التمرين 01

1 – عرّف المؤكسد (بكسْر السين) ، والمرجع (بكسْر الجيم) .
2 – عرّف تفاعل الأكسدة وتفاعل الارجاع .
3 - اكتب المعادلتين النصفيتين الالكترونيتين ، ومعادلة الأكسدة – ارجاع الخاصة بالثنائيتين Ox/Red التاليتين :
يتفاعل المرجع من $Mg^{2+}(aq)/Mg(s)$ مع المؤكسد من $H_3O^+(aq)\ /\ H_2(g)$
يتفاعل المرجع من $O_2(g)/H_2O_2(aq)$ مع المؤكسد من $MnO_4^-(aq)/Mn^{2+}\ (aq)$

التمرين 02

نمزج حجما $V_1 = 100\ mL$ من محلول مائي لثيوكبريتات الصوديوم $Na_2S_2O_3$ ، حضّلنا عليه بحل كتلة نقية من الجسم الصلب قدرها $m = 1{,}58\ g$ في لتر من الماء المقطّر، مع حجم $V_2 = 8\ mL$ من محلول حمض كلور الهيدروجين (H_3O^+, Cl^-) تركيزه المولي $C_2 = 1\ mol/L$. يحدث تفكّك شاردة ثيوكبريتات في وسط حامضي .
الثنائيتان هما : $SO_2/S_2O_3^{2-}$ و $S_2O_3^{2-}/S$
1 – اكتب المعادلتين النصفيتين ، واستنتج معادلة الأكسدة – إرجاع .
2 – أنشيء جدول تقدّم التفاعل .
3 – هذا التفاعل تام ، احسب التقدم الأعظمي .
4 – احسب كتلة الكبريت (S) في نهاية التفاعل . $M\ (S) = 32\ g/mol$ ، $M\ (O) = 16\ g/mol$ ، $M\ (Na) = 23\ g/mol$

التمرين 03

يتأكسد البروبان – 2 – أول الذي صيغته المجملة C_3H_8O إلى البروبانون الذي صيغته المجملة C_3H_6O ، وذلك بواسطة شوارد البرمنغنات MnO_4^- التي توافق الثنائية MnO_4^-/Mn^{2+} . هذا التفاعل تام .
شاردة البرمنغنات : لونها بنفسجي ، وشوارد البوتاسيوم شفافة .
البروبان – 2 - أول والبروبانون سائلان شفافان .
شوارد المنغنيز Mn^{2+} شفافة .
فاعلنا حجما من البروبان – 2 – أول قدره $V_1 = 20\ mL$ مع حجم $V_2 = 100\ mL$ من محلول مائي لبرمنغنات البوتاسيوم (K^+, MnO_4^-) تركيزه المولي $C_2 = 0{,}1\ mol/L$
1 – اكتب معادلة التفاعل وأنشئ جدول التقدّم .
2 – ما هو لون المزيج في نهاية التفاعل ؟
3 – عبّر عن التقدّم أثناء التفاعل بدلالة التركيز المولي لشوارد البرمنغنات . الكتلة الحجمية للبروبان – 2 – أول : $\rho = 0{,}786\ g/mL$.

التمرين 04

تتمّ إماهة 2 - كلور 2 – مثيل بروبان حسب التفاعل الذي معادلته : $C(CH_3)_3Cl + 2H_2O = C(CH_3)_3OH + Cl^- + H_3O^+$
وضعنا في حوجلة عيارية سعتها $25\ mL$ حجما قدره $1\ mL$ من 2 - كلور 2 – مثيل بروبان ، وملأنا الحوجلة حتى خط العيار بالأسيتون ، وهو سائل مذيب للمواد العضوية لا يؤثر على التفاعل الكيميائي السابق . التفاعل السابق هو تفاعل تام .
أخذنا من الحوجلة حجما قدره $5\ mL$ ووضعناه في بيشر يحتوي على $195\ mL$ من الماء المقطّر . ليكن V هو حجم المزيج المتفاعل في البيشر و n_0 كمية المادة الابتدائية لـ $C(CH_3)_3Cl$.
يُعطى :
الكتلة المولية لـ 2 - كلور 2 – مثيل بروبان : $M = 92{,}5\ g/mol$ ، وكتلته الحجمية $\rho = 0{,}85\ g/mL$
$\lambda_{Cl^-} = 7{,}63m\ S.m^2.mol^{-1}$ ، $\lambda_{H_3O^+} = 35\ mS.m^2.mol^{-1}$
1 – أنشئ جدول التقدّم .
2 – عبّر عن الناقلية النوعية (σ_t) للمزيج المتفاعل بدلالة التقدّم x ، V ، $\lambda_{H_3O^+}$ ، λ_{Cl^-} .
3 - عبّر عن الناقلية النوعية (σ_f) للمزيج في نهاية المتفاعل بدلالة n_0 ، V ، $\lambda_{H_3O^+}$ ، λ_{Cl^-} ، ثمّ احسب قيمتها .
4 – بيّنْ أن σ_t تُكتب بالشكل $\sigma_t = \frac{\sigma_f}{n_0}\ x$ ، ثمّ مثّلْ بيانيا $\sigma_t = f(x)$

التمرين 05

يتفاعل تماما المركب العضوي $C_4H_8O_2$ (سائل متجانس) مع المحلول المائي لهيدروكسيد الصوديوم (Na^+, HO^-) حسب التفاعل الذي معادلته :
$C_4H_8O_2 + HO^- = C_2H_3O_2^- + C_2H_6O$
نمزج حجما قدره $1\ mL$ من المركب العضوي مع حجم قدره $200\ mL$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي $C_0 = 1 \times 10^{-3}\ mol/L$.
كثافة المركب العضوي $d = 0{,}88$ ، الكتلة الحجمية للماء $\rho_e = 1\ g/mL$ ، الكتلة المولية للمركب العضوي $M = 88\ g/mL$
1 – أنشئ جدول التقدّم ، وحدد المتفاعل المحد . نعتبر حجم المزيج $V = 200\ mL$.
2 – اكتب عبارة الناقلية النوعية (σ_0) للمزيج قبل بدء التفاعل بدلالة C_0 ، λ_{Na^+} ، λ_{HO^-} .
3 – اكتب عبارة الناقلية النوعية (σ_f) للمزيج عند نهاية التفاعل بدلالة C_0 ، λ_{Na^+} ، $\lambda_{C_2H_3O_2^-}$.
4 – بيّن أن التركيز المولي لشوارد الهيدروكسيد (HO^-) خلال التفاعل يكتب بالشكل : $[HO^-] = C_0 \times \frac{\sigma_t - \sigma_f}{\sigma_0 - \sigma_f}$ ، حيث σ_t هي الناقلية النوعية للمزيج خلال التفاعل .
5 – احسب قيمة $[HO^-]$ عندما تكون $\sigma_t = \frac{\sigma_0 + \sigma_f}{2}$.

البكالوريا الأسبوعي 01 / باك 2021
الحل

التمرين 01

1- المؤكسد هو فرد كيميائي يكتسب الكترونا أو أكثر خلال تفاعل كيميائي.
المرجع هو فرد كيميائي يتخلى عن إلكترون أو أكثر خلال تفاعل كيميائي.

2- تفاعل الأكسدة-ارجاع هو التفاعل الذي يحدث فيه انتقال الالكترونات من فرد كيميائي (المرجع) إلى فرد آخر (المؤكسد)

3-
$$Mg = Mg^{2+} + 2e^-$$
$$2H_3O^+ + 2e^- = H_2 + 2H_2O$$
$$Mg + 2H_3O^+ = Mg^{2+} + H_2 + 2H_2O$$

$$(H_2O_2 = O_2 + 2H^+ + 2e^-) \times 5$$
$$(MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- = Mn^{2+} + 4H_2O) \times 2$$
$$5H_2O_2 + 2MnO_4^- + 6H^+ = 5O_2 + 2Mn^{2+} + 8H_2O$$
($6H^+ \rightarrow 6H_3O^+$; $8H_2O \rightarrow 14H_2O$)

التمرين 02

1-
$$S_2O_3^{2-} + H_2O = 2SO_2 + 2H^+ + 4e^-$$
$$S_2O_3^{2-} + 6H^+ + 4e^- = 2S + 3H_2O$$
$$2S_2O_3^{2-} + 4H^+ = 2SO_2 + 2S + 2H_2O$$

وبالتالي :
$$S_2O_3^{2-} + 2H^+ = SO_2 + S + H_2O$$
($2H^+ \rightarrow 2H_3O^+$; $H_2O \rightarrow 3H_2O$)

2- كمية المادة الابتدائية
$$n(Na_2S_2O_3) = \frac{m}{M} = \frac{1,58}{158} = 0,01\ mol$$
$$Na_2S_2O_3 \xrightarrow{H_2O} 2Na^+ + S_2O_3^{2-}$$
وبالتالي $n(S_2O_3^{2-}) = 0,01\ mol$
$$[S_2O_3^{2-}] = \frac{n}{V_s} = \frac{0,01}{1} = 0,01\ mol/L$$
كمية المادة المستعملة :
$$n_0(S_2O_3^{2-}) = [S_2O_3^{2-}] \times V$$
$$= 0,01 \times 0,1 = 1 \times 10^{-3}\ mol$$

$$n'_0(H_3O^+) = 1 \times 8 \times 10^{-3} = 8 \times 10^{-3}\ mol$$

جدول التقدم :

$S_2O_3^{2-}$	+	$2H_3O^+$	=	SO_2	+	S	+	$3H_2O$
10^{-3}		8×10^{-3}		0		0		-
$10^{-3} - x$		$8\times10^{-3} - 2x$		x		x		-
$10^{-3} - x_m$		$8\times10^{-3} - 2x_m$		x_m		x_m		-

3- التقدم الأعظمي
$$10^{-3} - x_m = 0 \rightarrow x_m = 10^{-3}\ mol$$
$$8\times10^{-3} - 2x_m = 0 \rightarrow x_m = 4\times10^{-3}\ mol$$
وبالتالي : $x_m = 1\times10^{-3}\ mol$

4- كتلة الكبريت في نهاية التفاعل :
$$m(S) = n(S) \times M$$
من جدول التقدم $n(S) = x_m = 1\times10^{-3}\ mol$
وبالتالي :
$$m(S) = 10^{-3} \times 32$$
$$m(S) = 32\ mg$$

التمرين 03

1-
$$(C_3H_8O = C_3H_6O + 2H^+ + 2e^-) \times 5$$
$$(MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- = Mn^{2+} + 4H_2O) \times 2$$
$$5C_3H_8O + 2MnO_4^- + 6H^+ = 5C_3H_6O + 2Mn^{2+} + 8H_2O$$

كمية المادة الابتدائية
$$n(MnO_4^-) = 0,1 \times 0,1 = 1\times10^{-2}\ mol$$
$$n(C_3H_8O) = \frac{m}{M} \quad \dots\dots (1)$$
ولدينا $m = \rho . V = 0,786 \times 20 = 15,72\ g$
بالتعويض في (1) :
$$n(C_3H_8O) = \frac{15,72}{60} = 0,26\ mol$$

جدول التقدم

$5C_3H_8O$	+	$2MnO_4^-$	+	$6H^+$	=	$5C_3H_6O$	+	$2Mn^{2+}$	+	$8H_2O$
0,26		0,01		-		0		0		بوفرة
$0,26 - 5x$		$0,01 - 2x$		-		$5x$		$2x$		-
$0,26 - 5x_m$		$0,01 - 2x_m$		-		$5x_m$		$2x_m$		-

2- نحدد المتفاعل المحد لكي نعرف لون المزيج في نهاية التفاعل.

$0,26 - 5x_m = 0 \rightarrow x_m = 5,2\times10^{-2}$ mol

$0,01 - 2x_m = 0 \rightarrow x_m = 5\times10^{-3}$ mol

وبالتالي المتفاعل المحد هو MnO_4^-

أي أن اللون البنفسجي إختفى، وبالتالي يكون المزيج شفافاً في نهاية التفاعل.

3- لدينا من جدول التقدم في المرحلة الانتقالية:

$n(MnO_4^-) = 0,01 - 2x$

$x = \frac{0,01}{2} - \frac{n(MnO_4^-)}{2}$

$x = 5\times10^{-3} - \frac{1}{2}[MnO_4^-]\times(V_1+V_2)$

$x = 5\times10^{-3} - \frac{0,120}{2}[MnO_4^-]$

$x = 5\times10^{-3} - 6\times10^{-2}[MnO_4^-]$

التمرين 04

1- جدول التقدم:

كمية مادة المركب العضوي في الحوجلة:

$n = \frac{m}{M} = \frac{\rho.V}{M} = \frac{0,85\times1}{92,5} = 9,2\times10^{-3}$ mol

كمية المادة في 5mL هي $n_0 = \frac{9,2\times10^{-3}}{5} = 1,84\times10^{-3}$ mol

$C(CH_3)_3Cl$	$+ 2H_2O$	$= C(CH_3)_3OH$	$+ Cl^-$	$+ H_3O^+$
$1,84\times10^{-3}$	بوفرة	0	0	0
$1,84\times10^{-3} - x$	-	x	x	x
$1,84\times10^{-3} - x_m$	-	x_m	x_m	x_m

2- $\sigma_t = \lambda_{Cl^-}[Cl^-] + \lambda_{H_3O^+}[H_3O^+]$

نهمل $[H_3O^+]$ و $[HO^-]$ الناتجة عن التفكك الذاتي للماء.

$\sigma_t = \lambda_{Cl^-}\frac{x}{V} + \lambda_{H_3O^+}\frac{x}{V}$

$\sigma_t = \frac{x}{V}(\lambda_{Cl^-} + \lambda_{H_3O^+})$ ..... (1)

في نهاية التفاعل $n(Cl^-) = n(H_3O^+) = x_m = n_0$

$\sigma_f = \lambda_{Cl^-}[Cl^-] + \lambda_{H_3O^+}[H_3O^+]$

$\sigma_f = \frac{n_0}{V}(\lambda_{Cl^-} + \lambda_{H_3O^+})$ ....(2)

قيمة σ_f:

$\sigma_f = \frac{1,84\times10^{-3}}{200\times10^{-6}}(7,63+35)\times10^{-3}$

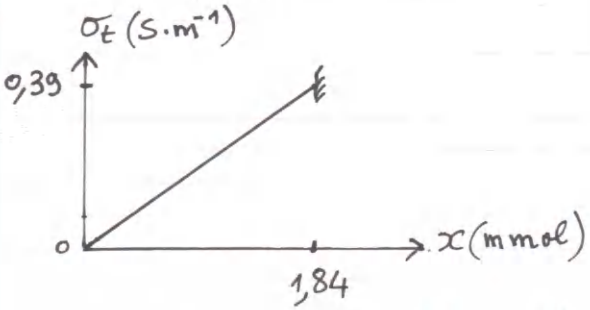
$\sigma_f = 0,39\ S.m^{-1}$

4- نقسم العلاقتين (1) و (2) طرفا لطرف

$\frac{\sigma_t}{\sigma_f} = \frac{x}{n_0}\times\frac{V}{V}\times\frac{\lambda_{Cl^-} + \lambda_{H_3O^+}}{\lambda_{Cl^-} + \lambda_{H_3O^+}}$

$\frac{\sigma_t}{\sigma_f} = \frac{x}{n_0} \rightarrow \sigma_t = \frac{\sigma_f}{n_0}.x$

$\sigma_t = \frac{0,39}{1,84\times10^{-3}}x \simeq 212\,x$



التمرين 05

1- كمية المادة الابتدائية للمركب العضوي

$n(C_4H_8O_2) = \frac{m}{M} = \frac{\rho.V}{M}$ .... (1)

ولدينا $\rho = d\times\rho_e = 0,88\times1 = 0,88$ g/mL

بالتعويض في العلاقة (1):

$n(C_4H_8O_2) = \frac{0,88\times1}{88} = 0,01$ mol

كمية مادة HO^-

$n(HO^-) = 10^{-3}\times0,2 = 2\times10^{-4}$ mol

جدول التقدم:

$C_4H_8O_2$	$+ HO^-$	$= C_2H_3O_2^-$	$+ C_2H_6O$
0,01	2×10^{-4}	0	0
$0,01 - x$	$2\times10^{-4} - x$	x	x
$0,01 - x_m$	$2\times10^{-4} - x_m$	x_m	x_m

المتفاعل المحد

$0{,}01 - x_m = 0 \rightarrow x_m = 0{,}01\ mol$

$2\times10^{-4} - x_m = 0 \rightarrow x_m = 2\times10^{-4}\ mol$

المتفاعل المحد هو HO^-

2- قبل بدء التفاعل لدينا في المزيج الشاردتان HO^- و Na^+

$$\sigma_0 = \lambda_{HO^-}[HO^-] + \lambda_{Na^+}[Na^+]$$

ولدينا $[Na^+] = [HO^-] = C_0$

وبالتالي $\sigma_0 = C_0(\lambda_{Na^+} + \lambda_{HO^-})$ ..... (1)

3- في نهاية التفاعل $[HO^-] \simeq 0$ (المحد)

اختصارًا: نضع $C_2H_3O_2^- = A^-$

$$\sigma_f = \lambda_{Na^+}[Na^+] + \lambda_{A^-}[A^-]$$

$$\sigma_f = \lambda_{Na^+} C_0 + \lambda_{A^-} \times \frac{n_0}{V}$$

$$\sigma_f = C_0(\lambda_{Na^+} + \lambda_{A^-}) \quad ..... (2)$$

4- لدينا $n(HO^-) = C_0V - x$

$$[HO^-].V = C_0V - x$$

$$[HO^-] = C_0 - \frac{1}{V}.x \quad .....(3)$$

عبارة الناقلية النوعية في المرحلة الانتقالية:

$$\sigma_t = \lambda_{Na^+}[Na^+] + \lambda_{HO^-}\frac{C_0V-x}{V} + \lambda_{A^-}\frac{x}{V}$$

$$\sigma_t = \underbrace{\lambda_{Na^+}.C_0 + \lambda_{HO^-}.C_0}_{\sigma_0} - \lambda_{HO^-}\frac{x}{V} + \lambda_{A^-}\frac{x}{V}$$

$$\sigma_t = \sigma_0 + \frac{x}{V}(\lambda_{A^-} - \lambda_{HO^-}) \quad .....(4)$$

من العلاقة (1): $\lambda_{HO^-} = \frac{\sigma_0}{C_0} - \lambda_{Na^+}$

من العلاقة (2): $\lambda_{A^-} = \frac{\sigma_f}{C_0} - \lambda_{Na^+}$

بالتعويض في العلاقة (4):

$$\sigma_t = \sigma_0 + \frac{x}{V}\left(\frac{\sigma_f}{C_0} - \cancel{\lambda_{Na^+}} - \frac{\sigma_0}{C_0} + \cancel{\lambda_{Na^+}}\right)$$

$$\sigma_t - \sigma_0 = \frac{x}{C_0V}(\sigma_f - \sigma_0)$$

ومنه:

$$x = C_0V\frac{\sigma_t - \sigma_0}{\sigma_f - \sigma_0}$$

وبالتعويض في العلاقة (3):

$$[HO^-] = C_0 - \frac{1}{V}.C_0V\left(\frac{\sigma_t - \sigma_0}{\sigma_f - \sigma_0}\right)$$

$$[HO^-] = C_0\left(1 - \frac{\sigma_t - \sigma_0}{\sigma_f - \sigma_0}\right)$$

$$[HO^-] = C_0\left(\frac{\sigma_f - \sigma_0 - \sigma_t + \sigma_0}{\sigma_f - \sigma_0}\right)$$

$$[HO^-] = C_0\frac{\sigma_f - \sigma_t}{\sigma_f - \sigma_0}$$

$$[HO^-] = C_0\frac{\sigma_t - \sigma_f}{\sigma_0 - \sigma_f}$$

5- نعوض σ_t بـ $\frac{\sigma_0 + \sigma_f}{2}$

$$[HO^-] = C_0\frac{\frac{\sigma_0+\sigma_f}{2} - \sigma_f}{\sigma_0 - \sigma_f}$$

$$[HO^-] = \frac{1}{2}C_0\frac{\sigma_0 - \sigma_f}{\sigma_0 - \sigma_f}$$

$$[HO^-] = \frac{1}{2}C_0 = \frac{1}{2}\times10^{-3}$$

$$[HO^-] = 5\times10^{-4}\ mol/L$$

الأستاذ ع. قزوري / وهران

Guezouri Abdelkader

Oran

ملاحظة:

ادخل إلى قناة الأستاذ ع. قزوري (تجدها هنا: www.guezouri.org) لمتابعة الفيديو الخاص بهذا البكالوريا الأسبوعي.

التمرين 01

1 - عرّف زمن نصف التفاعل . ما هي الفائدة العملية من معرفة زمن نصف التفاعل لتحوّل كيميائي ؟

2 - ما هي العبارة أو العبارات الصحيحة ممّا يلي ؟

$t_{1/2} = \frac{x_f}{2}$ ، $x_{1/2} = \frac{t_{1/2}}{2}$ ، $x(t_{1/2}) = \frac{x_{max}}{2}$ ، $x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2}$ ، $x(t_{1/2}) = \frac{n_i}{2}$ حيث n_i كمية المادة الابتدائية للمتفاعل المحد

3 - عرّف السرعة الحجمية للتفاعل .

4 - عرّف العامل الحركي ، ثمّ اذكر عاملين حركيين ، وبيّن مجهريّا كيفيّة تأثير العامل الحركي على سرعة التفاعل .

5 - عرّف الوسيط . ما هو دور الوسيط في تحوّل كيميائي ؟ اذكر أنواع الوساطة .

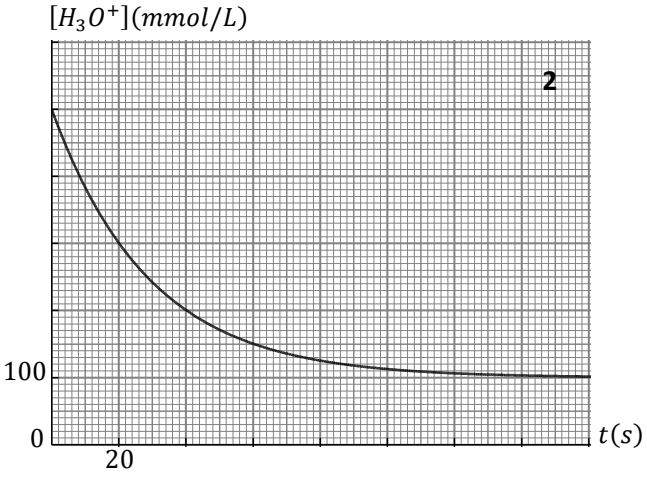
التمرين 02

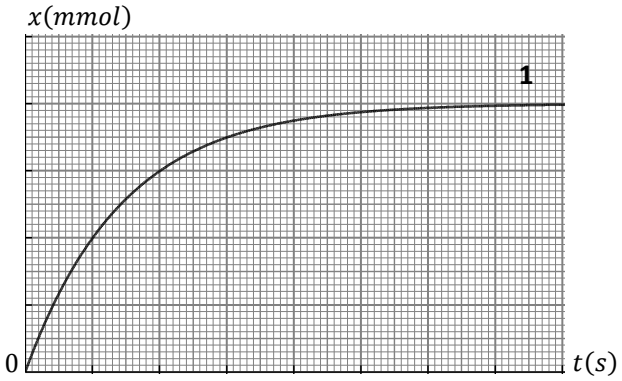
يتفاعل كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ (جسم صلب) مع محلول حمض كلور الهيدروجين (H_3O^+, Cl^-) حسب التفاعل التّام الذي معادلته :

$CaCO_3 + 2H_3O^+ = Ca^{2+} + CO_2 + 3H_2O$. يجري التفاعل في درجة حرارة ثابتة θ_1 .

