط الإشعاعي $\beta^+$

معادلة التفتت $\beta^+$ : $_{Z}^{A}X \rightarrow _{Z-1}^{A}Y + _{+1}^{0}e$

الطاقة المتحررة خلال النشاط الإشعاعي $\beta^+$ هي:

$$E = [m_{(_{Z-1}^{A}Y)} + m_{(_{1}^{0}e)} - m_{(_{Z}^{A}X)}] \times c^2$$ وهي سالبة

# تمارين حول التحولات النووية

**************************************************************************************

1) نواة الكزينون $^{135}_{54}Xe$ إشعاعية النشاط $\beta^-$ ، **يتولد عن تفتتها** نويدة السيزيوم $^{A}_{Z}Cs$ و عمر النصف لنواة $^{135}_{54}Xe$ هو: $t_{1/2} = 9{,}2h$ .

1 -1- اكتب معادلة هذا التفتت محددا $A$ و $Z$ .

1 -2- كتلة عينة من الكزينون $^{135}_{54}Xe$ عند اللحظة $t = o$ هي : $m_o$ونشاطها الإشعاعي هو $a_o$.عند اللحظة $t = 9h$ يصبح النشاط الإشعاعي لهذه العينة $a = 284Bq$ .

**أ)** عرف عمر النصف لنويدة إشعاعية.

**ب)**أعط تعبير $a$ بدلالة $a_0$ و $t_{1/2}$و $t$ ، ثم احسب $a_o$ واستنتج قيمة الكتلة $m_O$ .

**ج)** حدد اللحظة $t_1$ التي يتفتت عندها $75\%$ من الكتلة $m_o$ (معبرا عنها بالسنوات).

<u>نعطي</u>: كتلة نواة الكزينون : $m(^{135}_{54}Xe) = 2{,}24 \times 10^{-25}\ Kg$ .

2 لكربون $^{14}_{6}C$ نظير إشعاعي النشاط $\beta^-$ .

1) اكتب معادلة تفتته . (نعطي: $_{5}B$ و $_{7}N$ ).

2) تبقى نسبة الكربون **14**في الفضاء ثابتة مع مرور الزمن. توجد هذه النسبة في الكائنات الحية ،في حين أن هذه النسبة تتناقص في جسم "ميت"بسبب تفتت نوى الكربون **14** .

نسمي النسبة: $\frac{a(t)}{a_o}$ نسبة الكربون $^{14}_{6}C$ المتبقية عند تأريخ كائن "ميت"في اللحظة $t$ .

نعتبر الجدول التالي:

| t(années) | 0 | 2800 | 5600 | 8400 | 11200 | 14000 | 16800 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\frac{a(t)}{a_o}$ | | | 0 ,5 | | | | |

**أ)** استنتج ثابتة النشاط الإشعاعي $\lambda$ وعمر النصف للكربون $^{14}_{6}C$ (معبرا عنهما على التوالي ب: $ans^{-1}$ و ans ).

**ب)** انقل الجدول السابق وأتمم ملأه.

**ج)** أرسم المنحنى الذي يمثل تغيرات : $\frac{a(t)}{a_o}$ بدلالة الزمن.

ا <u>لسلم</u>: محور الأفاصيل : **1 cm** يمثل**2000**سنة محور الأراتيب كل**1** سم يمثل**0,2**.

3) أثناء ثوران بركان ، اختفت غابة مجاورة له تحت الأنقاض. تمكن الجيولوجيون من إيجاد قيمة نسبة الكربون $^{14}_{6}C$ في كربون الخشب الأحفوري $\frac{a(t)}{a_o} = 0{,}49$ . متى حدث البركان ؟

4) تمتص النباتات الحية الكربون الموجود في الغلاف الجوي ، وعند موتها يتوقف تطور هذا الامتصاص .
تعطي عينة من خشب قديم **150** تفتت في الدقيقة وتعطي عينة من خشب حديث ، لها نفس كتلة العينة السابقة ، **1350**تفتت في الدقيقة
أوجد عمر الخشب القديم.
( $a_o$ هو نشاط العينة الشاهدة).

**************************************************************************************

# التصحيح

1)1-1) <u>معادلة التفتت</u>:

$$^{135}_{54}Xe \longrightarrow {}^{135}_{55}Cs + {}^{0}_{-1}e$$

**1-2**: أ)عمر النصف هي المدة الزمنية اللازمة لتفتت نصف نوى العينة البدئية، ونرمز إليه ب : $t_{1/2}$ . $a = a_o e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}}.t}$

ب) $a = a_o e^{-\lambda.t}$ مع : $\Leftarrow \lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$

$$a_o = \frac{a}{e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}}.t}} = \frac{284}{e^{-\frac{\ln 2}{9.2}\times 9}} = 560\,Bq$$

*معظم التلاميذ لم يستطيعوا الإجابة على هذا السؤال رغم أنه غالبا ما نجده في مواضيع الباكالوريا (انظر موضوع السنة الماضية 2007/2006 )

تحديد الكتلة $m_o$ : يجب الانتباه ، لأنه لم تعط لنا كتلة العينة عند اللحظة $t = 9h$ بينما أعطيت لنا كتلة نواة الكزينون $m({}^{135}_{54}Xe) = 2{,}24\times10^{-25}\,Kg$ (انظر نهاية النص).ولم تعط ثابتة أفوكادرو كذلك.

إذن عدد نوى العينةالبدئية هو: $N_O = \frac{m_o}{m(Xe)}$ ونعلم أن : $a_0 = \lambda.N_O$ مع $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$ .