وضعنا كمية من كربونات الكالسيوم كتلتها m_0 في بيشر يحتوي على حجم $V = 200\ mL$ من محلول حمض كلور الهيدروجين تركيزه المولي C .

مثّلنا بيانيا التركيز المولي لشوارد الهيدرونيوم والتقدّم بدلالة الزمن .





1 – أنشئ جدول التقدم للتفاعل .

2 – احسب قيمة التقدّم الأعظمي .

3 – بيّنْ أنه عند زمن نصف التفاعل يكون $[H_3O^+]_{1/2} = \frac{C+[H_3O^+]_f}{2}$ ، حيث $[H_3O^+]_f$ هو التركيز المولي لشوارد الهيدرونيوم عند انتهاء التفاعل . حدّدْ قيمة زمن نصف التفاعل ، ، ثم ضع سلّما للتراتيب والفواصل على البيان 1 .

4 – احسب قيمة الكتلة m_0 .

5 – باستعمال البيان 1 أو البيان 2 ، احسب السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 0$.

6 – مثّلْ بشكل تقريبي البيانين $x(t)$ و $[H_3O^+]\ (t)$ مع البيانين السابقين لوْ أجرينا التفاعل السابق في درجة حرارة $\theta_2 > \theta_1$.

(يجب نقل البيانين الأصليين على ورقة الإجابة بشكل تقريبي كذلك) . الكتلة المولية لكربونات الكالسيوم $M = 100\ g/mol$.

التمرين 03

يتفكّك الماء الأكسوجيني كلّيا وببطء ، ويمكن تسريع التفكّك باستعمال وسيط مثل قطرات من الدّم .

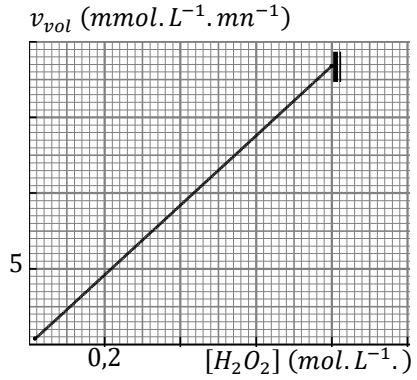
الثنائيتان هما : H_2O_2/H_2O و O_2/H_2O_2

لدينا عند اللحظة $t = 0$ محلول للماء الأكسوجيني حجمه $V = 100\ mL$.

نقوم بمعايرة عيّنات من الماء الأكسوجيني من حين لآخر بواسطة محلول مائي لبرمنغنات البوتاسيوم (K^+, MnO_4^-) تركيزه المولي $C_0 = 0{,}2\ mol/L$. الثنائية هي MnO_4^-/Mn^{2+} .

من التمثيل البياني للتركيز المولي للماء الأكسوجيني بدلالة الزمن قُمنا بحساب ميل المماس لهذا البيان في مختلف الأزمنة ، ثم استنتجنا السرعة الحجمية للتفاعل بواسطة برنامج معلوماتي .

مثّلنا بيانيا السرعة الحجمية للتفاعل بدلالة التركيز المولي للماء الأكسوجيني $v_{vol} = f([H_2O_2])$.



1 – اكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة وللإرجاع ، واستنتج معادلة تفكّك الماء الأكسوجيني .

2 – أنشئ جدول التقدّم .

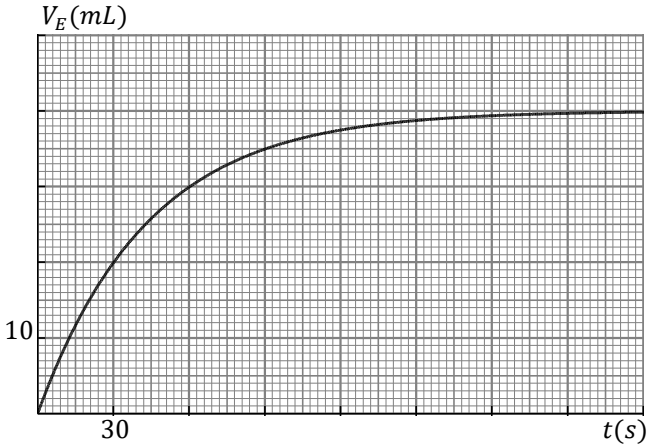
3 – احسب السرعة الحجمية لتفكّك الماء الأكسوجيني عند اللحظة $t = 0$.

4 – كم تكون السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = t_{1/2}$ ؟

5 –
أ / اكتب معادلة تفاعل المعايرة .
ب / تفاعل المعايرة يجب أن يكون تامّا ، لماذا ؟
6 – ما هو حجم محلول برمنغنات البوتاسيوم الذي نضيفه عند زمن نصف التفاعل للحصول على التكافؤ عند معايرة عينة من الماء الأكسوجيني حجمها $V_P = 10\ mL$ ؟
7 – مثّل بشكل تقريبي البيان $v_{vol} = f([H_2O_2])$ مع البيان السابق في حالة عدم استعمال الوسيط .

التمرين 04

نتابع عن طريق المعايرة تفاعل شوارد اليود (I^-) مع شوارد بيروكسو ثنائي الكبريتات $(S_2O_8^{2-})$. نمزج في بيشر حجما $V_1 = 100\ mL$ من محلول مائي ليود البوتاسيوم (K^+, I^-) تركيزه المولي $C_1 = 0{,}4\ mol/L$ مع حجم $V_2 = 100\ mL$ من محلول مائي لبيروكسو ثنائي كبريتات البوتاسيوم $(2K^+, S_2O_8^{2-})$ تركيزه المولي C_2 .



قسّمنا المزيج قبل بدْء التفاعل في 10 أنابيب بالتساوي ، ووضعنا الأنابيب في حمّام مائي درجة حرارته ثابتة . يبدأ التفاعل في الأنابيب عند اللحظة $t = 0$.
بعد مدة زمنية نخرج أحد الأنابيب من الحمّام المائي ، ونصبّ محتواه في بيشر فيه ماء بارد جدا ، ثمّ نعاير ثنائي اليود فيه بواسطة محلول مائي لثيوكبريتات الصوديوم $(2Na^+, S_2O_3^{2-})$ تركيزه المولي $C_R = 0{,}05\ mol/L$.
نعاير بنفس الطريقة ثنائي اليود في الأنابيب الأخرى في لحظات مختلفة .
مثّلنا بيانيا الحجم V_E لثيوكبريتات الصوديوم اللازم للتكافؤ بدلالة الزمن .
(المقصود بالزمن هو اللحظة التي وضعنا فيها محتوى الأنبوب في في البيشر)
الثنائيات هي : I_2/I^- ، $S_2O_8^{2-}/SO_4^{2-}$ ، $S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-}$
1 – اكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة وللإرجاع لتفاعل محلول يود البوتاسيوم مع محلول بيروكسوثنائي كبريتات البوتاسيوم (شاردة البوتاسيوم لا تتفاعل) .
2 – أنشئ جدول التقدم للتفاعل الذي يجري في أحد الأنابيب .
3 – اكتب معادلة تفاعل المعايرة بعد كتابة المعادلتين النصفيتين .
4 – لماذا وضعنا محتوى الأنبوب في الماء البارد جدا ؟ وهل وجود الماء يؤثّر على حجم التكافؤ ؟
5 – عرّف التكافؤ ، ثم بدون انشاء جدول التقدّم لتفاعل المعايرة اكتب العلاقة بين كمية مادة ثنائي اليود I_2 وحجم محلول ثيوكبريتات الصوديوم اللازم للتكافؤ في أحد الأنابيب .
6 – احسب قيمة التقدّم الأعظمي لتفاعل محلول يود البوتاسيوم مع محلول بيروكسوثنائي كبريتات البوتاسيوم .
7 – احسب قيمة التركيز المولي C_2 .
8 – احسب التركيز المولي لشوارد البوتاسيوم K^+ في المزيج المتفاعل في أحد الأنابيب .
9 – بيّن أن السرعة الحجمية للتفاعل تُكتب بالشكل $v_{vol} = 1{,}25\ \frac{dV_E}{dt}$ ، ثم احسب قيمتها عند اللحظة $t = 60\ s$.
10 – بيّن أن عند زمن نصف التفاعل يكون الحجم اللازم للتكافؤ $V_E = \frac{V_E(max)}{2}$ ، حيث $V_E(max)$ هو حجم محلول ثيوكبريتات الصوديوم اللازم للتكافؤ في الأنبوب الذي انتهى فيه التفاعل . حدّد زمن نصف التفاعل .

البكالوريا الأسبوعي 02 / باك 2021

www.guezouri.org/الحل

التمرين 01

1- زمن نصف التفاعل هو الزمن اللازم لبلوغ التقدم نصف قيمته النهائية .

الفائدة العملية من زمن نصف التفاعل :
لأن التفاعلات التي ندرسها تنتهي في مدة قدرها حوالي $7\,t_{1/2}$ ، وبالتالي إذا كان التفاعل بطيئا جدا (زمن نصف التفاعل من رتبة الساعات مثلا أو الأيام) ، يمكن أن نعرف مدته بالوصول فقط لزمن نصف التفاعل ؛ حيث نعتبر $t_{1/2}$ وحدة لقياس مدة التفاعلات .

2- العبارتان الصحيحتان هما :
تفاعل تام $x(t_{1/2}) = \frac{x_m}{2}$
" غير تام $x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2}$

3- السرعة الحجمية للتفاعل هي مقدار تغير التقدم في وحدة الزمن في لتر من المزيج المتفاعل .

4- العامل الحركي هو العامل الذي يغير سرعة التفاعل .
- درجة الحرارة
- التراكيز الابتدائية للمتفاعلات

على المستوى المجهري :
إن رفع درجة الحرارة مثلا أو التراكيز الابتدائية يرفع تواتر التصادمات الفعالة بين المتفاعلات ، وبالتالي سرعة أكبر .

5- الوسيط : مادة كيميائية تضاف للمزيج المتفاعل بهدف رفع سرعة التفاعل ، يشارك في مراحل التفاعل وينسحب في نهاية التفاعل :
لا يؤثر على التركيب المولي للمزيج في نهاية التفاعل .
- وساطة متجانسة
- وساطة غير متجانسة
- وساطة إنزيمية

التمرين 02

1- جدول التقدم

كمية المادة الابتدائية :

$n(CaCO_3) = n_0$

$[H_3O^+]_0 = C$: $t=0$ عند

$= 0,5\ mol/L$

وبالتالي : $n_0(H_3O^+) = 0,5 \times 0,2 = 0,1\ mol$

	$CaCO_3$	+ $2H_3O^+$	= Ca^{2+}	+ CO_2	+ $3H_2O$	
$t=0$	n_0	$0,1$	0	0	بوفرة	
t	$n_0 - x$	$0,1 - 2x$	x	x	=	
t_f	$n_0 - x_m$	$0,1 - 2x_m$	x_m	x_m	=	

2- حساب التقدم الأعظمي بالاستعانة بالبيان (2)

لدينا $n_0(H_3O^+) = 0,1\ mol$

$n_f(H_3O^+) = 0,1 \times 0,2 = 0,02\ mol$

ومن جدول التقدم :

$0,02 = 0,1 - 2x_m \rightarrow x_m = 0,04\ mol$

3- من جدول التقدم أثناء التفاعل لدينا :

$n(H_3O^+) = CV - 2x$

$[H_3O^+]V = CV - 2x$

عندما $x = x_m$ فإن $[H_3O^+] = [H_3O^+]_f$

أي : $[H_3O^+]_f V = CV - 2x_m$

ومنه $\frac{x_m}{2} = \frac{CV - [H_3O^+]_f V}{4}$

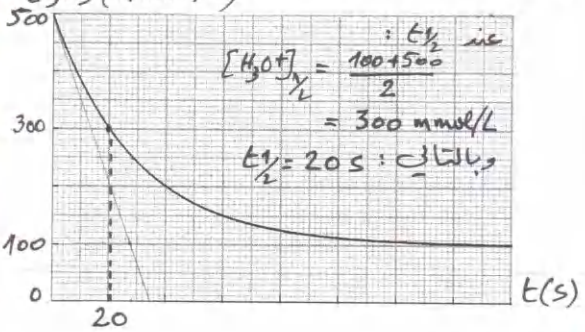
عند $t = t_{1/2}$ يكون $x = \frac{x_m}{2}$

وبالتالي :

$[H_3O^+]_{1/2} V = CV - 2\left(\frac{CV - [H_3O^+]_f V}{4}\right)$

$[H_3O^+]_{1/2} = \frac{C + [H_3O^+]_f}{2}$

زمن نصف التفاعل :



التمرين 03

1- المعادلتان النصفيتان

$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- = 2H_2O$

$H_2O_2 = O_2 + 2H^+ + 2e^-$

معادلة التفكك:

$2H_2O_2 = O_2 + 2H_2O$

2- كمية المادة الابتدائية

من البيان لدينا $[H_2O_2]_0 = C = 0,8\ mol/L$

وبالتالي: $n_0 = 0,8 \times 0,1 = 0,08\ mol$

$2H_2O_2$	=	O_2	+	$2H_2O$
0,08		0		يوفر
0,08 - 2x		x		=
0,08 - 2x_m		x_m		=

3- $v_{vol}(H_2O_2) = -\frac{d[H_2O_2]}{dt}$ ....(1)

ولدينا من جدول التقدم

$[H_2O_2]V = 0,08 - 2x$

باشتقاق الطرفين بالنسبة للزمن:

$V\frac{d[H_2O_2]}{dt} = -2\frac{dx}{dt}$

$\frac{d[H_2O_2]}{dt} = -2 \times \left(\frac{1}{V}\frac{dx}{dt}\right)$ v_{vol}

وبالتالي: $v_{vol}(H_2O_2) = 2\,v_{vol}$

ولدينا من البيان السرعة الحجمية للتفاعل عند $t=0$ هي $v_{vol} = 1,85 \times 10^{-2}\ mol.L^{-1}.mn^{-1}$

وبالتالي: $v_{vol}(H_2O_2) = 1,85 \times 10^{-2} \times 2$

$= 3,7 \times 10^{-2}\ mol.L^{-1}.mn^{-1}$

4- عند $t = t_{1/2}$ يكون $[H_2O_2] = \frac{0,8}{2}$

$= 0,4\ mol/L$

وبالتالي من البيان $v_{vol} = 9,2 \times 10^{-3}\ mol.L^{-1}.mn^{-1}$

5- تفاعل المعايرة

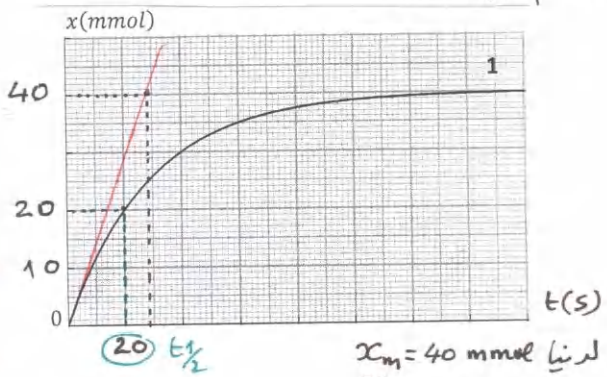
$(H_2O_2 = O_2 + 2H^+ + 2e^-) \times 5$

$(MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- = Mn^{2+} + 4H_2O) \times 2$

$5H_2O_2 + 2MnO_4^- + 6H^+ = 5O_2 + 2Mn^{2+} + 8H_2O$

(2)

سلم البيان (1):



$x_m = 40\ mmol$ لدينا

$\frac{x_m}{2} = 20\ mmol$ وبالتالي $t_{1/2} = 20\ s$

1Cm يوافق

1Cm → 10mmol

4- نعوض x_m في جدول التقدم بالنسبة لـ H_3O^+:

$n(H_3O^+) = 0,1 - 2x_m = 0,1 - 2 \times 0,04 \neq 0$

وبالتالي H_3O^+ ليس المتفاعل المحد.

وبما أن التفاعل تام؛ فإن $CaCO_3$ هو المتفاعل المحد، وبالتالي:

$n_0 - x_m = 0 \rightarrow n_0 = x_m = 0,04\ mol$

$m_0 = n_0 \times M = 0,04 \times 100 = 4\ g$

5- السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t=0$:

لدينا $v_{vol} = \frac{1}{V}\frac{dx}{dt}$

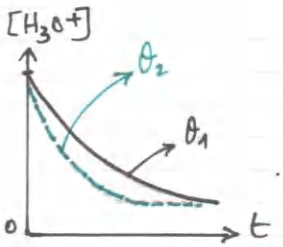
من البيان (1) $\frac{dx}{dt} = \frac{0,04}{28}$

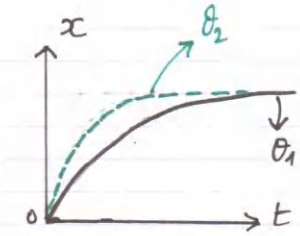
$= 1,43 \times 10^{-3}$

وبالتالي: $v_{vol} = \frac{1}{0,2} \times 1,43 \times 10^{-3}$

$v_{vol} = 7,1 \times 10^{-3}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$

6- درجة الحرارة عبارة عن عامل حركي، وعندما نرفعها فإن مدة التفاعل تنقص.





ب/ يجب أن يكون تفاعل المعايرة هتي يتفاعل كل المفرد الذي نعايره ، وبالتالي يمكن حساب تركيزه المولي .

6 - لدينا عند التكافؤ $\frac{n(H_2O_2)}{5} = \frac{n(MnO_4^-)}{2}$

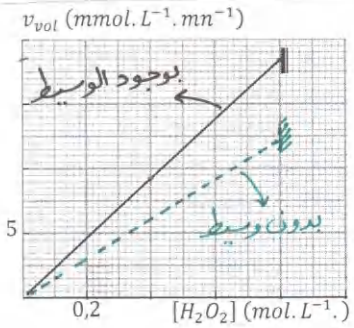
$n(H_2O_2) = 2,5\ C_0 V_E$

لدينا عند $t = t_{1/2}$: $[H_2O_2] = 0,4\ mol/L$

وبالتالي : $V_E = \frac{0,4 \times 10 \times 10^{-3}}{2,5 \times 0,2} = 0,008\ L$

$V_E = 8\ mL$

7 -



الوسيط يسرع التفاعل .

التمرين 04

1 -

$2I^- = I_2 + 2e^-$

$S_2O_8^{2-} + 2e^- = 2SO_4^{2-}$

$2I^- + S_2O_8^{2-} = I_2 + 2SO_4^{2-}$

2 - حجم كل أنبوب $V = \frac{200}{10} = 20\ mL$

أي $10\ mL$ في كل متفاعل .

كمية المادة الابتدائية $n(I^-) = 0,4 \times 10 \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-3}\ mol$

$n(S_2O_8^{2-}) = C_2 \times 10 \times 10^{-3} = 0,01\ C_2$

جدول التقدم :

	$2I^-$	+ $S_2O_8^{2-}$	= I_2	+ $2SO_4^{2-}$
الحالة البدئية	4×10^{-3}	$0,01\ C_2$	0	0
الحالة الانتقالية	$4 \times 10^{-3} - 2x$	$0,01\ C_2 - x$	x	$2x$
الحالة النهائية	$4 \times 10^{-3} - 2x_m$	$0,01\ C_2 - x_m$	x_m	$2x_m$

3 - معادلة تفاعل المعايرة :

$I_2 + 2e^- = 2I^-$

$2S_2O_3^{2-} = S_4O_6^{2-} + 2e^-$

$I_2 + 2S_2O_3^{2-} = 2I^- + S_4O_6^{2-}$

4 - وضعنا محتوى الأنبوب في الماء البارد لكي يتوقف التفاعل (درجة الحرارة عبارة عن عامل حركي) لأجل التمكن من معايرة I_2 .

وجود الماء في البيشر لا يؤثر على حجم التكافؤ ؛ لأن إضافة الماء لا تؤثر على كمية مادة ثنائي اليود (I_2) (تركيزه ينقص ، لكن كمية المادة لا تتغير)

ملاحظة : تفاعل المعايرة يحدث في البرودة كذلك .

5 - التكافؤ في حالة المزيج عندما يكون المعايِرُ والمعايَرُ بكميتين متناسبتين ستوكيومتريًا .

عند التكافؤ يكون $n(I_2) = \frac{1}{2} n(S_2O_3^{2-})$

$n(I_2) = \frac{1}{2} C_R V_E$ .....(1)

6 - من جدول التقدم لدينا $n(I_2) = x$

ومن العلاقة (1) $x = \frac{1}{2} C_R V_E$

ولدينا أكبر قيمة لـ V_E على البيان توافق الأنبوب الذي إنتهى فيه التفاعل

$V_E(max) = 40\ mL$

وبالتالي : $x_m = \frac{1}{2} C_R V_E(max)$

$x_m = \frac{1}{2} \times 0,05 \times 40 \times 10^{-3}$

$x_m = 1 \times 10^{-3}\ mol$

7 - من جدول التقدم في نهاية التفاعل لدينا

$n(I^-) = 4 \times 10^{-3} - 2x_m$

$= 4 \times 10^{-3} - 2 \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-3}\ mol$

$n(I^-) \neq 0$

وبالتالي I^- ليس هو المتفاعل المحد وبما أن التفاعل تام ، إذن المتفاعل المحد هو $S_2O_8^{2-}$

من جدول التقدم :

$0,01 C_2 - x_m = 0 \rightarrow C_2 = \frac{x_m}{0,01}$

$C_2 = \frac{10^{-3}}{10^{-2}} = 0,1\ mol/L$

-8

يتحلل بيروكسوثنائي كبريتات البوتاسيوم في الماء :

$$K_2S_2O_8 \xrightarrow{H_2O} 2K^+ + S_2O_8^{2-}$$

$$[K^+] = 2C_2 = 2\times0,1 = 0,2 mol/L$$

يتحلل يود البوتاسيوم في الماء :

$$KI \xrightarrow{H_2O} K^+ + I^-$$

$$[K^+] = C_1 = 0,4 mol/L$$

لما نمزج المحلولين ونوزّعه في الأنابيب :

$$[K^+] = \frac{0,2\times10 + 0,4\times10}{20} = 0,3 mol/L$$

أو نحسبه قبل التقسيم.

9- السرعة الحجمية للتفاعل :

$$v_{vol} = \frac{1}{V}\frac{dx}{dt} \quad .....(2)$$

ولدينا $x = \frac{1}{2}C_R V_E$

باشتقاق الطرفين بالنسبة للزمن :

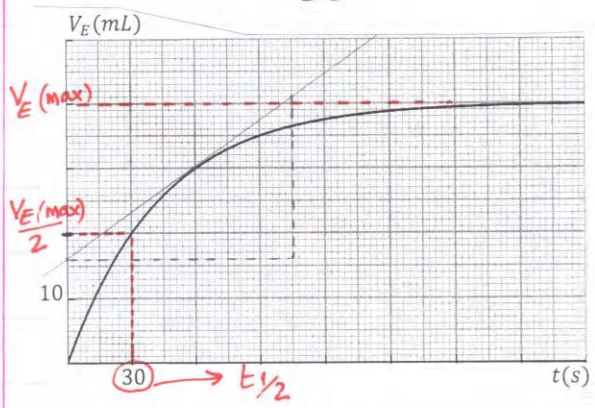
$$\frac{dx}{dt} = \frac{1}{2}C_R \frac{dV_E}{dt}$$

وبالتعويض في (2)

$$v_{vol} = \frac{1}{V}\times\frac{1}{2}C_R\frac{dV_E}{dt}$$

$$= \frac{1}{0,02}\times0,5\times0,05\ \frac{dV_E}{dt}$$

$$v_{vol} = 1,25\ \frac{dV_E}{dt}$$



عند اللحظة $t = 60s$ لدينا ميل المماس

$$a = \frac{dV_E}{dt} = \frac{2,5\times10\times10^{-3}}{3,5\times30} = 2,4\times10^{-4}$$

وبالتالي

$$v_{vol} = 1,25\times2,4\times10^{-4}$$

$$v_{vol} = 3,0\times10^{-4} mol.L^{-1}.s^{-1}$$

-10

لدينا $x = \frac{1}{2}C_R V_E = \frac{1}{2}\times0,05\ V_E$

$x = 0,025 V_E \rightarrow V_E = 40x$

عندما $x = x_m$ فإن :

$V_E = V_{E(max)}$

وبالتالي :

$$x_m = 0,025 V_{E(max)}$$

عند $t = t_{1/2}$ يكون :

$$V_{E\,1/2} = \frac{40\times0,025 V_{E(max)}}{2}$$

$$V_{E\,1/2} = \frac{V_{E(max)}}{2}$$

نحدّد من البيان : $t_{1/2} = 30\ s$

التمرين 01 (تجريبي)

تلقّى مخبر الكيمياء لثانوية الدكتور بن زرجب بتلمسان السنة الماضية كميّة من المواد الكيميائية ، من بينها قارورتان للماء الأكسوجيني (H_2O_2) مسجّلٌ عليهما : " $(10V)$ ، يُحفظ في مكان بارد " . إن الإشارة $10V$ معناها هو : لو تفكّك لتر واحد من الماء الأكسوجيني تماما ، فإنه يعطي حجما من غاز الأكسوجين قيمته $V\ (O_2) = 10\ L$ مقاسا في الشرطين النظاميين لدرجة الحرارة والضغط . $V_M = 22{,}4\ L.mol^{-1}$.
الماء الأكسوجيني هو محلول شفاف .
استُهلكت إحدى القارورتين مع طلبة بكالوريا 2020 ، وبقيت القارورة الثانية في المخبر من سبتمبر 2019 إلى غاية نوفمبر 2020 .
في حصة أعمال تطبيقية قامت بها الأستاذة بن صفيّة هناء ابتسام مع فوج من تلاميذها ، حيث كانت تعليمات الوقاية من كوفيد – 19 مطبّقة بدقّة ، أرادت أن تبيّن للتلاميذ تأثير العوامل الحركية على سرعة تفاعل كيميائي من خلال المتابعة الزمنية لتحوّل كيميائي .
قائمة المواد الكيميائية والزجاجيات المقترحة :

- قارورة الماء الأكسوجيني السابقة
- محلول مائي لبرمنغنات البوتاسيوم تركيزه المولي $C' = 0{,}05\ mol/L$
- حمض الكبريت المركز
- الماء المقطّر
- حوجلات عيارية : $50\ mL$ ، $100\ mL$ ، $500\ mL$
- ماصّات عيّارية : $5\ mL$ ، $10\ mL$ ، $20\ mL$
- بياشر
- سحّاحة مدرّجة

حضّر التلاميذ محلولا S_1 للماء الأكسوجيني انطلاقا من المحلول الموجود في القارورة تركيزه المولي $C_1 = \frac{C_0}{100}$ وحجمه $0{,}5\ L$ ، حيث C_0 هو التركيز المولي للماء الأكسوجيني في القارورة .
شكّل التلاميذ مزيجين متماثلين : M_1 و M_2 ، حيث كل مزيج يتألف من حجم $V_1 = 100\ mL$ من المحلول S_1 وحجم من محلول S_2 ليود البوتاسيوم (K^+, I^-) قدره $V_2 = 60\ mL$ وتركيزه المولي $C_2 = 0{,}5\ mol/L$.
يجري التفاعل في المزيج M_1 في الدرجة θ_1 ، ويجري التفاعل في المزيج M_2 في الدرجة $\theta_2 > \theta_1$.
يبدأ التفاعل في المزيجين عند اللحظة $t = 0$.
تابع التلاميذ تطوّر التفاعل عن طريق معايرة ثنائي اليود الناتج في عيّنات من المزيج M_1 . حصلوا على النتائج المدوّنة في الجدول .

$t(mn)$	0	5	10	20	30	40	50	60	70	75
$[I_2](mmol/L)$	0	1,06	1,87	2,81	3,25	3,50	3,62	3,69	3,75	3,75

1 – اكتب معادلة التفكك الذاتي للمـاء الأكسوجيني . الثنائيتان هما : H_2O_2/H_2O و O_2/H_2O_2 .
2 – أنشئ جدول التقدّم لتفاعل التفكّك الذاتي للماء الأكسوجيني لحجم V من القارورة .
3 – اكتب معادلة تفاعل الماء الأكسوجيني مع محلول يود البوتاسيوم ، ثم أنشيء جدول التقدّم . (الشاردة K^+ لا تتفاعل) . لدينا الثنائية I_2/I^- .
4 - في نهاية تفاعل الماء الأكسوجيني مع يود البوتاسيوم نجد أن الماء الأكسوجيني قد تفاعل كله .
أ / ما هي الزجاجيات المستعملة في عمليّة التخفيف السابقة ؟
ب / احسب التركيز المولي للمحلول S_1 ، ثم استنتج قيمة C_0 .
5 – احسب التركيز المولي النظري للماء الأكسوجيني في القارورة . هل شروط حفظ قارورة الماء الأكسوجيني كانت مطبّقة ؟
6 – حدّد زمن نصف التفاعل .
7 – احسب السرعة المتوسّطة الحجمية لاختفاء الماء الأكسوجيني بين اللحظتين $t_1 = 10\ mn$ و $t_2 = 30\ mn$.
8 – في نهاية التفاعل في المزيج M_2 : نجد $[I_2] = 3{,}75\ mmol/L$ ، $[I_2] < 3{,}75\ mmol/L$ ، $[I_2] > 3{,}75\ mmol/L$.
اختر الجواب الصحيح مع التعليل المختصر .
9 – في المزيج M_2 : السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 10\ mn$ تكون أصغر ممّا في المزيج M_1 في نفس اللحظة . هل هذا صحيح ؟
10– كلّفت الأستاذة أحد التلاميذ التأكد من التركيز المولي للماء الأكسوجيني في القارورة عن طريق معايرته بواسطة محلول برمنغنات البوتاسيوم السابق .
أخذ التلميذ من القارورة حجما $V_p = 5\ mL$ ، ووضعه في بيشر وأضاف له حجما من الماء قدره $9V_p$ ، ثم ملأ السحاحة بمحلول برمنغنات البوتاسيوم .
فتح السحاحة لإضافة المحلول المؤكسد تدريجيا . الثنائية هي MnO_4^-/Mn^{2+} (الشاردة MnO_4^- بنفسجية ، و Mn^{2+} شفّافة)
أ / كيف يحدّد هذا التلميذ الحجم اللازم للتكافؤ ؟
ب / إن الحجم اللازم للتكافؤ هو $V_E = 24\ mL$.
- اكتب معادلة تفاعل المعايرة .
- احسب التركيز المولي للمـاء الأكسوجيني الذي عايره التلميذ ، ثم استنتج التركيز المولي للماء الأكسوجيني في القارورة .

التمرين 02

لدينا محلولان مائيان ، أحدهما S_1 لحمض الأوكزاليك $(C_2H_2O_4)$ حجمه $V_1 = 100\ mL$ وتركيزه المولي C_1 ، والآخر لثنائي كرومات البوتاسيوم $(2K^+, Cr_2O_7^{2-})$ حجمه $V_2 = 100\ mL$ وتركيزه المولي C_2 محمّض بقطرات من حمض الكبريت المركّز .

نمزج المحلولين عند اللحظة $t = 0$ في بيشر . حجم المزيج المتفاعل هو $V_T = 200\ mL$

في الوثيقة المرفقة يوجد التمثيل البياني لتركيزي شوارد الكروم وحمض الأوكزاليك بدلالة الزمن .

1 – اكتب المعادلتين النصفيتين للأكسدة وللإرجاع ، ثم معادلة الأكسدة – إرجاع . الثنائيتان هما : $Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}$ و $CO_2, H_2O/C_2H_2O_4$

2 – أنشيء جدول تقدّم التفاعل .

3 – أنسب كل بيان للتركيز الموافق ، مع التعليل .

4 – احسب قيمة التقدّم الأعظمي .

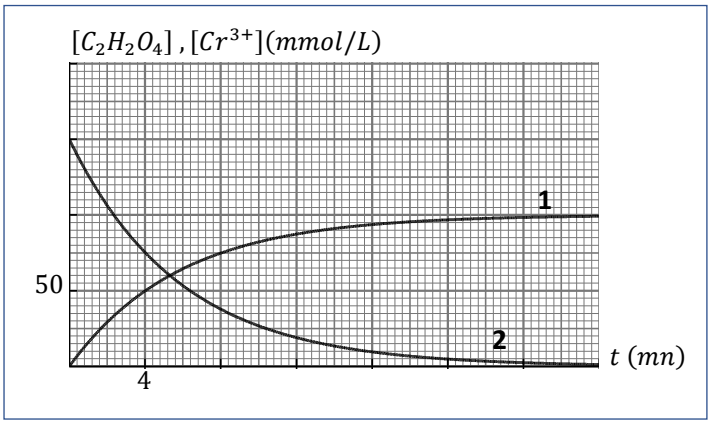
5 – احسب قيمة التركيز المولي C_1 بطريقتين .

6 – كم يجب أن تكون قيمة C_2 لكي يكون لدينا مزيج متفاعل في شروط ستوكيومترية ؟

7 – حدّد زمن نصف التفاعل .

8 – احسب السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t = 4\ mn$ باستعمال البيان (1) ، ثم باستعمال البيان (2) .

9 – حدّد التركيب المولي للمزيج المتفاعل عند زمن نصف التفاعل .



البكالوريا الأسبوعي 03 / بـــاك 2021
الحـــل

التمرين 01

1- $H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- = 2H_2O$
$H_2O_2 = O_2 + 2H^+ + 2e^-$
معادلة التفكك الذاتي: $2H_2O_2 = O_2 + 2H_2O$

2- جدول التقدّم :

$2H_2O_2$	=	O_2	+	$2H_2O$
C_0V		0		بوفرة
$C_0V - 2x$		x		"
$C_0V - 2x_m$		x_m		"

3- معادلة تفاعل H_2O_2 (مؤكسد) مع I^- (مرجع) :
$2I^- = I_2 + 2e^-$
$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- = 2H_2O$
$H_2O_2 + 2H^+ + 2I^- = I_2 + 2H_2O$

جدول التقدم :

H_2O_2	+	$2I^-$	$+2H^+$	=	I_2	$+2H_2O$
C_1V_1		C_2V_2	/		0	بوفرة
$C_1V_1 - x$		$C_2V_2 - 2x$	/		x	"
$C_1V_1 - x_m$		$C_2V_2 - 2x_m$	/		x_m	"

4- أ) لدينا معامل التمديد $F = \frac{C_0}{C_1} = 100$
وبالتالي يجب أن نأخذ الحجم المراد تمديده بماصة سعتها 5 mL ونضعه في حوجلة سعتها 500 mL ؛ وهذا لكي يكون :
$F = \frac{500}{5} = 100$
هذا لا يتحقق مع الماصات والحوجلات الأخرى المقترحة .

ب) التركيز المولي للمحلول S_1 (C_1) :
الماء الأكسوجيني هو المتفاعل المحد، وبالتالي
$C_1V_1 - x_m = 0$ ..... (1)
نحسب x_m : لدينا من الجدول
التركيز المولي لثنائي اليود (I_2) هو :
نهاية التفاعل : $[I_2]_m = 3{,}75 \times 10^{-3}$ mol/L
$n(I_2)_m = [I_2]_m \times V_T$

$n(I_2)_m = 3{,}75 \times 10^{-3} \times 0{,}16 = 6 \times 10^{-4}$ mol
في جدول التقدم لدينا :
$x_m = n(I_2)_m = 6 \times 10^{-4}$ mol
$C_1 = \frac{x_m}{V_1}$: (1) بالتعويض في العلاقة
$C_1 = \frac{6 \times 10^{-4}}{0{,}1} = 6 \times 10^{-3}$ mol/L
ولدينا $C_0 = 100 \times C_1$
$= 100 \times 6 \times 10^{-3} = 0{,}6$ mol/L

5- لدينا من جدول تقدّم التفكك الذاتي للماء الأكسوجيني :
$C_0V - 2x_m = 0$
ولدينا $x_m = V(O_2)_m$
$x_m = \frac{V(O_2)_m}{V_M}$
وبالتالي : ($V = 1L$ من التعريف) ،
$C_0 = 2x_m = 2 \times \frac{10}{22{,}4}$
$C_0 \simeq 0{,}9$ mol/L
نلاحظ أن التركيز المولي للماء الأكسوجيني في القارورة تناقص أثناء فتره حفظه من 0,9 mol/L إلى 0,6 mol/L ، وهذا يدلّ على أن شروط الحفظ لم تكن متوفّرة . درجة الحرارة عبارة عن عامل حركي (يجب أن يُحفظ في مكان بارد)

6- نلاحظ في الجدول المعطى أن من أجل $t = 10$ mn يكون $[I_2] = \frac{[I_2]_m}{2}$
وبالتالي $t_{1/2} = 10$ mn

7- السرعة الحجمية المتوسطة لاختفاء الماء الأكسوجيني هي :
$\vartheta_m(H_2O_2) = -\frac{\Delta[H_2O_2]}{\Delta t}$ .....(2)
لدينا من جدول التقدم
$[H_2O_2]V_T = C_1V_1 - x$
ولدينا كذلك $x = n(I_2) = [I_2] \cdot V_T$
وبالتالي : $[H_2O_2] = \frac{C_1V_1}{V_T} - [I_2]$

$[H_2O_2]V = 2,5\ C'V_E$

$V = 5+45 = 50mL$ لدينا

وبالتالي :

$[H_2O_2] \times 50\times10^{-3} = 2,5 \times 0,05 \times 24\times10^{-3}$

$[H_2O_2] = 0,06\ mol/L$

ولدينا معامل التمديد

$F = \frac{V+9V}{V} = 10$

وبالتالي

$C_0 = 10 \times 0,06$

$C_0 = 0,6\ mol/L$

أو :

$[H_2O_2] \times 5\times10^{-3} = 2,5 \times 0,05 \times 24\times10^{-3}$

$[H_2O_2] = C_0 = 0,6\ mol/L$

التمرين 02

$(C_2H_2O_4 = 2CO_2 + 2H^+ + \overset{-1}{2}e^-) \times 3$

$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- = 2Cr^{3+} + 7H_2O$

$3C_2H_2O_4 + Cr_2O_7^{2-} + 8H^+ = 6CO_2 + 2Cr^{3+} + 7H_2O$

2- جدول التقدم :

	$3C_2H_2O_4$	+ $Cr_2O_7^{2-}$	+ $8H^+$	= $6CO_2$	+ $2Cr^{3+}$	+ $7H_2O$
$t=0$	C_1V_1	C_2V_2	/	0	0	بوفرة
t	C_1V_1-3x	C_2V_2-x	/	$6x$	$2x$	"
t_f	$C_1V_1-3x_m$	$C_2V_2-x_m$	/	$6x_m$	$2x_m$	"

3- Cr^{3+} هو أحد النواتج ← بيان متصاعد (1)

(2) " المتفاعلين ← " متناقص $C_2H_2O_4$

4- قيمة التقدم الأعظمي :

لدينا من جدول التقدم

$n(Cr^{3+})_m = 2x_m$

$[Cr^{3+}]_m \cdot V_T = 2x_m$

$x_m = \frac{100\times10^{-3} \times (91+91)}{2}$

$x_m = 0,01\ mol$

5- الطريقة ① : من البيان (2) :

$[C_2H_4]_0 = \frac{C_1V_1}{V_T}$

$0,15 = \frac{91C_1}{0,2} \rightarrow C_1 = 0,3\ mol/L$

$[H_2O_2] = \frac{6\times10^{-3}\times0,1}{0,16} - [I_2]$

$[H_2O_2] = 3,75\times10^{-3} - [I_2]$

عند $t_1 = 10mn$: $[I_2] = 1,87\times10^{-3}\ mol/L$

وبالتالي :

$[H_2O_2]_{10} = (3,75-1,87)\times10^{-3} = 1,88\times10^{-3}\ mol/L$

عند $t_2 = 30\ mn$: $[I_2] = 3,25\times10^{-3}\ mol/L$

وبالتالي :

$[H_2O_2]_{30} = (3,75-3,25)\times10^{-3} = 5\times10^{-4}\ mol/L$

بالتعويض في العلاقة (2) :

$v_m(H_2O_2) = -\frac{[H_2O_2]_{30} - [H_2O_2]_{10}}{t_2 - t_1}$

$v_m(H_2O_2) = \frac{(1,88-0,5)\times10^{-3}}{20}$

$v_m(H_2O_2) = 6,9\times10^{-5}\ mol.L^{-1}.mn^{-1}$

8- المزيج M_2 جرى فيه التفاعل في درجة $\theta_2 > \theta_1$ ، ونعلم أن درجة الحرارة عبارة عن عامل حركي ؛ تغير فقط السرعة ولا تؤثر على تركيب المزيج النهائي وبالتالي الجواب الصحيح هو

$[I_2] = 3,75\times10^{-3}\ mol/L$

9- العبارة خاطئة ؛ لأن درجة الحرارة عبارة عن عامل حركي ، حيث السرعة تكون أكبر في المزيج M_2 في نفس اللحظة ($\theta_2 > \theta_1$)

10- أ/ يحدد التلميذ التكافؤ عند إستقرار اللون البنفسجي في البيشر.

ب/ معادلة تفاعل المعايرة

$(H_2O_2 = O_2 + 2H^+ + 2e^-) \times 5$

$(MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- = Mn^{2+} + 4H_2O) \times 2$

$5H_2O_2 + 2MnO_4^- + 6H^+ = 5O_2 + 2Mn^{2+} + 8H_2O$

عند التكافؤ يكون :

$\frac{n(H_2O_2)}{5} = \frac{n(MnO_4^-)}{2}$

أي : $n(H_2O_2) = 2,5\ C'V_E$

الطريقة ② :

المتفاعل المحد هو $C_2H_2O_4$ ؛ وبالتالي

$$C_1V_1 - 3x_m = 0$$

$$C_1 = \frac{3x_m}{V_1} = \frac{3\times 0{,}01}{0{,}1}$$

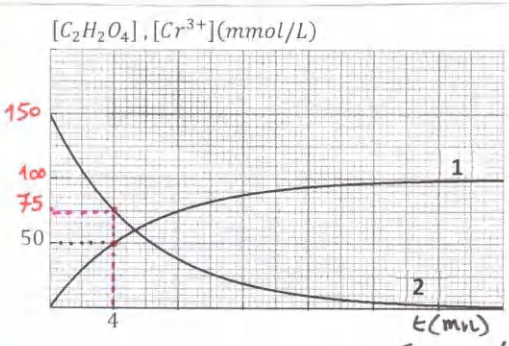
$$C_1 = 0{,}3 \text{ mol/L}$$

6- يجب أن يكون $C_2V_2 - x_m = 0$

$$C_2 = \frac{0{,}01}{0{,}1} = 0{,}1 \text{ mol/L}$$

7- عند زمن نصف التفاعل يكون من البيان (1)

$$[Cr^{3+}] = \frac{[Cr^{3+}]_m}{2} = \frac{100}{2} = 50 \text{ mmol/L}$$



وبالتالي $t_{1/2} = 4mn$ أو من البيان (2)

عند $t = t_{1/2}$ يكون :

$$[C_2H_2O_4] = \frac{150}{2} = 75 \text{ mmol/L}$$

وبالتالي $t_{1/2} = 4 mn$

8- السرعة الحجمية للتفاعل عند $t = 4 mn$:

$$v_V = \frac{1}{V_T}\cdot\frac{dx}{dt} \quad .....(1)$$

• من البيان (1) :

لدينا من جدول التقدم

$$2x = n(Cr^{3+})$$

$$x = \frac{V_T}{2}[Cr^{3+}]$$

باشتقاق الطرفين بالنسبة للزمن :

$$\frac{dx}{dt} = \frac{V_T}{2}\frac{d[Cr^{3+}]}{dt}$$

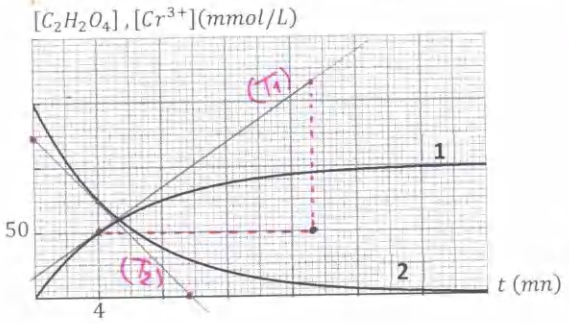
بالتعويض في العلاقة (1)

$$v_V = \frac{1}{V_T}\times\frac{V_T}{2}\cdot\frac{d[Cr^{3+}]}{dt} = \frac{1}{2}\frac{d[Cr^{3+}]}{dt}$$

ميل المماس (T_1) :

$$a = \frac{2{,}3\times 50\times 10^{-3}}{3{,}3\times 4} = 8{,}71\times 10^{-3}$$

حيث $a = \frac{d[Cr^{3+}]}{dt}$



وبالتالي : $v_V = \frac{1}{2}\times 8{,}71\times 10^{-3}$

$$v_V = 4{,}35\times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}.\text{mn}^{-1}$$

• من البيان (2) :

من جدول التقدم لدينا :

$$n(C_2H_2O_4) = C_1V_1 - 3x$$

$$[C_2H_2O_4]\cdot V_T = C_1V_1 - 3x$$

باشتقاق الطرفين بالنسبة للزمن :

$$V_T\frac{d[C_2H_2O_4]}{dt} = -3\frac{dx}{dt}$$

$$\frac{dx}{dt} = -\frac{V_T}{3}\frac{d[C_2H_2O_4]}{dt}$$

بالتعويض في (1) :

$$v_V = -\frac{1}{3}\frac{d[C_2H_2O_4]}{dt}$$

ميل المماس (T_2) :

$$a' = \frac{d[C_2H_2O_4]}{dt} = -\frac{2{,}5\times 50\times 10^{-3}}{2{,}4\times 4}$$

$$= -13{,}02\times 10^{-3}$$

$$v_V = -\frac{1}{3}(-13{,}02) = 4{,}33\times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}.\text{mn}^{-1}$$