إذن: $ao = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \times \frac{m_o}{m(Xe)}$ ومنه : $m_o = \frac{a_0 \times m(X_e)}{\ln 2} \times t_{1/2} = \frac{560Bq \times 2{,}24\times10^{-25}\,Kg}{\ln 2} \times 9{,}2 \times 3600s \approx 6\times10^{-18}\,Kg$

ج) لنحدد اللحظة $t_1$ التي يتفتت عندها $75\%$ من الكتلة $m_o$ (معبر عنها بالسنوات).

وهي توافق اللحظة التي يتبقى عندها $25\%$ من الكتلة البدئية.

وبما ان كتلة العينة المتبقية عند لحظة $t$ تعطيها العلاقة التالية: $m = m_o e^{-\lambda.t}$ أي: $0{,}25\%.m_o = m_o.e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}}.t_1}$

ومنه: $0{,}25 = e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}}\times t_1}$ أي: $t_1 = -\frac{\ln 0{,}25}{\ln 2} \times t_{1/2} = -\frac{\ln 0{,}25}{\ln 2} \times 9{,}2h = 18{,}4h$

2)1) معادلة التفتت: ${}^{14}_{6}C \longrightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e$

2) ا) نعلم أن: $a = a_o e^{-\lambda.t}$ مع: $\Leftarrow \frac{a}{a_0} = e^{-\lambda.t} \Leftarrow$ $\lambda = \frac{-\ln \frac{a}{a_o}}{t}$

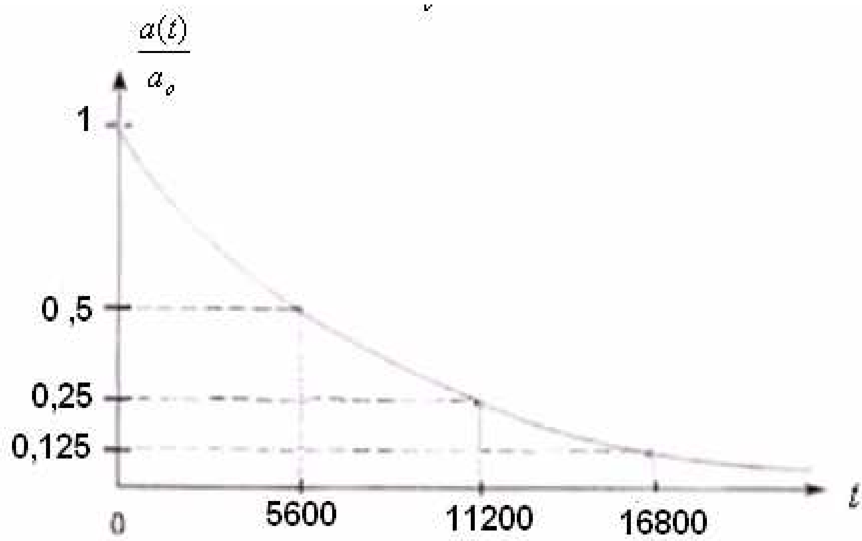
من خلال الجدول لدينا بالنسبة ل: $t = 5600ans$ ، $\frac{a}{a_o} = 0{,}5$ إذن: $\lambda = \frac{-\ln 0{,}5}{5600ans} \approx 1{,}24\times10^{-4}\,ans^{-1}$

عمر النصف للكربون ${}^{14}_{6}C$ : $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{\ln 2}{\frac{-\ln 0{,}5}{5600}} = -\frac{\ln 2}{\ln 0{,}5} \times 5600 = 5600ans$ .

ب)

| t(années) | 0 | 2800 | 5600 | 8400 | 11200 | 14000 | 16800 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\frac{a(t)}{a_o}$ | 1 | 0,7 | 0 ,5 | 0,35 | 0,25 | 0,18 | 0,125 |

ج) لنرسم المنحنى الذي يمثل تغيرات : $\frac{a(t)}{a_o}$ بدلالة الزمن.




$$t = \frac{-\ln \frac{a}{a_o}}{\ln 2} \times t_{1/2}$$ إذن: $\frac{a(t)}{a_o} = e^{-\lambda.t} = e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}}.t}$ :لدينا(3

ت.ع : حدث البركان منذ المدة الزمنية: $t = \frac{-\ln 0{,}49}{\ln 2} \times 5600 = 5763 ans 80 j 3h 7mn 58s \approx 5763 ans$

4) نعلم أن نشاط عينة هو عدد النوى المفتتة في الثانية،ومن خلال المعطيات لدينا نشاط العينة المراد تحديد عمرها

$a$ هو **150** تفتت في الدقيقة . إذن: $a = \frac{150}{60s} = 2{,}5 Bq$

ومن خلال المعطيات نشاط العينة الشاهدة هو 1350 تفتت في الدقيقة .

$$a_o = \frac{1350}{60s} = 22{,}5 Bq$$

ولدينا : $\frac{a}{a_0} = e^{-\lambda.t}$ $\Leftarrow$ $\ln \frac{a}{a_o} = -\lambda.t$ $\Leftarrow$ $-\ln \frac{ao}{a} = -\lambda.t$

عمر الخشب القديم: $t = \frac{\ln \frac{a_o}{a}}{\lambda}$ مع : $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$

أي: $t = \ln \frac{a_o}{a} \times \frac{t_{1/2}}{\ln 2} = \ln \frac{22{,}5}{2{,}5} \times \frac{5600\, ans}{\ln 2} = 17751\, ans\, 211\, j 16 h 52 mn 14 s \approx 17751{,}5 ans$


***SBIRO ABDELKRIM Lycée Agricole+ lycée Abdellah Cheffchaouni Oulad-Taima region d'agadir Maroc***

***Mail sbiabdou@yahoo.fr msen messager : sbiabdou@yahoo.fr***