9- عند $t = t_{1/2} = 4 mn$ يكون

$$x = \frac{x_m}{2} = 5\times 10^{-3} \text{ mol}$$

وبالتالي :

$$n(C_2H_2O_4) = 0{,}3\times 0{,}1 - 3x$$
$$= 0{,}03 - 3\times 5\times 10^{-3} = 1{,}5\times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n(Cr_2O_7^{2-}) = 0{,}1\times 0{,}1 - x$$
$$= 0{,}01 - 5\times 10^{-3} = 5\times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(Cr^{3+}) = 2x = 2\times 5\times 10^{-3} = 1\times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n(CO_2) = 6x = 6\times 5\times 10^{-3}$$
$$= 3\times 10^{-2} \text{ mol}$$

الأستاذ عبد القادر قنوري

التمرين 01 : (حول الدرس)

اختر الجواب أو الأجوبة الصحيحة :

1 – **الأنوية النظائرية (النظائر) هي**	أ - أنوية لعناصر مختلفة لها نفس العدد الكتلي	ب – أنوية لنفس العنصر تختلف في عدد النوترونات .	جـ - أنوية لعنصر واحد تختلف في العدد الكتلي .
2 – **مخطط سيقري** $(N-Z)$	أ - نستعمله لمعرفة الأنوية المشعّة	ب – يشمل على التراتيب عدد النوكليونات .	جـ - يشمل على التراتيب عدد النوترونات .
3 – **الأنوية المشعّة :**	أ - هي أنوية غير مستقرّة	ب – يمكنها أن تتفكّك	جـ - هي أنوية ثقيلة
4 – **ظاهرة النشاط الإشعاعي**	أ – هي ظاهرة طبيعية	ب - يتحوّل فيه عنصر إلى عنصر آخر.	جـ - يحتاج إلى طاقة خارجية .
5 – **في التفكّك** α **، يتم التخلّص من**	أ – 4 نوكليونات	ب – 4 بروتونات	جـ - 4 نوترونات
6 – **سبب اصدار الاشعاعات** γ **بعد التفكّك :**	أ – النواة الأم ثقيلة	ب – النواة البنت مشعّة	جـ - النواة البنت وُجدت في حالة مثارة .
7 – **قانون التناقص الإشعاعي هو**	أ - $N = N_0 e^{-\lambda t}$	ب - $N_0 = Ne^{-\lambda t}$	جـ - $N = N_0 e^{\lambda t}$
8 – **النشاط الإشعاعي هو مقدار فيزيائي**	أ - يتناسب مع كتلة العيّنة المشعّة	ب – هو عدد التفككات في الثانية	جـ - يقاس بالبيكرال متر
9 – **زمن نصف عمر عيّنة مشعّة**	أ - يتناسب مع عدد الأنوية في العينة	ب – يتعلّق بطبيعة النواة المشعّة	جـ - يُعطى بالعلاقة $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$
10 – **ثابت التفكك (λ) أو الثابت الاشعاعي**	أ - يميّز عنصرا كيميائيا	ب – يميّز نواةً	جـ - يقاس بـ s^{-1}

التمرين 02 :

1 – نواة البولونيوم $^{210}_{84}Po$ هي نواة مشعّة تُعطي بتفكّكها نواة الرصاص (Pb) في حالة غير مثارة ، والتي تتشكّل من 82 بروتون و 124 نوترون .

أ / اكتب معادلة التفكّك ، محدّدا طبيعة الجسيم الناتج .

ب / ما هي خصائص الجسيم الناتج ؟

جـ / مثّلْ بواسطة سهم التحوّل النووي السابق على مخطط سيقري $(N-Z)$.

2 – عند قذف نواة اليورانيوم 235 بواسطة نوترون تنشطر لنواتين ، وذلك حسب التحوّل النووي التالي :

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{139}_{Z}Xe + ^{94}_{38}Sr + x\,^{1}_{0}n$$

أ / حدّد قيمتي x و Z .

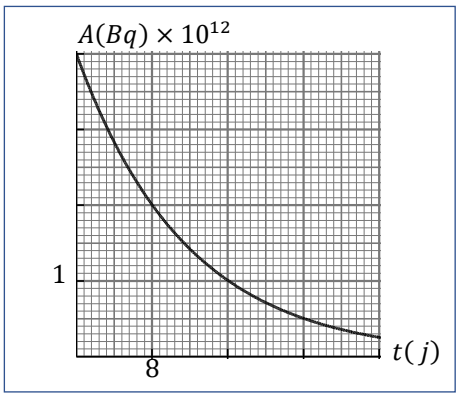
ب / النواة $^{139}_{Z}Xe$ هي نواة غير موجودة في الطبيعة ، تتفكّك أثناء تشكّلها إلى السيزيوم $^{139}_{55}Cs$.

- ما نوع النشاط الاشعاعي للنواة $^{139}_{Z}Xe$ ؟
- ما طبيعة التفكك ؟
- ما هي خصائص الجسيم الناتج ؟

التمرين 03 :

لدينا عيّنة من اليود المشع $^{131}_{53}I$ كتلتها m_0 عند اللحظة $t = 0$. يتفكّك اليود 131 إلى نواة الكزينون $(Xénon)$ رمزها $^{A}_{Z}Xe$ عن طريق التفكك β^- .

في الشكل لدينا التمثيل البياني لنشاط عيّنة اليود 131 بدلالة الزمن $A(t)$.



1 – اكتب معادلة تفكّك اليود 131 ، علما أن نواة الكزينون نتجت في حالة مثارة .

2 – اكتب عبارة النشاط بدلالة الزمن ، وبيّن كيفيّة إيجاد ثابت الزمن (τ) لليود 131 بيانيا ، ثم حدّد قيمته مقاسة بـالثانية .

3 – احسب قيمة ثابت تفكك اليود 131 مقاسة بـ s^{-1} . بماذا يتعلّق ثابت التفكّك ؟

4 – احسب عدد الأنوية في العينة عند اللحظة $t = 0$.

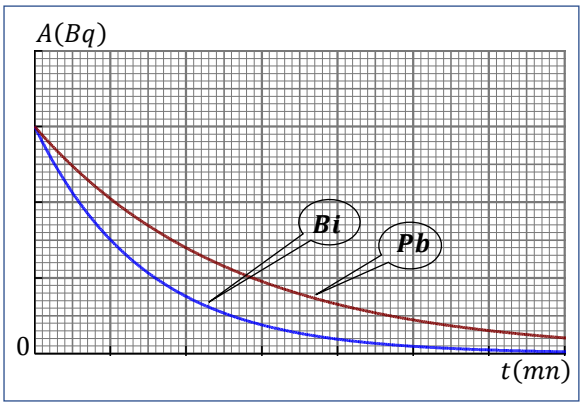
5 – احسب قيمة m_0 .

6 – إذا اعتبرنا أن العيّنة تصبح غير نشيطة بما فيه الكفاية عند اللحظة t' عندما يصبح نشاطها يمثّل $\frac{1}{100}$ من نشاطها الابتدائي ، احسب قيمة اللحظة t' .

عدد أفوقادرو $N_A = 6{,}02 \times 10^{23} mol^{-1}$ ، الكتلة المولية لليود 131 $M \approx 131\ g/mol$

التمرين 04 :

بواسطة سفاطة $(Aspirateur)$ مجهّزة بمصفاة لجمع الغبار الموجود في الهواء ، تبيّن أن هذا الغبار يحتوي على البيزموت 214 $(^{214}_{83}Bi)$.
باستعمال مقياس Geiger – Müller قمنا بقياس نشاط الغبار الذي جمعناه في المصفاة . نعتبر أن البيزموت 214 هو النظير الوحيد المشع في الغبار .
لدينا عيّنة أخرى من الرصاص 211 $(^{211}_{82}Pb)$ تحتوي على نفس نشاط العينة السابقة عند اللحظة $t = 0$.
مثّلنا نشاطي العينتين بدلالة الزمن $A(t)$.



1 – اكتب قانون التناقص الاشعاعي $N(t)$ ، ثم بيّن أنه يمكن كتابته بالشكل :
$m(t) = m_0 e^{-\lambda t}$ ، حيث m_0 هي كتلة العينة المشعّة عند اللحظة $t = 0$.
2 – عرّف زمن نصف العمر $(t_{1/2})$ لعيّنة مشعّة ، وثابت الزمن τ ، ثم بيّنْ أن العلاقة بينهما هي $t_{1/2} = \tau \ln 2$.
3 - اعتمادا على البيانين ، قارن بين زمني نصف عمر البيزموت 214 والرصاص 211 .
4 – علما أن كتلة عيّنة البوزموت عند اللحظة $t = 0$ هي $924\ \eta g$ ، وأن 63 % من هذه الكتلة تكون قد تفككت بحلول اللحظة $t = 29\ mn$:
أ / احسب زمن نصف العمر لكل من البيزموت 214 والرصاص 211 .
ب / احسب كتلة الرصاص 211 عند اللحظة $t = 0$.
جـ / ضع سلّما للتمثيل البياني .
5 – لو استعملنا عينة من الرصاص 211 كتلتها نصف كتلة عينة الرصاص 211 السابقة :
أ / مثل بشكل تقريبي مع البيانين السابقين نشاط هذه العينة بدلالة الزمن .
ب / بيّن أنه بصفة عامّة إذا كان الزمن $t = n\, t_{1/2}$ ، حيث n هو عدد طبيعي ، فإنّ عدد الأنوية غير المتفكّكة يكون $N = \frac{N_0}{2^n}$ ، حيث N_0 هو عدد الأنوية عند اللحظة $t = 0$.
عدد أفوقادرو $N_A = 6{,}02 \times 10^{23} mol^{-1}$

البكالوريا الأسبوعي 4 / بالك 2021 / الحل

الوحدة 02 / الدرس الأول

التمرين 01

1 – الأنوية النظائرية (النظائر) هي	أ - أنوية لعناصر مختلفة لها نفس العدد الكتلي	ب – أنوية لنفس العنصر تختلف في عدد النوترونات. ✓	ج - أنوية لعنصر واحد تختلف في العدد الكتلي. ✓
2 – مخطط سيقري $(N-Z)$	أ - نستعمله لمعرفة الأنوية المشعة ✓	ب – يشمل على التراتيب عدد النوكليونات.	ج - يشمل على التراتيب عدد النوترونات. ✓
3 – الأنوية المشعة :	أ - هي أنوية غير مستقرة ✓	ب – يمكنها أن تتفكك	ج - هي أنوية ثقيلة
4 – ظاهرة النشاط الإشعاعي	أ – هي ظاهرة طبيعية	ب - يتحول فيه عنصر إلى عنصر آخر. ✓	ج - يحتاج إلى طاقة خارجية.
5 – في التفكك α ، يتم التخلص من	أ – 4 نوكليونات ✓	ب – 4 بروتونات	ج - 4 نوترونات
6 – سبب اصدار الاشعاعات γ بعد التفكك :	أ – النواة الأم ثقيلة	ب – النواة البنت مشعة	النواة البنت وُجدت في حالة مثارة. ✓
7 – قانون التناقص الإشعاعي هو	أ - $N = N_0 e^{-\lambda t}$ ✓	ب - $N_0 = Ne^{-\lambda t}$	ج - $N = N_0 e^{\lambda t}$
8 – النشاط الإشعاعي هو مقدار فيزيائي	أ - يتناسب مع كتلة العيّنة المشعة ✓	ب – هو عدد التفككات في الثانية ✓	ج - يقاس بالبيكرال متر
9 – زمن نصف عمر عيّنة مشعة	أ - يتناسب مع عدد الأنوية في العينة	ب – يتعلّق بطبيعة النواة المشعة ✓	ج - يُعطى بالعلاقة ✓ $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$
10 – ثابت التفكك (λ) أو الثابت الاشعاعي	أ - يميّز عنصرا كيميائيا	ب – يميّز نواةً ✓	ج - يقاس بـ s^{-1} ✓

التمرين 02

1- $A(Pb) = 124 + 82 = 206$

$Z(Pb) = 82$ ✓2

$^{210}_{84}Po \rightarrow ^{206}_{82}Pb + ^{A}_{Z}X$

حسب قانوني صودي للانحفاظ، نجد:

$A = 210 - 206 = 4$

$Z = 84 - 82 = 2$

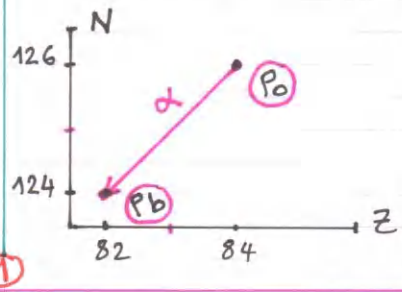
الجسيم الناتج هو $^{4}_{2}He$ ، ومعادلة التفكك هي

$^{210}_{84}Po \rightarrow ^{206}_{82}Pb + ^{4}_{2}He$

ب/ خصائص الجسيم α ($^{4}_{2}He$)

- مشحون ايجابًا ($^{4}_{2}He^{2+}$)
- يمكن امتصاصه عند اقتحامه لورقة ألمنيوم سمكها حوالي $10\mu m$.
- قدرة ولوجه منخفضة بالنسبة لـ β و γ.
- سرعته عند صدوره حوالي $10^7 m/s$.

ج/



2- $^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{139}_{Z}Xe + ^{94}_{38}Sr + x\,^{1}_{0}n$ ✓2

حسب قانوني صودي للانحفاظ:

$235 + 1 = 139 + 94 + x \times 1 \rightarrow x = 3$

$92 + 0 = Z + 38 + x \times 0 \rightarrow Z = 54$

ب/ - نشاط إشعاعي إصطناعي

- طبيعة التفكك:

$^{139}_{54}Xe \rightarrow ^{139}_{55}Cs + ^{A}_{Z}X$

حسب قانوني صودي للانحفاظ:

$A = 139$

$Z = -1$

وبالتالي طبيعة التفكك: β^-

- خصائص الجسيم β^- :

* يتصرّف كشحنة سالبة
* قدرة وُلوجه متوسطة (بعض الملمترات في ورقة من الألمنيوم)
* سرعته عند إنطلاقه حوالي $10^8 m/s$

التمرين 03

-1

$^{131}_{53}I \longrightarrow {}^{A}_{Z}X_e + {}^{0}_{-1}e + \gamma$

حسب قانوني صودي للانحفاظ :

$A = 131 \quad , \quad Z = 54$

وبالتالي :

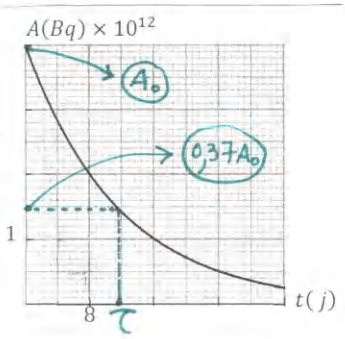
$^{131}_{53}I \longrightarrow {}^{131}_{54}X_e + {}^{0}_{-1}e + \gamma$

-2

$A(t) = A_0 e^{-\lambda t} = A_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$

عندما $t = \tau$ فإن :

$A(t) = A_0 e^{-1} = 0{,}37\, A_0$



من البيان :

$\tau = 11{,}6\ j$

$\tau = 11{,}6 \times 24 \times 3600$

$\tau \simeq 9{,}7 \times 10^5\ s$

-3

$\lambda = \frac{1}{\tau}$

$\lambda = \frac{1}{9{,}7 \times 10^5}$

$\lambda \simeq 1 \times 10^{-6}\ s^{-1}$

يتعلق ثابت التفكك (الثابت الاشعاعي) بطبيعة النواة .

-4

$N_0 = \frac{A_0}{\lambda}$

ولدينا من البيان $A_0 = 4 \times 10^{12}\ Bq$

وبالتالي : $N_0 = \frac{4 \times 10^{12}}{1 \times 10^{-6}} = 4 \times 10^{18}$

-5

$m_0 = M \cdot \frac{N_0}{N_A} = 131 \times \frac{4 \times 10^{18}}{6{,}02 \times 10^{23}}$

$m_0 = 0{,}87\ mg$

-6

$\frac{A_0}{100} = A_0 e^{-\lambda t'}$

$\ln 0{,}01 = -\lambda t'$

$t' = \frac{\ln 0{,}01}{1 \times 10^{-6}} = 4{,}6 \times 10^6\ s$

$t' \simeq 53\ j$

التمرين 04

-1

$N(t) = N_0 e^{-\lambda t} \quad \ldots\ldots (1)$

لدينا

$N(t) = N_A \cdot \frac{m(t)}{M}$

$N_0 = N_A \cdot \frac{m_0}{M}$

وبالتعويض في (1)

$\frac{N_A}{M} \cdot m(t) = N_A \cdot \frac{m_0}{M} e^{-\lambda t}$

$m(t) = m_0 e^{-\lambda t}$

-2 زمن نصف العمر هو الزمن اللازم لتفكك نصف عدد الأنوية الابتدائي لعينة مشعة .

ثابت الزمن هو الزمن اللازم لتفكك 63% من عدد الأنوية الابتدائي لعينة مشعة .

لدينا

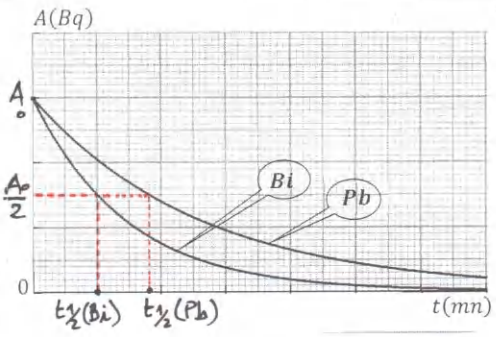
$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$

$\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda t_{1/2}}$

$-\ln 2 = -\lambda t_{1/2}$

$\ln 2 = \frac{t_{1/2}}{\tau} \rightarrow t_{1/2} = \tau \cdot \ln 2$

-3



على البيانين لدينا :

$\frac{t_{1/2}(Pb)}{t_{1/2}(Bi)} = \frac{1{,}8 \times a}{1 \times a} = 1{,}8$

حيث a هو السُّلَّم .

-4

لما يتفكك 63% من العينة يكون ما تبقى منها 37% ، ومنه

$m_0 \times \frac{37}{100} = m_0 e^{-\frac{t'}{\tau}}$

$\ln 0{,}37 = -\frac{t'}{\tau}$

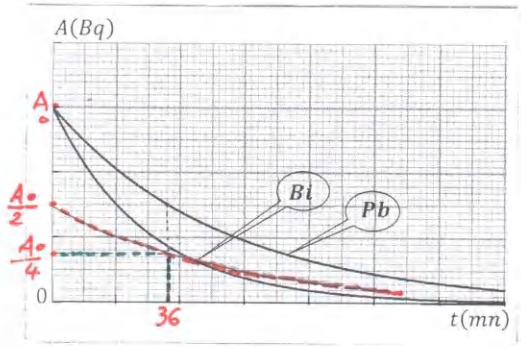
$\tau = \frac{29}{0{,}994} \simeq 29\ mn$

وبالتالي :

$t_{1/2}(Bi) = 29 \times \ln 2 = 20\ mn$

$t_{1/2}(Pb) = 1{,}8 \times 20 = 36\ mn$

- 5



ب\ لدينا

$$A_0(Bi) = \lambda_{Bi} \times N_0(Bi)$$
$$= \lambda_{Bi} \times N_A \cdot \frac{m_0(Bi)}{M(Bi)}$$

$$A_0(Pb) = \lambda_{Pb} \times N_0(Pb)$$
$$= \lambda_{Pb} \times N_A \frac{m_0(Pb)}{M(Pb)}$$

ولدينا نشاطا العينتين عند $t=0$ متساويان

$$A_0(Bi) = A_0(Pb)$$

وبالتالي :

$$\lambda_{Bi} \times N_A \cdot \frac{m_0(Bi)}{M(Bi)} = \lambda_{Pb} \times N_A \cdot \frac{m_0(Pb)}{M(Pb)}$$

$$\frac{\ln 2}{t_{1/2}(Bi)} \times N_A \frac{m_0(Bi)}{M(Bi)} = \frac{\ln 2}{t_{1/2}(Pb)} \cdot N_A \cdot \frac{m_0(Pb)}{M(Pb)}$$

$$\frac{m_0(Bi)}{t_{1/2}(Bi) \cdot M(Bi)} = \frac{m_0(Pb)}{t_{1/2}(Pb) \cdot M(Pb)}$$

$$m_0(Pb) = \frac{t_{1/2}(Pb) \times M(Pb) \times m_0(Bi)}{t_{1/2}(Bi) \times M(Bi)}$$

$$m_0(Pb) = \frac{36 \times 211 \times 924}{20 \times 214}$$

$$m_0(Pb) \approx 1640\,ng = 1{,}64\,\mu g$$

ج\ لدينا $A_0(Bi) = \lambda_{Bi} \times N_0(Bi)$

$$A_0(Bi) = \lambda_{Bi} \cdot N_A \cdot \frac{m_0(Bi)}{M(Bi)}$$

$$A_0(Bi) = \frac{0{,}69}{20 \times 60} \times 6{,}02 \times 10^{23} \times \frac{924 \times 10^{-9}}{214}$$

$$A_0(Bi) \approx 1{,}5 \times 10^{12}\,Bq$$

السّلّم :

على التراتيب : $3\,Cm \rightarrow 1{,}5 \times 10^{12}\,Bq$

إذن $1\,Cm \rightarrow 5 \times 10^{11}\,Bq$

على محور الزمن لدينا :

$1\,Cm \rightarrow t_{1/2}(Bi) = 20\,mn$

٢\ زمن نصف العمر لا يتعلّق بعدد الأنوية

ب\

$$N = N_0\, e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}} \times n t_{1/2}}$$

$$N = N_0\, e^{-n \ln 2} = N_0\, e^{-\ln 2^n}$$

$$N = \frac{N_0}{e^{\ln 2^n}} = \frac{N_0}{2^n}$$

الأستاذ عبد القادر قزوري

التمرين 01

إن لعنصر الكربون ثلاثة نظائر طبيعيّة ، هي $^{12}_{6}C$ ، $^{13}_{6}C$ ، وهما نظيران مستقرّان ، أما $^{14}_{6}C$ فيتشكّل في الطبقات العليا من الجوّ ، حيث يتمّ الاصطدام بين ذرة الآزوت $^{14}_{7}N$ ونوترون ناتج عن التفاعلات النووية في الطبقات العليا وينتج مع ذرة الآزوت جسيم $^{A}_{Z}X$.

نهمل النسبة المئوية للكربون 14 في الطبيعة أمام الكربون 12 والكربون 13 . الكتلة المولية للكربون هي $M(C) = 12{,}012\ g/mol$.

تتّحدد ذرّات الكربون 14 مع ذرّات الأكسجين ، ويتشكل غاز ثاني أكسيد الكربون ، تأخذه النباتات وجميع الأحياء عن طريق الغذاء والاستنشاق ، وكذلك على شكل بيكاربونات في مياه الشرب .

الكربون 14 هي نواة مشعة بالنمط β^- ، وتعطي نواة للآزوت (N) .

إن نسبة الكربون 14 إلى الكربون 12 في الكائنات تبقى ثابتة ما دام الكائن حيّا (انسان ، حيوان ، نبات) رغم تفكك الكربون 14 ، لأنه يُعوَّض في الكائن الحي ، والقيمة التقريبية لهذه النسبة هي $\frac{N_{14}}{N_{12}} = 1{,}2 \times 10^{-12}$. ولمّا يموت الكائن يشرع الكربون 14 في التناقص ، وباعتبار لحظة الوفاة هي $t = 0$ يمكن تأريخ المواد القديمة ذات المنشأ الحيواني أو النباتي لأنها تحتوي على الكربون .

يوم 03 أكتوبر 2020 تمّ العثور على 59 مومياء فرعونية بقرية سقارة ، وهي قرية تابعة لمركز البدرشين بمحافظة الجيزة بجمهورية مصر العربية .

يوم 14 2020 نوفمبر تمّ فتح بعض التوابيت ، ومن أجل معرفة تاريخ الوفاة ، تمّ نزع قطعة كتلتها $m = 10\ g$ من جلد إحدى الجثث ، نسبة الفحم فيها 10% .

إن قياس نشاطها أعطى القيمة $A = 10{,}2\ dés/mn$ (تفكّكا في الدقيقة) ، حيث أن العنصر المشع في هذه القطعة هو فقط الكربون 14.

1 - احسب النسبة المئوية لنظائر الكربون في الطبيعة (الوفرة النظائرية) .

2 – اكتب المعادلة النووية التي يتشكل فيها الكربون 14 في الطبقات العليا من الجو .

3 – اكتب معادلة تفكك الكربون 14 .

4 – احسب عدد أنوية الكربون 12 في قطعة جلد المومياء لحظة الوفاة ، ثم استنتج عدد أنوية الكربون 14 فيها .

5 – احسب النشاط الابتدائي (A_0) للقطعة .

6 – بيّنْ أنّ تاريخ وفاة المومياء يُعطى بالعلاقة $t = \frac{t_{1/2}}{ln2}\ ln\frac{A_0}{A}$ ، حيث $t_{1/2}$ هو زمن نصف عمر الكربون 14 .

7 – ما هو تاريخ الوفاة ؟

8 – علما أنه في عيّنة تحتوي على الكربون لا يمكن تحديد نشاط الكربون 14 عندما يصبح عدد أنويته أصغر من $\frac{1}{1000}$ من عدد الأنوية الابتدائي .

كم عدد أنصاف عمر الكربون 14 خلال مدّة هذا التحوّل ؟

يُعطى :

عدد أفوقادرو $N_A = 6{,}02 \times 10^{23} mol^{-1}$ ، ثابت الزمن للكربون 14 هو $\tau = 8260\ ans$

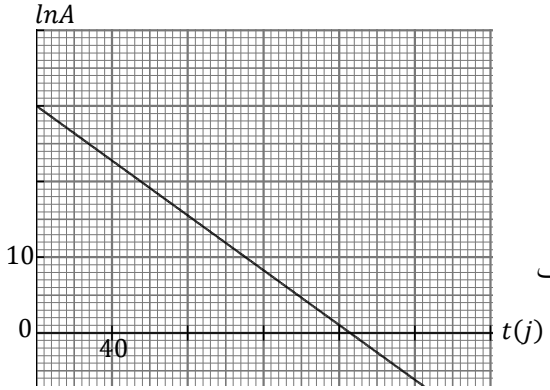
$M(^{13}_{6}C) = 13\ g/mol$ ، $M(^{12}_{6}C) = 12\ g/mol$

التمرين 02

لدينا عيّنة من غاز الرادون 222 $(^{222}_{86}Rn)$ حجمها V بعد إرجاعه للشرطين النظاميين . الرادون هو غاز أحادي الذرة .

يتفكّك الرادون 222 بالنمط α ، ويعطي نواة للبولونيوم (Po) .

في الشكل المقابل لدينا التمثيل البياني $lnA = f(t)$ ، حيث A نشاط العينة .



1 – اكتب معادلة تفكّك الرادون 222 إلى بولونيوم .

2 – اكتب علاقة قانون التناقص الاشعاعي $A = f(t)$ ، وبيّن أنها تتوافق مع البيان .

3 – احسب النشاط الابتدائي (A_0) للعينة .

4 – احسب ثابت التفكّك (λ) للرادون 222 مقاسا بـ s^{-1} .

5 – بين أن زمن نصف العمر يُعطى بالعلاقة $t_{\frac{1}{2}} = \frac{ln2}{\lambda}$ ، ثم احسب قيمة زمن نصف عمر الرادون مقدّرة بالأيام (j) .

6 – احسب عدد أنوية الرادون 222 في العينة عند اللحظة $t = 0$.

7 – احسب قيمة الحجم V السابق .

8 – نعتبر عينة الرادون غير نشيطة عندما يصبح $\frac{A}{A_0} = \frac{1}{200}$. اعتمادا على البيان عيّن اللحظة الموافقة لذلك .

$N_A = 6{,}02 \times 10^{23} mol^{-1}$ ، الحجم المولي للغازات في الشرطين النظاميين $V_M = 22{,}4\ L.mol^{-1}$

التمرين 03

1 – لدينا عينتان منفصلتان من أنوية الفلور 21 $(^{21}_{9}F)$ وأنوية الصوديوم 24 $(^{24}_{11}Na)$

أ / احسب طاقتي الربط لهاتين النواتين بالـ MeV ، ثمّ بالجول (J).

ب / أيهما أكثر استقرارا ؟

جـ / أعط تفسيرا بسيطا لسبب تفكّك هاتين النواتين بالنمط (β^-) في حين أن النواة $(^{25}_{13}Al)$ تتفكّك بالنمط β^+ .

2 – إنّ النواة البنت الناتجة عن تفكّك الصوديوم 24 هي نواة للمغنيزيوم (Mg) ، وتنتج في حالة مثارة .

أ / اكتب معادلة تفكّك الصوديوم 24.

ب / ما هي خصائص الاشعاع الصادر عن هذا التفكّك ؟

3 – يُستعمل الصوديوم 24 لتحديد حجم الدم في الانسان والحيوان على أساس تفكّك هذا النظير .

حضّر الطبيب محلولا ليود البوتاسيوم NaI ، حيث الصوديوم هو ^{24}Na ، واليود هو ^{127}I (المستقرّ) ، وذلك بحل كمية من هذا المركب كتلتها $m = 150\ mg$ لتشكيل محلول حجمه $V_s = 1L$.

حقن الطبيب مباشرة في دم شخص حجما $V_p = 5\ mL$ من المحلول الذي حضره عند اللحظة $t = 0$.

بعد 5 ساعات أخذ الطبيب من دم الشخص السابق حجما $V' = 10\ mL$ ، فوجد نشاط الصوديوم 24 فيه $A = 6 \times 10^{10} Bq$.

أ / احسب التركيز المولي لشوارد الصوديوم 24 في المحلول المحضّر .

ب / احسب حجم الدم في الشخص .

يعطى : $m(^{21}F) = 20{,}99501\ u$ ، $m(^{24}Na) = 23{,}98493\ u$ ، $m_p = 1{,}00727\ u$ ، $m_n = 1{,}00866\ u$

$1u = 931{,}5 MeV/c^2$ ، $1\ MeV = 1{,}6 \times 10^{-13} J$ ، $N_A = 6{,}02 \times 10^{23} mol^{-1}$ $M(NaI) = 150\ g/mol$

ثابت تفكّك الصوديوم 24 : $\lambda = 0{,}046\ h^{-1}$.

التمرين 01

1- ليكن x : النسبة المئوية لـ ^{12}C
" " " : y لـ ^{13}C

$$\begin{cases} \frac{x}{100} \times 12 + \frac{y}{100} \times 13 = 12,012 \quad ...(1) \\ x + y = 100 \quad ...(2) \end{cases}$$

نحل جملة المعادلتين

من (2) : $x = 100 - y$

بالتعويض في (1) :

$0,12(100-y) + 0,13y = 12,012$

$y = 1,2\%$

$x = 98,8\%$

2-

$$^{14}_{7}N + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{14}_{6}C + ^{A}_{Z}X$$

حسب قانوني صودي للانحفاظ :

$A = 1$, $Z = 1$

الجسيم هو بروتون $^{1}_{1}P$ $(^{1}_{1}H)$

وبالتالي المعادلة هي :

$$^{14}_{7}N + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{14}_{6}C + ^{1}_{1}P$$

3- معادلة تفكك الكربون 14 :

$$^{14}_{6}C \longrightarrow ^{A}_{Z}N + ^{0}_{-1}e$$

حسب قانوني صودي للانحفاظ :

$A = 14$, $Z = 7$

وبالتالي المعادلة هي : $^{14}_{6}C \rightarrow ^{14}_{7}N + ^{0}_{-1}e$

4- في قطعة الجلد نهمل عدد أنوية ^{14}C أمام ^{12}C

كتلة الكربون ^{12}C في القطعة :

$m = 10 \times \frac{10}{100} = 1g$

$N_{12} = N_A \times \frac{m}{M}$

$= 6,02 \times 10^{23} \times \frac{1}{12} = 5 \times 10^{22}$ نواة

$N_{14} = N_{12} \times 1,2 \times 10^{-12} = 6 \times 10^{10}$ نواة

$N_{14} = N_{0}14 = 6 \times 10^{10}$ نواة

5-

عدد الأنوية 6×10^{10} هو عدد الأنوية الابتدائي لـ ^{14}C ، لأننا حسبناه بنسبة الحياة .

$A_0 = \lambda N_0 = \frac{1}{\tau} \times N_0$

$A_0 = \frac{1}{8260 \times 3,15 \times 10^{7}} \times 6 \times 10^{10} = 0,23$ Bq

عدد الثواني في 1 سنة

6- لدينا :

$A = A_0 e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}} \cdot t}$

$\frac{A}{A_0} = e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}} \cdot t}$

$\ln \frac{A}{A_0} = -\frac{\ln 2}{t_{1/2}} \cdot t$

$t = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \ln \frac{A_0}{A}$

7- لدينا

$A = \frac{10,2}{60} = 0,17$ dés/s

$A = 0,17$ Bq

$t = \tau \cdot \ln \frac{A_0}{A} = 8260 \ln \frac{0,23}{0,17}$

$t = 2500$ ans

تاريخ الوفاة هو

$2020 - 2500 = -480$ ans

أي 480 سنة قبل الميلاد .

8- نضع $\frac{N_{14}}{N_{0}14} = \frac{1}{1000}$

ولدينا $\frac{N_{14}}{N_{0}14} = e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}} \cdot t}$

أي :

$\ln \frac{1}{1000} = -\ln 2 \cdot \frac{t}{t_{1/2}}$

$-6,9 = -0,69 \cdot \frac{t}{t_{1/2}}$

$t = 10\, t_{1/2}$ ومنه :

التمرين 02

1-

$$^{222}_{86}Rn \longrightarrow ^{A}_{Z}Po + ^{4}_{2}He$$

حسب قانوني صودي للانحفاظ

$A = 222 - 4 = 218$

$Z = 86 - 2 = 84$

وبالتالي : $^{222}_{86}Rn \rightarrow ^{218}_{84}Po + ^{4}_{2}He$

2-

$A = A_0 e^{-\lambda t}$

$\ln A = -\lambda t + \ln A_0 \quad ...(1)$

من الشكل : $\ln A = at + b \quad ..(2)$

وهي علاقة تتوافق مع البيان المعطى .

3- من البيان لدينا بمطابقة (1) و (2) :

$\ln A_0 = b = 30$

وبالتالي $A_0 = e^{30} \simeq 1,07 \times 10^{13}$ Bq

بالنسبة لنواة الفلور 21 :

$\Delta m = 9 \times 1{,}00727 + 12 \times 1{,}00866 - 20{,}99501$

$\Delta m = 0{,}174\ u$

$E_\ell = 0{,}174 \times 931{,}5 = 162{,}1\ MeV$

$E_\ell = 162{,}1 \times 1{,}6 \times 10^{-13} = 2{,}6 \times 10^{-11}\ j$

بالنسبة لنواة الصوديوم 24 :

$\Delta m = 11 \times 1{,}00727 + 13 \times 1{,}00866 - 23{,}98493$

$\Delta m = 0{,}207\ u$

$E_\ell = 0{,}207 \times 931{,}5 = 192{,}8\ MeV$

$E_\ell = 192{,}8 \times 1{,}6 \times 10^{-13} \approx 3{,}1 \times 10^{-11}\ j$

ب\ لكي نقارن إستقرار النواتين نحسب طاقة الربط لكل نوكليون :

$\frac{E_\ell}{A}(^{21}F) = \frac{162{,}1}{21} = 7{,}72\ MeV/nucl$

$\frac{E_\ell}{A}(^{24}Na) = \frac{192{,}8}{24} = 8{,}03\ MeV/nucl$

وبالتالي ^{24}Na أكثر إستقراراً من ^{21}F.

ج\ $^{21}_{9}F$ و $^{24}_{11}Na$ فيهما فائض في النوترونات، أما $^{25}_{13}Al$ فيها فائض في البروتونات

في ^{21}F و ^{24}Na يتحول نيوترون إلى بروتون

$^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}P + {}^{0}_{-1}e$

في ^{25}Al يتحول بروتون إلى نوترون

${}^{1}_{1}P \rightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{+1}e$

-2 ر

$^{24}_{11}Na \rightarrow {}^{A}_{Z}Mg + {}^{0}_{-1}e + \gamma$

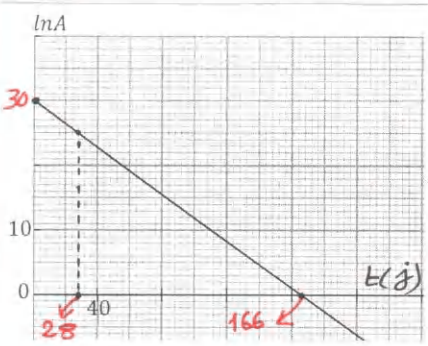
حسب قانوني صودي للانحفاظ

$A = 24$

$Z = 12$

www.guezouri.org

-4



ميل المستقيم يمثل $(-\lambda)$

$-\lambda = -\frac{30}{166}$

$\lambda = 0{,}18\ j^{-1}$

$\lambda = \frac{0{,}18}{j} = \frac{0{,}18}{(24 \times 3600)s} = 2{,}1 \times 10^{-6}\ s^{-1}$

-5 لدينا $A = A_0 e^{-\lambda t}$

$\frac{A_0}{2} = A_0 e^{-\lambda t_{1/2}}$

$-\ln 2 = -\lambda t_{1/2} \rightarrow t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$

$t_{1/2} = \frac{0{,}69}{0{,}18} = 3{,}8\ j$

-6 $N_0 = \frac{A_0}{\lambda}$ $\quad N_0 = \frac{1{,}07 \times 10^{13}}{2{,}1 \times 10^{-6}}$

$N_0 = 5{,}1 \times 10^{18}$ نواة

-7 $\frac{N_0}{N_A} = \frac{V}{V_M} \rightarrow V = V_M \times \frac{N_0}{N_A}$

$V = 22{,}4 \times \frac{5{,}1 \times 10^{18}}{6{,}02 \times 10^{23}} = 1{,}9 \times 10^{-4}\ L$

$V \approx 0{,}2\ mL$

-8 لدينا $\frac{A}{A_0} = \frac{1}{200}$

$\ln A - \ln A_0 = -\ln 200$

$\ln A = \ln A_0 - \ln 200$

$= 30 - 5{,}3 = 24{,}7$

الزمن الموافق لـ $\ln A = 24{,}7$ على البيان هو $t = 28\ j$

التمرين 03

-1 ر

$E_\ell = \Delta m \times 931{,}5$ (u) (MeV)

$\Delta m = Z m_p + N m_n - m_X$

كتلة النواة

وبالتالي

$^{24}_{11}Na \rightarrow {}^{24}_{12}Mg + {}^{0}_{-1}e + \gamma$

ب\ خصائص γ :

* قدرة الولوج عالية
* لا يتصرف كشحنة
* طول مساره في الهواء لا نهائي
* يخترق 10cm من الرصاص وحوالي 1m من الاسمنت .
* سرعته 3×10^{8} m/s

3 - ب\ $NaI = Na^+ + I^-$

$[Na^+] = \frac{1}{Vs}.\frac{m(NaI)}{M(NaI)} = 1\times\frac{150\times10^{-3}}{150}$

$[Na^+] = 1\times10^{-3}$ mol/L

ب\ كمية مادة Na^+ المحقونة :

$n(Na^+) = [Na^+]\times V_P$

$= 10^{-3}\times5\times10^{-3} = 5\times10^{-6}$ mol

عدد الأنوية المحقونة عند $t=0$

$N_0 = n(Na^+)\times N_A$

$= 5\times10^{-6}\times6,02\times10^{23}$

$= 3\times10^{18}$ نواة

نشاط العينة عند $t=0$:

$A_0 = \lambda N_0 = \frac{0,046}{3600}\times3\times10^{18}$

$A_0 = 3,83\times10^{13}$ Bq

بعد مدة قدرها 5h يصبح نشاط العينة المحقونة في الدم :

$A = A_0\, e^{-\lambda t} = 3,83\times10^{13}\, e^{-0,046\times5}$

$A = 3,04\times10^{13}$ Bq

هذا النشاط هو نشاط عينة الصوديوم 24 في كل دم الشخص .

لكن حجم دم الشخص هو V :

$3,04\times10^{13}$ Bq $\longrightarrow$ V

6×10^{10} Bq $\longrightarrow$ 10mL

$V = \frac{10\times3,04\times10^{13}}{6\times10^{10}} \simeq 5\times10^{3}$ mL

$V = 5$ L

ملاحظة :

النواة تتفكك بنفس الكيفية سواء كانت :* منفصلة
* شاردة
* مرتبطة في جزيء

الأستاذ عبد القادر قزوري

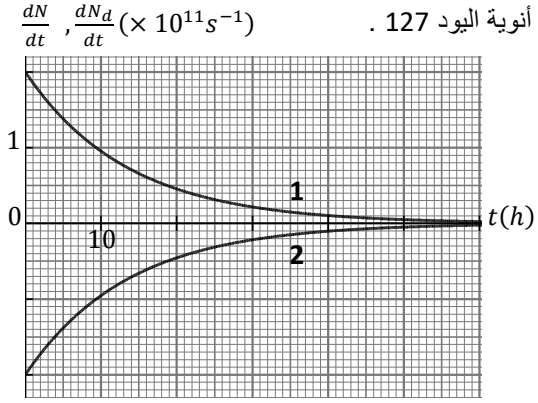
التمرين 01

عيّنة من التيلور 127 $\left({}^{127}_{52}Te\right)$ كتلتها عند اللحظة $t = 0$ هي m_0 . يتفكّك التيلور 127 حسب النمط β^- إلى نواة اليود 127 $\left({}^{127}_{53}I\right)$.

1 – تُعطى علاقة التناقص الإشعاعي $N = N_0 e^{-\lambda t}$. سمّ N ، N_0 ، λ .

2 – ليكن عدد أنوية اليود 127 عند اللحظة t هو N_d ، عبّر عن N_d بدلالة N_0 ، λ ، t .

3 – في الشكل لدينا التمثيل البياني للتغيّر اللحظي لعدد أنوية التيلور 127 والتغيّر اللحظي لعدد أنوية اليود 127 .



أ / أرفق كل بيان بالتغيّر اللحظي الموافق .

ب / حدّد قيمة النشاط الاشعاعي لعيّنة التيلور 127 عند اللحظة $t = 0$.

جـ / حدّد بيانيا ثابت الزمن لتفكّك التيلور 127 .

د / احسب عدد أنوية التيلور 127 عند اللحظة $t = 0$.

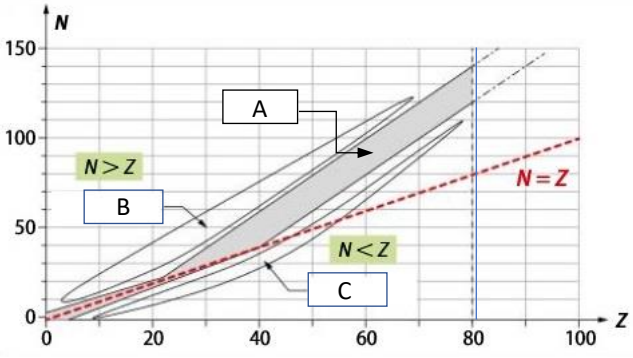
هـ / احسب قيمة الكتلة m_0 .

4 – بيّنْ أنه عند $t = 2\, t_{1/2}$ يكون $\frac{N_d}{N} = 3$ ، $t_{1/2}$ هو زمن نصف عمر ${}^{127}_{52}Te$.

$N_A = 6 \times 10^{23}\, mol^{-1}$

التمرين 02

إن ${}^{123}_{50}Sn$ هو أحد نظائر القصدير $(l'étain)$ زمن نصف عمره $t_{1/2}$ ، يتفكّك بالنمط β^- ، ويعطي نواة للأنتيموان Sb .



أصل الصورة: Calaméo - Bordas

1 – ما اسم المخطط المقابل ؟

2 – كيف تمّ ترتيب الأنوية في هذا المخطّط ؟

3 – سمّ المنطقة الرمادية A على هذا المخطّط . ما هي طبيعة تفكّك الأنوية الواقعة في المنطقتين B و C ؟

4 – ما هي مكوّنات نواة الأنتيموان الناتجة عن التفكّك ؟

5 – لدينا عيّنة من القصدير 123 عدد الأنوية فيها $N_0 = 2 \times 10^{15}$ عند اللحظة $t = 0$ ، وعند اللحظة $t' = 32\, j\ 7\, h\ 12\, mn$ حصّلنا على $3{,}2 \times 10^{14}$ نواة من الأنتيموان . احسب زمن نصف عمر القصدير 123 مقدّرا بالأيام .

6 – احسب نشاط عيّنة القصدير 123 عند اللحظة t' .

7 – لماذا عندما نقوم بقياس نشاط عيّنة نجري عدّة قياسات ونأخذ متوسطها ؟ ولماذا يجب أن تكون المدّة التي نجري فيها مجموع هذه القياسات مهملة أمام زمن نصف العمر؟

8 – ما المقصود بالنقص الكتلي لنواة ؟ احسب هذا النقص الكتلي لنواة الأنتيموان الناتجة عن التفكّك السابق .

9 – عرّف طاقة التماسك لكل نوكليون ، ثم احسب هذه الطاقة في نواة الأنتيموان السابقة .

$m(p) = 1{,}00727\, u$ ، $m\,(n) = 1{,}00866\, u$ ، كتلة نواة الأنتيموان الناتجة : $m = 122{,}87623\, u$ ، $1u = 931{,}5\, MeV/c^2$

التمرين 03

- I

في المفاعلات النووية لانشطار اليورانيوم يتمّ قذف كميّة من اليورانيوم 235 بواسطة نوترونات حرارية . يُنمذج أحد التحولات النووية في المفاعل النووي بالمعادلة :

${}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{94}_{38}Sr + {}^{140}_{54}Xe + 2\,{}^{1}_{0}n$ ، وتتحرّر الطاقة .

1 – ما المقصود بنوترون حراري ؟ لماذا لا يُستعمل البروتون في عمليّة الانشطار ؟

2 – على أي شكل تظهر الطاقة المحرّرة في هذا التفاعل النووي ؟

3 – يمكن لتفاعل الانشطار أن يكون تفاعلا متسلسلا ، ما المقصود بهذه العبارة ؟ ارسم شكلا توضيحيا لهذا التفاعل .

4 – ما المقصود بتفاعل انشطار مغذّى ذاتيا ؟

5 – احسب الطاقة المحرّرة (E_{lib}) عن انشطار نواة واحدة من اليورانيوم 235 مقدّرة بالـ MeV وكذلك بالجول .

6 – باعتبار أن كل الانشطارات متماثلة في المفاعل النووي ، احسب الطاقة المحرّرة $\left(E_{lib(T)}\right)$ عن انشطار كمية من اليورانيوم كتلتها $m = 1\, kg$.

7 – قارن الطاقة $E_{lib(T)}$ مع الطاقة التي يحرّرها احتراق $1\, kg$ من البترول .

8 – تستمدّ غواصة طاقتها الكهربائية من الانشطار السابق في مفاعلها النووي الذي استطاعته $P = 40\, MW$.

يستهلك المفاعل النووي للغوّاصة كمية من اليورانيوم 235 كتلتها $m' = 4{,}7\, kg$ خلال 30 يوما بدون انقطاع . احسب المردود الطاقوي للمفاعل النووي للغواصة .

- II

إن لعنصر الهيدروجين ثلاثة نظائر معروفة : ^1_1H ، ^2_1H ، ^3_1H ، وهي على الترتيب : الهيدروجين ، الهيدروجين الثقيل (الديتريوم D) ، الهيدروجين الأثقل (التريثيوم T) .

1 – عرّف تفاعل الاندماج .

2 – لماذا نحتاج إلى درجة حرارة من رتبة $10^6\ K$ لتحقيق الاندماج ؟

3 – باستعمال نظائر الهيدروجين الثلاثة ، اكتب جميع تفاعلات الاندماج بين نواتين متماثلتين أو غير متماثلتين للحصول على نواة الهيليوم 4 (^4_2He) وصدور جسيم أو عدم صدور أي جسيم .

4 – احسب الطاقة المحرّرة في كل تفاعل من تفاعلات الاندماج السابقة .

5 – نهتم بتفاعل الاندماج بين الديتريوم والتريثيوم ، احسب الطاقة المحرّرة عن اندماج مزيج متساوي الأنوية كتلته $m = 1\ kg$ من هذين النظيرين .

6 – تسمّى سلسلة تفاعلات الاندماج التي تحدث في النجوم بدورة بروتون – بروتون ، وهي عبارة عن ثلاثة تفاعلات :

$$^1_1H + {}^1_1H \rightarrow {}^2_1H + {}^0_1e$$
$$^2_1H + {}^1_1H \rightarrow {}^3_2He + \gamma$$
$$^3_2He + {}^3_2He \rightarrow {}^4_2He + 2\ {}^1_1H$$

أ / بيّن أن حصيلة هذه التفاعلات هو التفاعل : $4\ {}^1_1H \rightarrow {}^4_2He + 2\ {}^0_1e + 2\gamma$

ب / احسب الطاقة المحرّرة عن التفاعل الحاصل .

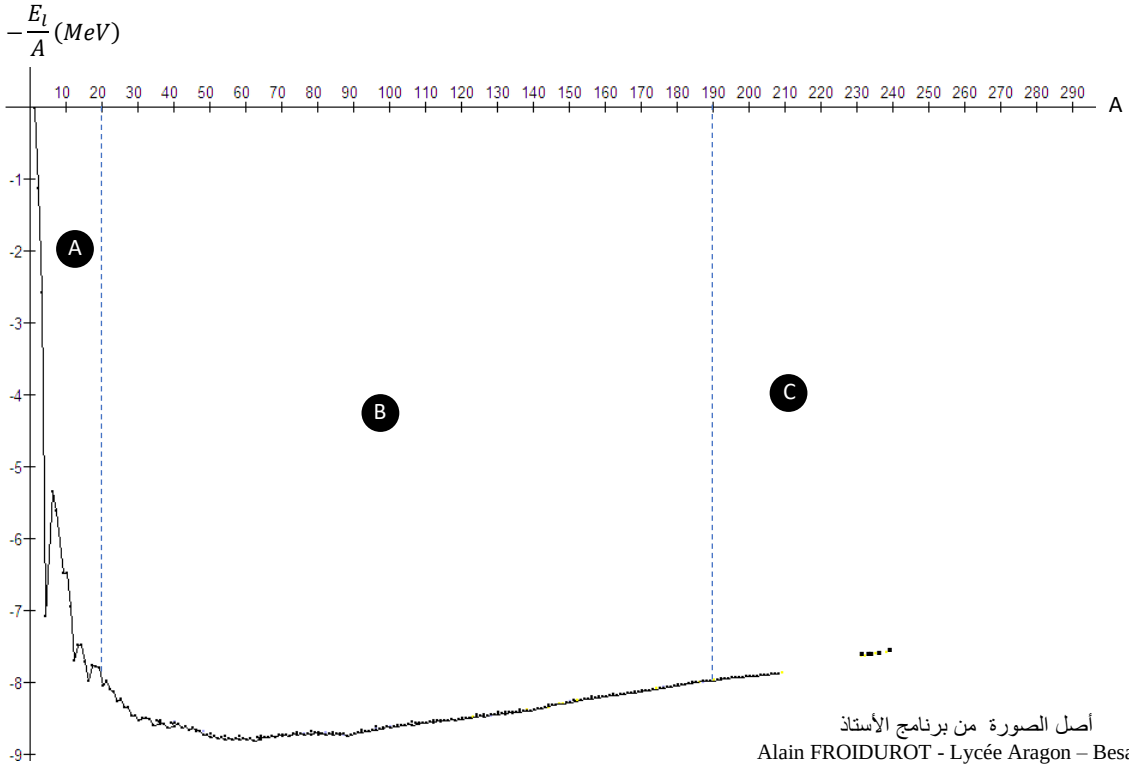
جـ / احسب الطاقة المحرّرة عن اندماج كمية من أنوية ^1_1H كتلتها $m' = 1\ kg$.

7 - يسمى المنحنى الممثّل في الشكل أسفله : منحنى أستون ، والذي وضع فيه نظير طاقة الربط لكل نوكليون للأنوية الطبيعية بدلالة العدد الكتلي .

أ / حسب ما عرفته عن شروط تحقيق الاندماج ، حدّد المنطقة التي تشمل الأنوية التي يمكن أن تندمج ، معلّلا لذلك .

ب / ما هي المنطقة التي تشمل الأنوية الأكثر استقرارا ؟

جـ / حدّد موضعي نواة اليورانيوم 235 على منحنى أستون ، والنواة $^{140}_{54}Xe$.



أصل الصورة من برنامج الأستاذ
Alain FROIDUROT - Lycée Aragon – Besançon

$1u = 931{,}5\ MeV/c^2$ ، $m(^4_2He) = 4{,}00150\ u$ ، $m(e) = 5{,}49 \times 10^{-4}\ u$ ، $m(p) = 1{,}00727\ u$
$1\ u = 1{,}66 \times 10^{-27}\ kg$ ، $m(^3_1H) = 3{,}01550\ u$ ، $m(^2_1H) = 2{,}01355\ u$ ، $m(n) = 1{,}00866\ u$

$m\left(^{140}Xe\right) = 139{,}89200\ u$ ، $m\left(^{94}Sr\right) = 93{,}89450\ u$ ، $m\left(^{235}U\right) = 234{,}99350\ u$
$1\ MeV = 1{,}602 \times 10^{-13}\ J$ ، $42\ MJ/kg$: القدرة الحرارية للبترول ، $N_A = 6 \times 10^{23}\ mol^{-1}$

ملاحظة : في السؤال 7 من الجزء II من التمرين 03 ، لو صادفت هذا السؤال في الامتحان ، **سيُقالُ لك** : يجب قصّ الرسم وإعادته مع ورقة الإجابة .
حذار : **لا تقص** أي بيان وترجعه مع ورقة الإجابة في البكالوريا ، إلا إذا طُلبَ منك ذلك .

التمرين 01

1 -

N : عدد الأنوية في العينة عند $t>0$

N_0 : عدد الأنوية الابتدائية ($t=0$)

λ : الثابت الاشعاعي (ثابت التفكك)

2 - $N_d = N_0 - N = N_0 - N_0 e^{-\lambda t}$

$N_d = N_0 (1 - e^{-\lambda t})$

3 - أ/ التغير هو الفرق بين القيمة اللاحقة والقيمة السابقة ؛ وبالتالي تغير عدد أنوية التيلور يكون سالبًا أي البيان ②.

أما تغير عدد أنوية اليود يكون موجبًا أي البيان ①

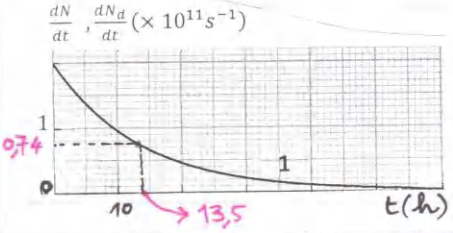
ب/ لدينا $\frac{dN}{dt} = -\lambda N_0 e^{-\lambda t}$

$\frac{dN_d}{dt} = +\lambda N_0 e^{-\lambda t}$

من البيان ① مثلا $\lambda N_0 = A_0 = 2\times10^{11}$ Bq

ج/ عند $t=\tau$ يكون $\frac{dN_d}{dt} = \lambda N_0 e^{-\frac{1}{\tau}\times\tau}$

$= 0{,}37\,\lambda N_0$



وبالتالي من البيان $\tau = 13{,}5$ h

$N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = A_0 \times \tau = 2\times10^{11} \times 13{,}5\times3600$ \s

$= 9{,}7\times10^{15}$

د/ $m_0 = M \cdot \frac{N_0}{N_A} = 127 \times \frac{9{,}7\times10^{15}}{6\times10^{23}}$

$m_0 = 2{,}05\times10^{-6}$ g $= 2{,}05\,\mu$g

4 - $\frac{N_d}{N} = \frac{N_0(1-e^{-\lambda t})}{N_0 e^{-\lambda t}} = e^{\lambda t} - 1$

$= e^{\frac{\ln 2}{t_{1/2}}\times 2t_{1/2}} - 1$

$\frac{N_d}{N} = 4 - 1 = 3$

التمرين 02

1 - مخطط سيغري $(N-Z)$

2 - تم ترتيب الأنوية حسب عدد البروتونات (Z) وعدد النوترونات (N)

ملاحظة : يمكن أن تصادف في التمارين $(Z-N)$ أو $(A-Z)$ أو ...

3 - تسمى المنطقة Ⓐ وادي الاستقرار، حيث أن الأنوية المستقرة واقعة في هذه المنطقة.

الأنوية الواقعة في المنطقة Ⓑ تحتوي على $N>Z$ ، فهي تتفكك بالنمط β^-.

الأنوية الواقعة في المنطقة Ⓒ تحتوي على $Z>N$ ، فهي تتفكك بالنمط β^+.

4 - لدينا $^{123}_{50}Sn \rightarrow {}^{A}_{Z}Sb + {}^{0}_{-1}e$

أي نواة الأنتيموان $^{123}_{51}Sb$ تحتوي على 51 بروتون و 72 نوترون

5 - $t' = 32\times24\times60 + 7\times60 + 12$

$t' = 46512$ mn

عدد أنوية Sn التي مازالت لم تتفكك هي $N = 2\times10^{15} - 3{,}2\times10^{14}$

$N = 1{,}68\times10^{15}$

لدينا $\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t}$

$\frac{1{,}68\times10^{15}}{2\times10^{15}} = e^{-\lambda\times46512}$

$\ln 0{,}84 = -46512\,\lambda$

$\lambda = 3{,}75\times10^{-6}$ mn^{-1}

$t_{1/2} = \frac{0{,}69}{3{,}75\times10^{-6}} = 184000$ mn

$t_{1/2} \simeq 128$ j

6 - $A = \lambda N = \frac{3{,}75\times10^{-6}}{60}\times1{,}68\times10^{15}$

$A = 1{,}05\times10^{8}$ Bq

7 - نجري عدة قياسات ونأخذ متوسطها، لأننا لا نجد نفس عدد التفككات في كل قياس بسبب أن التفكك عشوائي.

يجب أن تكون مدة هذه القياسات صغيرة بالنسبة لزمن نصف العمر حتى لا تتغير قيمة النشاط المتوسط خلال مدة القياس.

8 - النقص الكتلي للنواة هو الفرق بين كتلة النوكليونات حرة وكتلة النواة

$\Delta m > 0$

$\Delta m = 51 \times 1,00727 + 72 \times 1,00866 - 122,87623$

$\Delta m = 1,12\ u$

9 - طاقة التماسك لكل نوكليون هي الطاقة المتوسطة اللازمة لافتكاك نوكليون واحد من النواة وهي سالبة.

$$\frac{E_e}{A} = \frac{\Delta m \times 931,5}{A} = \frac{1,12 \times 931,5}{123}$$

$$\frac{E_e}{A} = 8,48\ MeV/nucl$$

التمرين 03

(I)

1- النوترون الحراري (النوترون البطيء) هو نوترون طاقته الحركية ضعيفة، حيث سرعته لا تتعدى 2,2 km/s.

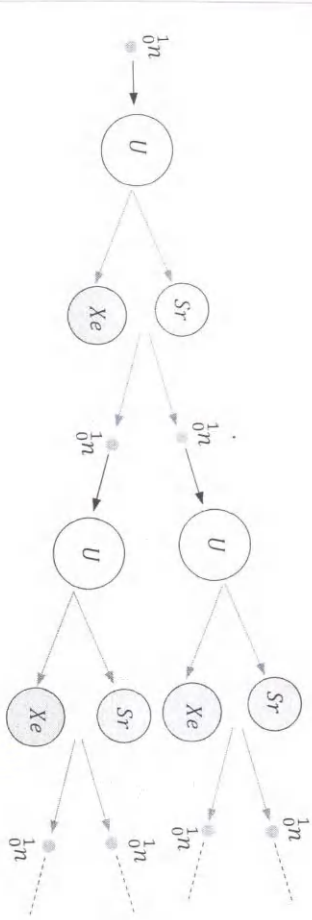
يُستعمل في تفاعلات الانشطار، حيث يتم إمتصاصه من طرف النواة القابلة للانشطار (مثلا اليورانيوم 235) فتنقسم لنواتين وتتحرر نوترونات سريعة.

لا نستعمل البروتون لأن شحنته موجبة وبالتالي يتنافر مع النواة (النواة شحنتها موجبة)

2- تظهر الطاقة المحررة عن الانشطار على شكل حرارة.

3- المقصود بالتفاعل المتسلسل هو أن النوترونات الناتجة تقوم بشطر أنوية أخرى من اليورانيوم فتتصاعد العملية

في المفاعلات النووية يتم التحكم في التفاعل المتسلسل، وفي القنابل النووية عند انفجارها لا يتم التحكم فيه.



الخاصية التسلسلية لتفاعل الانشطار

4- إن عملية شطر أنوية اليورانيوم بالنوترونات الناتجة تسمى التغذية الذاتية للتفاعل. (يكفي أن يقوم بهذه العملية نوترون واحد من النوترونات الناتجة.

في المفاعلات النووية يمكن التحكم في سرعة النوترونات الناتجة لتصبح نوترونات حرارية لاستعمالها في الانشطار والاستغناء عن ضبع النوترونات المكلف جدا).

5- $E_{lib} = (m_i - m_f) \times 931,5$

$m_i = m(U) + m(n)$

$= 234,9935 + 1,00866 = 236,00216\ u$

$m_f = m(Sr) + m(Xe) + 2\,m(n)$

$m_f = 235,80382\ u$

$$^1_1H + ^3_1H \rightarrow ^4_2He \quad \ldots\ldots (1)$$
$$^2_1H + ^2_1H \rightarrow ^4_2He \quad \ldots\ldots (2)$$
$$^2_1H + ^3_1H \rightarrow ^4_2He + ^1_0n \quad \ldots\ldots (3)$$
$$^3_1H + ^3_1H \rightarrow ^4_2He + 2\,^1_0n \quad \ldots\ldots (4)$$

-3

-4 الطاقة المحررة :

$$E_{lib} = (m_i - m_f) \times 931,5$$

التفاعل (1) :

$$E_{lib} = (3,0155 + 1,00727 - 4,0015) \times 931,5$$
$$E_{lib} = 19,8\ MeV$$

التفاعل (2) :

$$E_{lib} = (2 \times 2,01355 - 4,0015) \times 931,5$$
$$E_{lib} = 23,8\ MeV$$

التفاعل (3)

$$E_{lib} = (2,01355 + 3,0155 - 4,0015 - 1,00866) \times 931,5$$
$$E_{lib} = 17,6\ MeV$$

التفاعل (4)

$$E_{lib} = 11,3\ MeV$$

-5

$$E_{lib(T)} = N \times E_{lib}$$

N : عدد أنوية ^2_1H ، وكذلك عدد أنوية ^3_1H

$$N \times m(^2H) + N \times m(^3H) = 1$$
$$N = \frac{1}{(2,01355 + 3,0155) \times 1,66 \times 10^{-27}}$$
$$N = 1,2 \times 10^{26}$$

وبالتالي :

$$E_{lib(T)} = 1,2 \times 10^{26} \times 17,6 = 2,1 \times 10^{27}\ MeV$$

-6

أ) لكي تتحقق معادلة المرحلة (3) يجب ضرب المعادلتين الأولى والثانية في 2

$$2\,^1_1H + 2\,^1_1H \rightarrow 2\,^2_1H + 2\,^0_1e$$
$$2\,^2_1H + 2\,^1_1H \rightarrow 2\,^3_2He + 2\gamma$$

ثم نجمع المعادلات الثلاث ، وبعد الاختصار نحصل على المعادلة :

$$4\,^1_1H \rightarrow ^4_2He + 2\,^0_1e + 2\gamma$$

ب) $E_{lib} = (m_i - m_f) \times 931,5$

$$E_{lib} = (236,00216 - 235,80382) \times 931,5$$
$$E_{lib} = 184,7\ MeV$$

-6

$$E_{lib(T)} = E_{lib} \times N = E_{lib} \times N_A \cdot \frac{m}{M}$$
$$= 184,7 \times 6 \times 10^{23} \times \frac{1000}{235}$$
$$E_{lib(T)} = 4,7 \times 10^{26}\ MeV$$

-7 الطاقة التي يحررها إحتراق 1kg من البنزول هي :

$$E_p = 42 \times 10^6\ J$$
$$E_p = \frac{42 \times 10^6}{1,6 \times 10^{-13}} = 2,6 \times 10^{20}\ MeV$$

المقارنة

$$\frac{E_{lib(T)}}{E_p} = \frac{4,7 \times 10^{26}}{2,6 \times 10^{20}} = 1800000$$

$$E_{lib(T)} = 1800000\ E_p\ !!$$

-8 المردود

$$r = \frac{E_e}{E_n} \times 100$$

E_e : الطاقة الكهربائية

E_n : الطاقة النووية

$$E_e = P \times t = 40 \times 10^6 \times 30 \times 24 \times 3600$$
$$E_e = 1,03 \times 10^{14}\ J$$
$$E_e = \frac{1,03 \times 10^{14}}{1,6 \times 10^{-13}} = 6,4 \times 10^{26}\ MeV$$
$$E_n = E_{lib} \times N' = E_{lib} \times N_A \cdot \frac{m'}{M}$$
$$E_n = 184,7 \times 6 \times 10^{23} \times \frac{4,7 \times 1000}{235}$$
$$E_n = 2,2 \times 10^{27}\ MeV$$
$$r = 100 \times \frac{6,4 \times 10^{26}}{2,2 \times 10^{27}} = 29\%$$

(II)

1- تفاعل الاندماج هو تفاعل نووي مُفتعل يتمّ فيه دمج أنوية خفيفة بتوفير درجة حرارة عالية جدّا للحصول على نواة واحدة ، وتحرير طاقة كبيرة .

2- يحتاج تفاعل الاندماج لدرجة حرارة عالية جدّا من أجل التغلّب على قوى التنافر بين الأنوية .

$$E_{lib} = (4 \times 1{,}00727 - 4{,}0015 - 2 \times 5{,}49 \times 10^{-4}) \times 931{,}5$$

$$E_{lib} = 24{,}7 \text{ MeV}$$

ج\ عدد أنوية ^1_1H في 1 kg من المزيج :

$$N = N_A \cdot \frac{m'}{M} = 6 \times 10^{23} \times \frac{1000}{1}$$

$$N = 6 \times 10^{26}$$

$$E_{lib(T)} = E_{lib} \times \frac{N}{4}$$

$$= 24{,}7 \times \frac{6 \times 10^{26}}{4}$$

$$E_{lib_T} = 3{,}7 \times 10^{27} \text{ MeV}$$

-7 ١\ المنطقة (A) هي المنطقة التي تشمل الأنوية التي يمكن أن تندمج . لأن هذه الأنوية خفيفة (عدد بروتوناتها قليل) ؛ حيث يمكن التغلب عن قوى التنافر بينها .

ب\ المنطقة التي تشمل الأنوية الأكثر استقرارًا هي (B) ؛ لأن هذه الأنوية توافقها طاقة الربط لكل نوكليون كبيرة بالنسبة للأنوية الأخرى على جانبي (B) .

١٧.

$$E_e(U) = (92 \times 1{,}00727 + 143 \times 1{,}00866 - 234{,}9935) \times 931{,}5$$

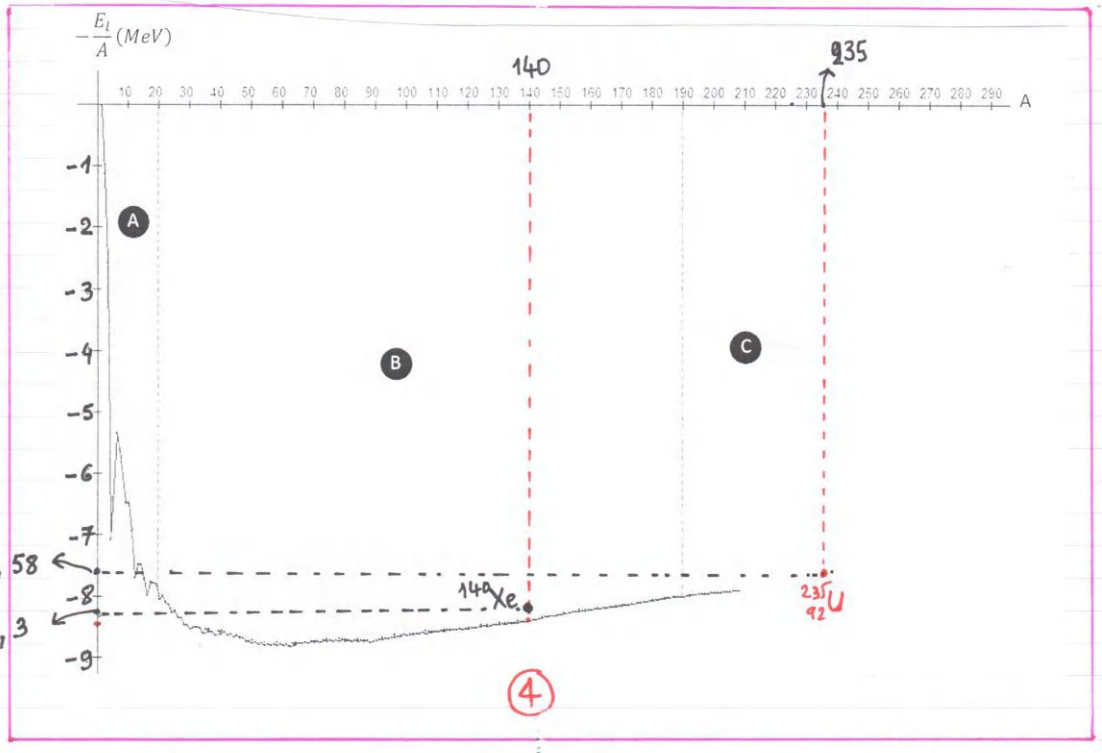
$$= 1782{,}6 \text{ MeV}$$

$$\frac{E_e(U)}{A} = \frac{1782{,}6}{235} = 7{,}58 \text{ MeV/nucl}$$

$$E_e(Xe) = (54 \times 1{,}00727 + 86 \times 1{,}00866 - 139{,}8920) \times 931{,}5$$

$$= 1160 \text{ MeV}$$

$$\frac{E_e(Xe)}{A} = \frac{1160}{140} = 8{,}3 \text{ MeV/nucl}$$



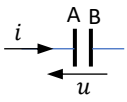
④

التمرين 01

اختر الجواب أو الأجوبة الصحيحة :

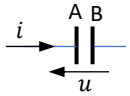
1 - المكثّفة هي ثنائي قطب يتشكل من	أ / لبوسين عازلين للكهرباء	ب / لبوسين ناقلين للكهرباء يتوسطهما عازل كهربائي	جـ / لبوسين متلامسين ناقلين للكهرباء

2 -



أ / شحنة اللبوس A موجبة	ب / مجموع شحنتي اللبوسين أكبر من الصفر	جـ / شحنة اللبوس B هي $q_B = -Cu$	د / شحنة اللبوس A هي $q_A = \frac{C}{u}$

3 -



أ / $i = -C\frac{du}{dt}$	ب / $i = -\frac{dq_A}{dt}$	جـ / $i = C\frac{du}{dt}$	د / $i = C\,u$

4 – عندما نقوم بشحن مكثّفة ، فإن التوتر بين لبوسيها	أ / يزداد	ب / ينتهي نحو قيمة التوتر بين طرفي مولّد التوتر	جـ / ينتهي نحو الصفر	د / يزداد خطيّا

5 – ثابت الزمن للدارة RC	أ / $\tau = \frac{R}{C}$	ب / يمثّل مدّة شحن المكثّفة	جـ / يتعلّق فقط بسعة المكثّفة	د / الزمن اللازم لشحن المكثّفة إلى 63% من شحنتها الأعظمية

6 – الطاقة في مكثّفة التوتّر بين طرفيها u هي :	أ / $E_c = \frac{1}{2}uC^2$	ب / $E_c = \frac{1}{2C}q^2$	جـ / $E_c = \frac{1}{2}Cu^2$

7 – عندما نقوم بشحن مكثّفة بمولّد للتوتّر ، فإن التيار الكهربائي في الدارة :	أ / يزداد	ب / يمر عند اللحظة $t = 0$ بقيمة عظمى ، ثم يتناقص	جـ / يبقى ثابتا طيلة مدّة الشحن

8 – عندما نفرّغ مكثّفة في دارة تحتوي على ناقل أومي فقط ، تتحوّل الطاقة الكهربائية إلى :	أ / طاقة ميكانيكية	ب / طاقة حرارية	جـ / طاقة نووية

9 – عندما نقوم بشحن مكثّفة بمولّد للتيار ، فإن التوتر بين لبوسيها :	أ / يزداد خطّيا	ب / يزداد حسب تابع أسّي	جـ / يزداد إلى ما لا نهاية

التمرين 02

1 – ما المقصود بالدلالات المسجّلة على المكثّفة : $680\mu F$ - $35\,V$ - $\pm\,10V$ في الشكل ؟

2 – قمنا بشحن هذه المكثّفة وهي فارغة تماما بواسطة مولّد للتيار يعطي تيار ثابتا شدّته $I = 24\ \mu A$ حيث ربطنا لطرفي المكثّفة مقياس فولط . بعد مرور دقيقة واحدة قرأنا على مقياس الفولط $u = 2{,}1\ V$.

أ / ارسم شكل الدارة الكهربائية ، موضحا عليها جهة التيار وإشارتي اللبوسين .

ب / احسب سعة المكثّفة .

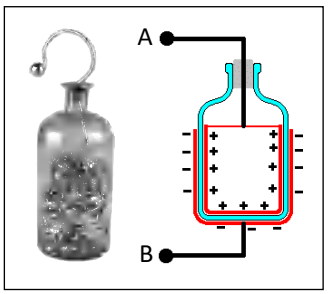
جـ / ما هي المدّة التي لا يجب تجاوزها خلال شحن المكثفة ؟

3 – هل القيمة التجريبية لسعة المكثّفة توافق دلالة الصّانع ؟

التمرين 03

زجاجة لايد $(Bouteille\ de\ Leyde)$ هي أقدم مكثّفة ، تتشكّل من لبوس علوي متّصل بأوراق ذهبيّة منكمشة داخل قارورة زجاجية ، ولبوس آخر من القصدير يحيط خارجيا بالقارورة ، والزجاج يلعب دور العازل الكهربائي . الشكل – 1 .

اكتشفها الفيزيائي البروسي $Ewald\ Von\ kleist$ (1700 - 1748) ، وكانت كذلك مجال بحث للعالم $Pieter\ Van\ Musschenbroek$ من مدينة $Leyde$ بهولندا القديمة .



الشكل – 1

I - نربط زجاجة لايد وهي فارغة إلى مولّد للتيار يعطي تيارا شدّته ثابتة $I = 12\ \mu A$ ، ونربط لطرفي المكثّفة مقياس فولط . نربط في الدارة مقياس أمبير .

يجمع الجدول المقابل التوتر بين طرفي المكثفة بدلالة شحنة اللبوس A .

$u_{AB}(V)$	0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
$q_A(\times 10^{-9}\ C)$	0	1,9	4,2	6,1	7,9	10,1

1 – مثّل الدارة الكهربائية ، موضّحا عليها جهة التيار وجهة التوتّر u_{AB} .

2 – مثّل بيانيا التوتر u_{AB} بدلالة شحنة المكثّفة q_A .

3 – باستعمال البيان احسب سعة المكثّفة (C) .

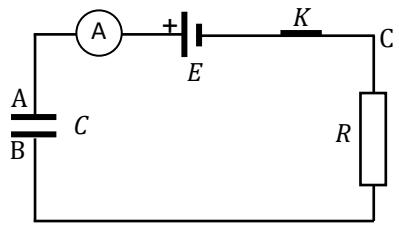
4 – إذا اعتبرنا $t = 0$ هي اللحظة الموافقة لـ $u_{AB} = 0$ ، ما هي اللحظة التي تصبح فيها شحنة اللبوس (B) $q_B = -6 \times 10^{-8}\ C$ ؟

II - ننزع المكثّفة من الدارة ونفرّغها ، ثمّ نربطها على التسلسل مع ناقل أومي مقاومته R ، حيث نشكّل بذلك ثنائي قطب RC .

نصل ثنائي القطب هذا إلى قطبي مولّد للتوتر قوّته المحرّكة الكهربائية E ، نعتبره مثاليا . الشكل – 2 .

مقاومة القاطعة K مهملة .

نغلق القاطعة عند اللحظة $t = 0$ ، وبواسطة تجهيز $Exao$ حصّلنا على التمثيلات البيانية للتوترات : u_{AB} ، u_{BC} ، u_{AC} بدلالة الزمن . الشكل – 3 .



الشكل - 2

1 – اشرح باختصار عملية شحن المكثّفة .

2 – جد المعادلة التفاضلية التي يحقّقها التوتّر u_{AB} بين طرفي المكثّفة .

3 – تأكّد أن حل هذه المعادلة التفاضلية هو $u_{AB} = -Ee^{-\frac{1}{RC}t} + E$.

4 - ما المقصود بالثابت RC ؟ جدْ وحدته بواسطة التحليل البعدي .

5 – عبّر عن التوتّر u_{BC} بدلالة الزمن .

6 – أرفق كل بيان بالتوتر الموافق ، مع التعليل .

7 – احسب قيمة الثابت RC .

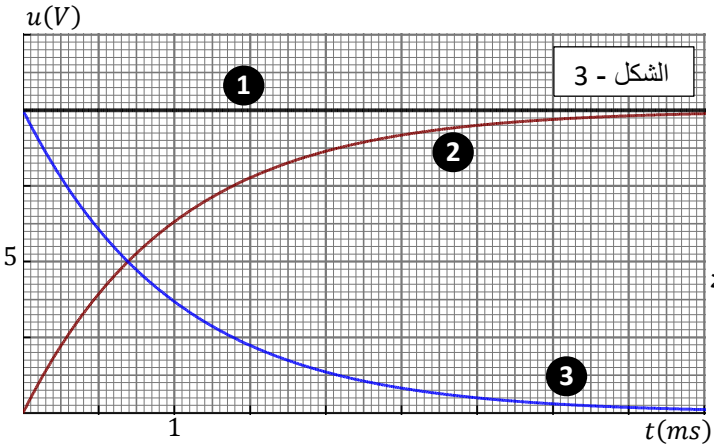
8 – احسب قيمة مقاومة الناقل الأومي مقدّرة بالميغا أوم .

9 – ما هي قيمة الطاقة المخزّنة في المكثّفة عند اللحظة t' الموافقة لنقطة تقاطع البيانين 2 و 3 .

10 – ما هي الطاقة الأعظمية المخزنة في المكثفة ؟ قارن بين قيمة هذه الطاقة والطاقة عند اللحظة t' .

11 – كم تكون شحنة اللبوس A عند اللحظة t' ، وفي نهاية الشحن .
قارن بين قيمتي هاتين الطاقتين .

12 – مثّل بيانيا تغير التوتر الكهربائي بين طرفي المكثّفة بدلالة شدّة التيار .

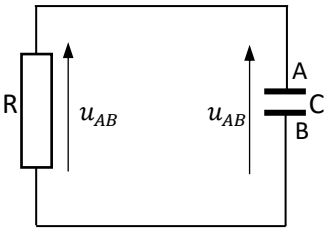


الشكل - 3

التمرين 04

تُشحَنُ الغيوم العاصفة عندما يقصف الرعد ، حيث تُشحن قمة الغيوم إيجابا ، ويُشحَنُ أسفلها سلبا ، وبالتالي يُشحنُ سطح الأرض إيجابا . (الشكل -1)
تشكّل المنطقة السفلى للغيوم وسطح الأرض والهواء الموجود بينهما مكثّفة عملاقة سعتها C .
إن ظاهرة لمعان البرق تفسّر تفريغ هذه المكثفة . نعتبر القناة الهوائية التي تتفرغ فيها المكثفة ناقلا أوميا مقاومته $R = 3\ k\Omega$.
ننمذج الدارة الكهربائية بمكثّفة مشحونة مربوطة على التفرّع مع ناقل أومي . الشكل – 2
سطح الأرض هو اللبوس A ، والمنطقة السفلى للغيوم هي اللبوس B .

الشكل – 1



الشكل – 2

1 – اشرح كيفية شحن سطح الأرض إيجابا.

2 – اكتب المعادلة التفاضلية للشحنة q_A .

3 – علما أن حل هذه المعادلة من الشكل : $q = Ke^{-\frac{1}{\alpha}t}$
حيث K و α عبارة عن ثابتين . حدّدْ عبارتيهما بدلالة مميزات الدارة .

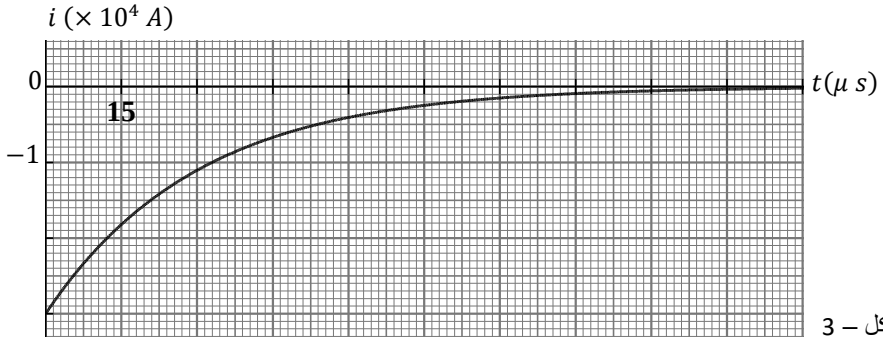
4 – لدينا في التمثيل البياني في الشكل – 3 شدّة التيار بدلالة الزمن .

أ / احسب ثابت الزمن للدارة .

ب / احسب سعة المكثّفة

جـ / احسب التوتر الأعظمي بين طرفي المكثّفة .

5 – ما هي أعظم طاقة مخزنة في المكثّفة ؟



الشكل – 3

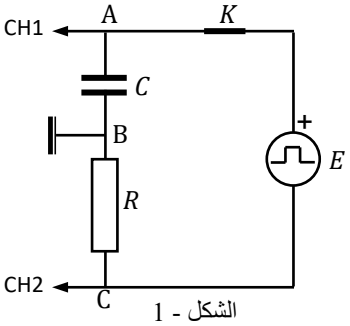
التمرين 05

مولّد للتوتر قوّته المحركة الكهربائية E . يتغيّر التوتّر بين طرفيه لحظيا من القيمة $u_G = 0$ إلى $u_G = E$ في مجالات زمنية متساوية ومتعاقبة ، بحيث بإمكانه شحن مكثفة في دارة RC ، ثم ينفصل عن الدارة ويتركها لتُفرّغ في الناقل الأومي ، ثم يشحنها من جديد ، وهكذا ..

تضمّ الدارة التي يغذّيها هذا المولد (الشكل – 1) :

- مكثّفة فارغة سعتها $C = 100\ \mu F$
- ناقل أومي مقاومته R
- راسم اهتزاز غير ممثّل في الشكل ، مدخلاه $CH1$ و $CH2$
- قاطعة K مهملة المقاومة

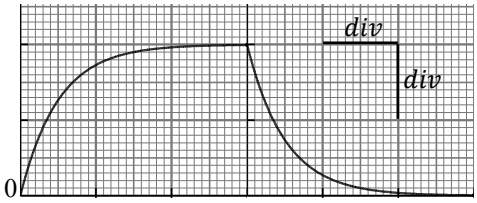
نصل المدخل $CH1$ والمدخل الأرضي للدارة ، ولا نصل المدخل $CH2$.



الشكل - 1

نغلق القاطعة عند اللحظة $t = 0$ ، فنشاهد على شاشة راسم الاهتزاز البيانين في الشكل – 2 .

تُعطى شدّة التيار في الدارة خلال الشحن بالعبارة $i = I\, e^{-\frac{1}{\tau}t}$ ، حيث I : الشدة العظمى للتيار ، و τ ثابت الزمن للدارة RC .



الشكل - 2 المسح الأفقي : $20\ ms/div$
الحساسية الشاقولية : $2V/div$

1 – عبّر عن التوتر u_{BC} بدلالة الزمن خلال شحن المكثّفة .

2 – عبّر عن التوتّر u_{AB} بدلالة الزمن خلال شحن المكثّفة .

3 – جدْ المعادلة التفاضلية التي تحقّقها شدّة التيار أثناء الشحن ، ثمّ تأكّدْ من حل هذه المعادلة .

4 – بيّن أنه عند اللحظة $t = \tau$ يكون التوتّر بين طرفي المكثّفة $u_{AB} = 0{,}63\ E$ أثناء الشحن ثم استنتج قيمة ثابت الزمن .

5 – احسب مقاومة الناقل الأومي .

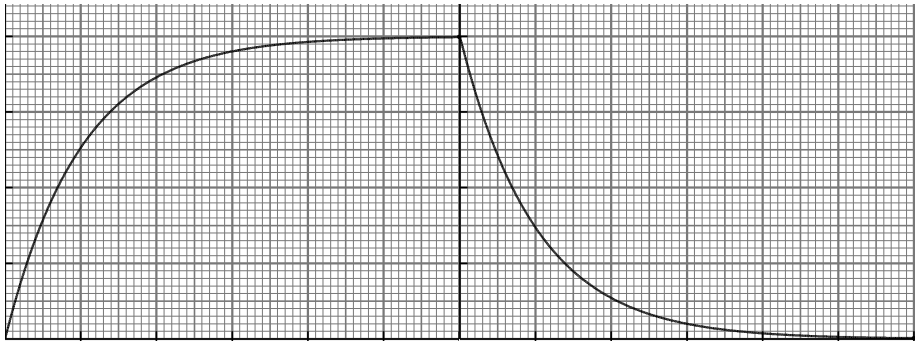
6 – احسب شدة التيار I .

7 – أعد رسم البيانين (الشكل – 2) ، ثم مثّل البيانين الذين نشاهدهما معهما لو ربطنا كذلك المدخل $CH2$ للدارة وضغطنا على الزر INV لهذا المدخل .

8 – جدْ المعادلة التفاضلية لشحنة المكثّفة q_A أثناء تفريغ المكثّفة ، ثم بيّنْ أن حلّها هو $q_A = CE\, e^{-\frac{1}{\tau}t}$.

9 – باعتبار أن اللحظة $t = 0$ هي لحظة بدء تفريغ المكثّفة ، في أية لحظة تكون الطاقة المحوّلة على شكل حرارة تمثّل 80 % من الطاقة التي كانت مخزّنة في المكثّفة عند اللحظة $t = 0$ ؟

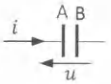
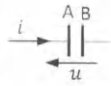
10 – ننزع المدخل $CH2$ من الدارة . ما هما العمليتان اللتان قمنا بهما في راسم الاهتزاز للحصول على البيانين في الشكل – 3


الشكل - 2

الفيزياء الأسبوعي 07 / الحل / باك 2021

التمرين 01

اختر الجواب أو الأجوبة الصحيحة :

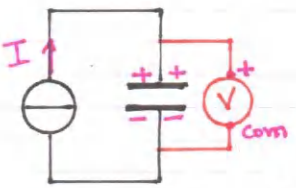
1 - المكثفة هي ثنائي قطب يتشكل من	أ / لبوسين عازلين للكهرباء	ب / لبوسين ناقلين للكهرباء يتوسطهما عازل كهربائي	جـ / لبوسين متلامسين ناقلين للكهرباء
2 - 	أ / شحنة اللبوس A موجبة	ب / مجموع شحنتي اللبوسين أكبر من الصفر	جـ / شحنة اللبوس B هي $q_B = -Cu$	د / شحنة اللبوس A هي $q_A = \frac{C}{u}$
3 - 	أ / $i = -C\frac{du}{dt}$	ب / $i = -\frac{dq_A}{dt}$	جـ / $i = C\frac{du}{dt}$	د / $i = C\,u$
4 – عندما نقوم بشحن مكثفة ، فإن التوتر بين لبوسيها	أ / يزداد	ب / ينتهي نحو قيمة التوتر بين طرفي مولّد التوتر	جـ / ينتهي نحو الصفر	د / يزداد خطيا
5 – ثابت الزمن للدارة RC	أ / $\tau = \frac{R}{C}$	ب / يمثّل مدّة شحن المكثفة	جـ / يتعلّق فقط بسعة المكثفة	د / الزمن اللازم لشحن المكثفة إلى 63% من شحنتها الأعظمية
6 – الطاقة في مكثفة التوتر بين طرفيها u هي :	أ / $E_c = \frac{1}{2}uC^2$	ب / $E_c = \frac{1}{2C}q^2$	جـ / $E_c = \frac{1}{2}Cu^2$	
7 – عندما نقوم بشحن مكثفة بمولّد للتوتر ، فإن التيار الكهربائي في الدارة :	أ / يزداد	ب / يمر عند اللحظة $t = 0$ بقيمة عظمى ، ثم يتناقص	جـ / يبقى ثابتا طيلة مدّة الشحن	
8 – عندما نفرّغ مكثفة في دارة تحتوي على ناقل أومي فقط ، تتحوّل الطاقة الكهربائية إلى :	أ / طاقة ميكانيكية	ب / طاقة حرارية	جـ / طاقة نووية	
9 – عندما نقوم بشحن مكثفة بمولّد للتيار ، فإن التوتر بين لبوسيها :	أ / يزداد خطيا	ب / يزداد حسب تابع أسي	جـ / يزداد إلى ما لا نهاية	

التمرين 02

1 - سعة المكثفة : $680\mu F$
أكبر توتر تتحمّله المكثفة بين لبوسيها $35V$

بنسبة التسامح 5% ، أي أن سعة هذه المكثفة محصورة بين $C - \frac{5}{100}C$ و $C + \frac{5}{100}C$

2 - ب / 12



ب / $C = \frac{q}{u} = \frac{I\,t}{u}$

$C = \frac{24\times10^{-6}\times60}{2,1} = 685,7\times10^{-6}\,F$

$C = 685,7\,\mu F$

جـ / يجب أن لا يتجاوز التوتر بين طرفي المكثفة القيمة $U_{max} = 35V$

$I\,t' = C\,U_{max}$

$t' = \frac{C\,U_{max}}{I} = \frac{685,7\times10^{-6}\times35}{24\times10^{-6}}$

$t' = 16\,mn\;40\,s$

3 - مجال الصانع :

$C \in \left[680 - \frac{680\times5}{100} \;-\; 680 + \frac{680\times5}{100}\right]$

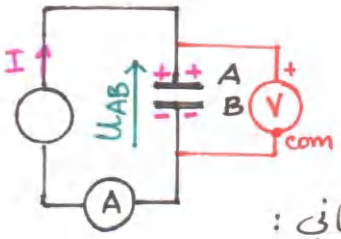
$C \in [646\,\mu F \;-\; 714\,\mu F]$

ولدينا $C = 685,7\mu F$ تنتمي لهذا المجال ، وبالتالي القيمة التجريبية تتوافق مع دلالة الصانع .

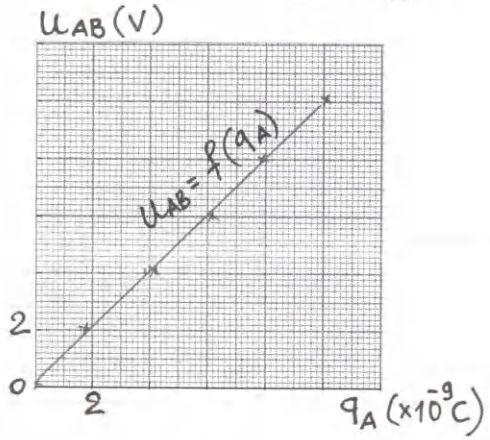
التمرين 03

(I)

1-



2- التمثيل البياني :



3- البيان عبارة عن مستقيم معادلته $u_{AB} = a\, q_A$

ولدينا $u_{AB} = \frac{1}{C} q_A$

وبالمطابقة $\frac{1}{C} = a$

$\frac{1}{C} = \frac{10}{10,1 \times 10^{-9}} \simeq 10^{9}$

وبالتالي : $C = 1 \times 10^{-9}\ F$

$C = 1\ nF$

4- $q_B = -6 \times 10^{-8}\ C$

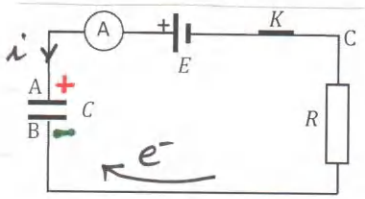
وبالتالي : $q_A = 6 \times 10^{-8}\ C$

$t = \frac{q_A}{I} = \frac{6 \times 10^{-8}}{12 \times 10^{-6}} = 5 \times 10^{-3}\ s$

$t = 5\ ms$

(II)

1-



عند غلق القاطعة تتوضع الالكترونات على اللبوس (B)، ولوجود العازل بين اللبوسين لا يسمح بمرور هذه الالكترونات إلى اللبوس (A) تتراكم على اللبوس (B) ويشحن سلبيًا.

في نفس الوقت تغادر الالكترونات الموجودة في اللبوس (A) هذا الأخير فيُشحن ايجابيًا.

عندما يصبح التوتر بين طرفي المكثفة مساويًا لـ E ينعدم التيار في الدارة، وتكون المكثفة قد شُحنت.

2-

$u_{AB} + u_{BC} = E$

$u_{AB} + RC\frac{du_{AB}}{dt} = E$

$\frac{du_{AB}}{dt} + \frac{1}{RC} u_{AB} = \frac{E}{RC}$

3- لدينا $u_{AB} = -Ee^{-\frac{1}{RC}t} + E$

بالاشتقاق بالنسبة للزمن :

$\frac{du_{AB}}{dt} = \frac{E}{RC} e^{-\frac{1}{RC}t}$

نعوض في المعادلة التفاضلية :

$\frac{E}{RC} e^{-\frac{1}{RC}t} + \frac{1}{RC}\left(E - Ee^{-\frac{1}{RC}t}\right) = \frac{E}{RC}$

$\frac{E}{RC} = \frac{E}{RC}$

محققة.

4- الثابت RC هو ثابت الزمن، أي الزمن اللازم لشحن المكثفة إلى غاية نسبة 63% من شحنتها العظمى.

$[\tau] = [RC] = \frac{[U]}{[I]} \cdot \frac{[I] \cdot [T]}{[U]} = [T]$

$u_{BC} = E - u_{AB}$ -5

$= E + E e^{-\frac{1}{RC}t} - E$

$u_{BC} = E e^{-\frac{1}{RC}t}$

6- التوتر بين طرفي المولد :

$u_{AC} = u_{AB} + u_{BC} = E = 10V$

يوافق البيان ① مستقل عن الزمن.

التوتر u_{AB} :

$u_{AB} = 0 \leftarrow t = 0$

$u_{AB} = E \leftarrow t \to \infty$

يوافق البيان ②

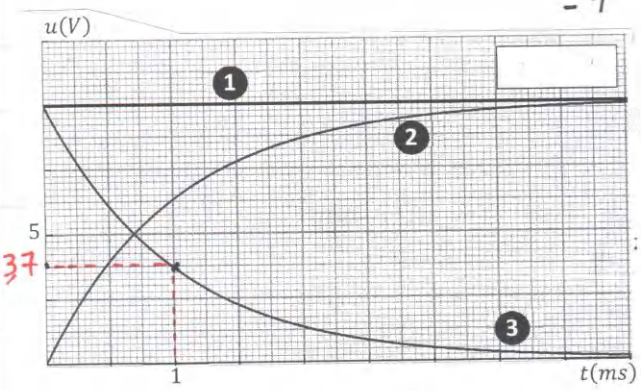
التوتر u_{BC} :

$u_{BC} = E \leftarrow t = 0$

$u_{BC} = 0 \leftarrow t \to \infty$

يوافق البيان ③

-7



من البيان (3) مثلا :

$u_{BC} = E e^{-\frac{\tau}{\tau}}$ يكون عند $t = \tau$

$u_{BC} = 0,37E = 3,7V$

وبالتالي

$\tau = 1ms$

-8

$R = \frac{\tau}{C} = \frac{1 \times 10^{-3}}{1 \times 10^{-9}} = 1 \times 10^{6} \Omega$

$R = 1M\Omega$

-9

$E_c = \frac{1}{2} C u_{AB}^2$

نقطة تقاطع البيانين توافق $u_{AB} = 5V$

وبالتالي :

$E_c = \frac{1}{2} \times 10^{-9} \times 25$

$E_c = 1,25 \times 10^{-8} J$

-10

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

$= \frac{1}{2} \times 10^{-9} \times 100$

$= 5 \times 10^{-8} J$

$\frac{E_c(max)}{E_c(t')} = \frac{5 \times 10^{-8}}{1,25 \times 10^{-8}} = 4$ المقارنة

-11

$q_A(t') = C u_{AB}(t')$

$= 10^{-9} \times 5 = 5 \times 10^{-9} C$

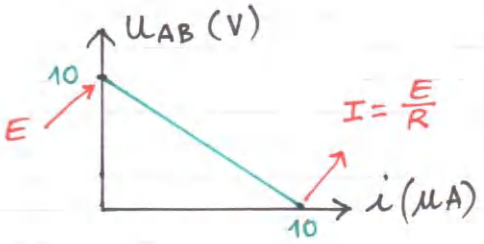
$q_A(max) = CE = 10^{-9} \times 10 = 1 \times 10^{-8} C$

$\frac{q_A(max)}{q_A(t')} = \frac{10 \times 10^{-9}}{5 \times 10^{-9}} = 2$ المقارنة

-12

$u_{AB} = E - u_{BC}$

$= E - Ri$



التمرين 04

1 - عملية شحن سطح الأرض تتم عن طريق الحث ؛ حيث الشحن السالبة الموجودة في قاعدة الغيوم تسحب الشحن الموجبة على سطح الأرض وتبعد الشحن السالبة .

-2

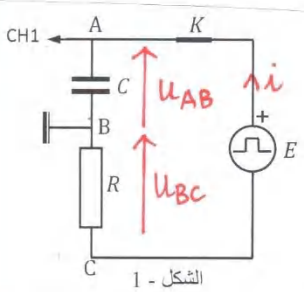
$\frac{q_A}{C} + Ri = 0$

$\frac{q_A}{C} + R \frac{dq_A}{dt} = 0$

$\frac{dq_A}{dt} + \frac{1}{RC} q_A = 0 \quad \ldots (1)$

-3

$\frac{dq_A}{dt} = -\frac{K}{\alpha} e^{-\frac{1}{\alpha}t}$



$u_{AB} + u_{BC} = E$ 3

$\frac{q_A}{C} + Ri = E$ نشتق :

$\frac{1}{C}\frac{dq_A}{dt} + R\frac{di}{dt} = 0$

$\frac{di}{dt} + \frac{1}{RC} i = 0$ .... (1)

التأكد : نشتق العبارة الزمنية لـ i :

$\frac{di}{dt} = -\frac{I}{\tau} e^{-\frac{1}{\tau}t}$

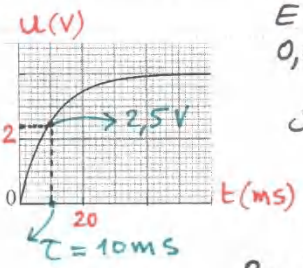
نعوض في (1)

$-\frac{I}{\tau} e^{-\frac{1}{\tau}t} + \frac{I}{RC} e^{-\frac{1}{\tau}t} = 0$

$0 = 0$ محققة

$u_{AB} = E\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$ - 4

$u_{AB} = E(1 - e^{-1}) = 0,63\,E$



$E = 2 \times 2 = 4\,V$

$0,63E = 2,5\,V$

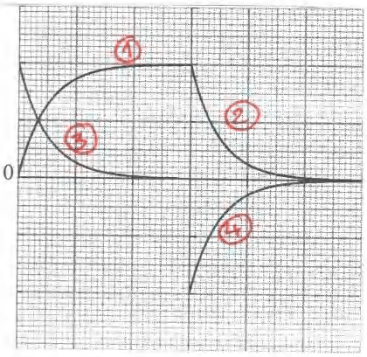
وبالتالي من البيان

$\tau = 10\,ms$

$R = \frac{\tau}{C} = \frac{10 \times 10^{-3}}{100 \times 10^{-6}}$ - 5

$R = 100\,\Omega$

$I = \frac{E}{R} = \frac{4}{100} = 0,04\,A$ - 6



7 - عندما نضغط على المدخل كذلك CH_2، نشاهد كذلك التوتر u_{CB} في الشحن و في التفريغ، ولما نضغط على الزّر INV ينقلب البيانان ونحصل على ④ و ③.

بالتعويض في (1)

$-\frac{k}{\alpha} e^{-\frac{1}{\alpha}t} + \frac{1}{RC} k e^{-\frac{1}{\alpha}t} = 0$

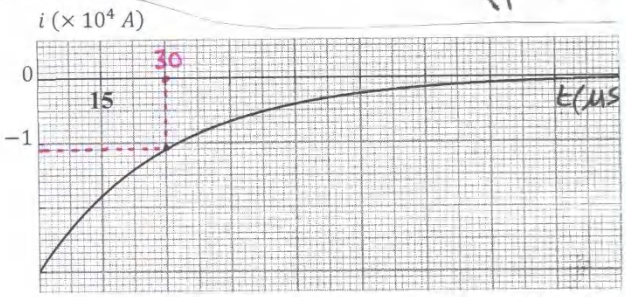
$k e^{-\frac{1}{\alpha}t}\left(\frac{1}{RC} - \frac{1}{\alpha}\right) = 0$

$\frac{1}{\alpha} = \frac{1}{RC} \rightarrow \alpha = RC$

عند $t=0$ تكون المكثفة مشحونة أي $q_A = CE$

$k e^{-\frac{1}{\alpha} \times 0} = CE \rightarrow K = CE$

4 - ب



لدينا $i = \frac{dq_A}{dt} = -\frac{CE}{RC} e^{-\frac{1}{RC}t}$

$i = -\frac{E}{R} e^{-\frac{1}{RC}t} = -I e^{-\frac{1}{RC}t}$

عند $t=\tau$ يكون $i = -I e^{-1} = -0,37I$

وبالتالي من البيان : $i = -1,1 \times 10^{-4}\,A$

$\tau = 30\,\mu s$

$C = \frac{\tau}{R} = \frac{30 \times 10^{-6}}{3 \times 10^{3}} = 1 \times 10^{-8}\,F$ ب.

$C = 10\,nF$

$U_{AB(max)} = |RI|$ أ.

$= 3 \times 10^{3} \times 3 \times 10^{4}$

$= 9 \times 10^{7}\,V$

$E_{C(max)} = \frac{1}{2} C\, U_{AB(max)}^2$ - 5

$= \frac{1}{2} \times 10^{-8} \times (9 \times 10^{7})^2$

$= 4,05 \times 10^{7}\,J$

التمرين 05

$u_{BC} = Ri = RI e^{-\frac{1}{\tau}t}$ - 1

$u_{AB} = E - u_{BC}$ - 2

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

- 8

$$\frac{q_A}{C} + R\frac{dq_A}{dt} = 0$$

$$\frac{dq_A}{dt} + \frac{1}{RC}q_A = 0 \quad \ldots\ldots (2)$$

لدينا $\frac{dq_A}{dt} = -\frac{CE}{RC}e^{-\frac{t}{\tau}}$

نعوض في (2) :

$$-\frac{CE}{RC}e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{1}{RC}\cdot CE\, e^{-\frac{t}{\tau}} = 0$$

$0 = 0$ محققة

- 9

في اللحظة t التي توافق تحوّل 80% من الطاقة الكهربائية إلى حرارة بفعل جول يكون في المكثفة 20% من الطاقة الأعظمية

$$u_{AB} = \frac{q_A}{C} = E e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$E_c = \frac{1}{2}Cu_{AB}^2 = \frac{1}{2}CE^2 e^{-\frac{2t}{\tau}}$$

$$E_{c(max)} = \frac{1}{2}CE^2$$

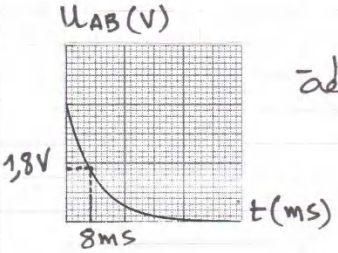
وبالتالي :

$$\frac{1}{2}CE^2 e^{-\frac{2t}{\tau}} = \frac{20}{100}\times\frac{1}{2}CE^2$$

$$e^{-\frac{2t}{\tau}} = 0{,}2$$

$$-\frac{2t}{\tau} = \ln 0{,}2$$

$$t = \frac{16{,}1}{2} \simeq 8\,ms$$



ملاحظة :

يمكن التأكد من اللحظة $t = 8ms$ بيانيا

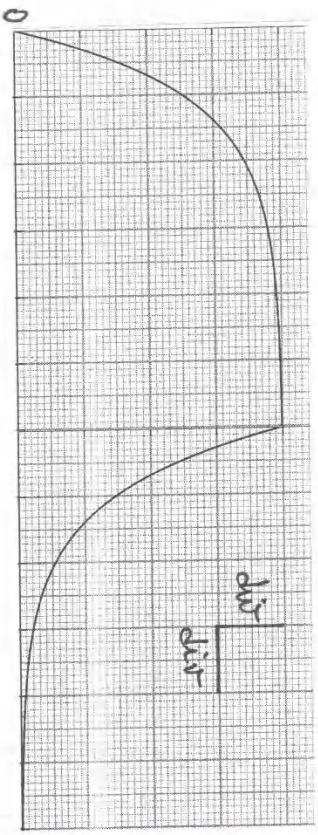
$$E_{c(max)} = \frac{1}{2}\times 10^{-4}\times 16 = 8\times 10^{-4}\ J$$

$$E_c = \frac{20}{100}\times 8\times 10^{-4} = 1{,}6\times 10^{-4}\ J$$

$$1{,}6\times 10^{-4} = \frac{1}{2}\times 10^{-4}\, u^2$$

$$u = 1{,}8\,V$$

- 10



العمليتان اللتان قمنا بهما هما :

* تغيير المسح الأفقي من :
10ms/div إلى 20ms/div

* تغيير الحساسية الشاقولية من
1V/div إلى 2V/div

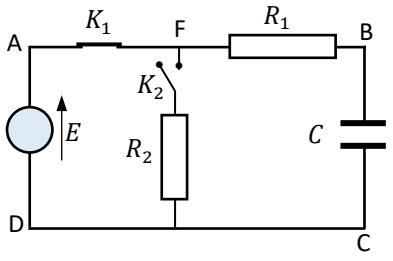
الأستاذ عبد القادر قزوري

2021

(213) 07733431 76

التمرين 01

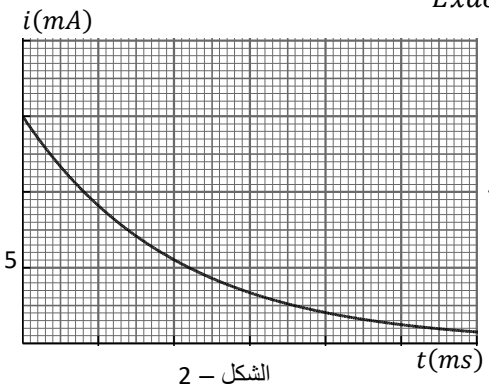
لدينا دارة كهربائية تضم العناصر التاليّة : الشكل – 1 .
- مولّد للتوتر ، نعتبره مثاليا ، قوّته المحركة الكهربائية E
- مكثّفة فارغة سعتها C
- ناقلان أوميّان ، مقاوماتهما $R_1 = 400\ \Omega$ و R_2
- قاطعتان ، مقاومتاهما مهملتان



الشكل – 1

I - شحن المكثّفة :

نترك القاطعة K_2 مفتوحة ، ونغلق القاطعة K_1 عند اللحظة $t = 0$. بواسطة ملقط التيار ولواحق $Exao$ حصّلْنا على البيان $i(t)$. الشكل – 2 . العبارة الزمنية للتيار الانتقالي هي $i = I\,e^{-50\,t}$ ، حيث الزمن مقاس بالثانية .

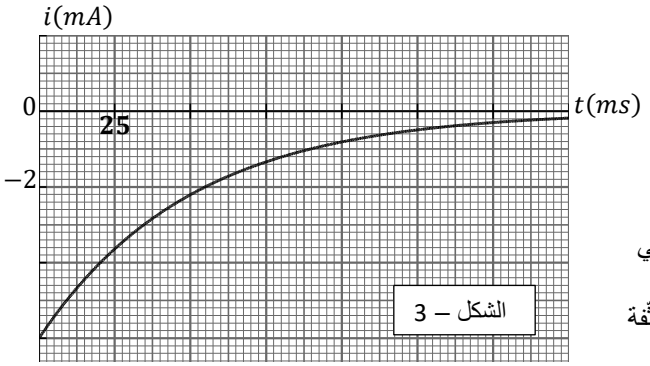


الشكل – 2

1 - احسب قيمة القوّة المحركة الكهربائية E للمولّد .
2 - عرّف ثابت الزمن (τ) للدارة RC ، واحسب قيمته ، ثمّ ضع سلّما للزمن على البيان .
3 – احسب قيمة التوتر بين طرفي المكثّفة (u_{BC}) عند اللحظات $t = 0$ ، $t = \tau$ ، $t = 5\,\tau$.
4 – مثّل بشكل تقريبي البيان $u_{BC}\ (t)$.
5 - احسب سعة المكثّفة .
6 – مثّلْ بيانيا التوتّر u_{BF} بدلالة الزمن .

II - تفريغ المكثّفة :

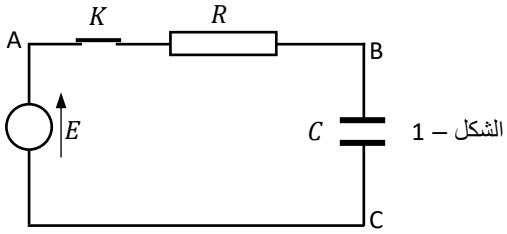
عندما ينتهي شحن المكثّفة ، نفتح القاطعة K_1 ، ونغلق القاطعة K_2 عند اللحظة $t = 0$.
نحصل على البيان $i(t)$ في الشكل – 3 .



1 – احسب الطاقة المخزّنة في المكثّفة عند اللحظة $t = 0$.
2 – جدّ المعادلة التفاضلية للتوتر u_{BC} ، ثم بيّن أن حلها من الشكل $u_{BC} = A\,e^{-\alpha t}$ ، وعبّر عن الثابتين A و α بدلالة مميّزات عناصر الدارة .
3 – عبّر عن شدة التيار بدلالة الزمن ، ثمّ حدّدْ قيمة الثابت $\frac{1}{\alpha}$.
4 – احسب قيمة R_2 .
5 – لأي شكل تتحوّل الطاقة الكهربائية المخزّنة في المكثّفة . احسب قيمة الطاقة التي تكون قد تحوّلت بحلول اللحظة $t = 50\ ms$.
6 – مثّل بشكل تقريبي مع البيان الممثّل في الشكل – 3 البيان $i(t)$ لو استعملنا مكثّفة سعتها $C' = 2C$.

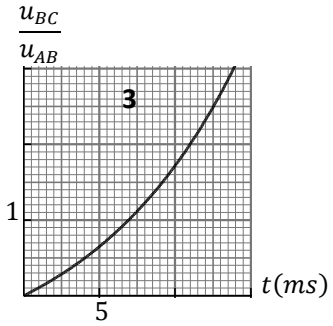
التمرين 02 (تمرين تدريبي)

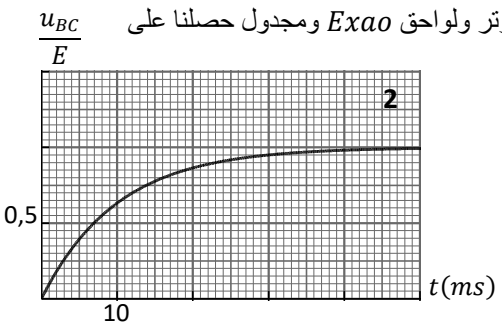
لدينا دارة كهربائية تضم العناصر التاليّة : الشكل – 1 .
- مولّد للتوتر ، نعتبره مثاليا ، قوّته المحركة الكهربائية E
- مكثّفة فارغة سعتها C
- ناقل أومي مقاومته R
- قاطعة مهملة الكتلة

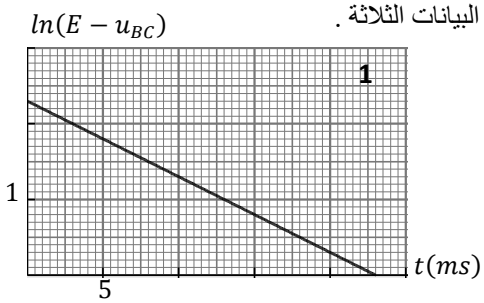


الشكل – 1

نغلق القاطعة عند اللحظة $t = 0$ ، وبواسطة ملقط للتوتر ولواحق $Exao$ ومجدول حصلنا على البيانات الثلاثة .





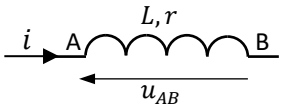


تُعطى العبارة الزمنية لشدّة التيار الانتقالي $i = I\,e^{-\frac{1}{\tau}t}$ ، حيث τ هو ثابت الزمن للدارة RC .
1 – عبّرْ بدلالة الزمن عن : $\frac{u_{BC}}{u_{AB}}$ ، $\frac{u_{BC}}{E}$ ، $ln(E - u_{BC})$.
2 – حددْ من كلّ بيان ثابت الزمن ، مع توضيح طريقة الحساب .
3 – احسب قيمة القوّة المحرّكة الكهربائية للمولّد .
4 – علما أن أكبر شدة للتيار في الدارة هي $I = 50\ mA$ ، احسب سعة المكثّفة .

التمرين 03 (حول الدرس)

1 - الوشيعة الكهربائية هي :	أ / سلك على شكل حلقات دائرية متماثلة	ب / سلك على شكل حلقات مستطيلة متماثلة	جـ / سلك مستقيم مقاومته $r \approx 0$
2 – تتعلّق ذاتية الوشيعة L بـ :	أ / شدة التيار المار فيها	ب / التوتّر بين طرفيها	جـ / أبعادها الهندسيّة
3 - الوشيعة المثالية هي الوشيعة التي :	أ / نهمل ذاتيتها	ب / نهمل مقاومتها أمام مقاومة الدارة	جـ / لا تخزّن الطاقة
4 – من خصائص الوشيعة عند ربطها لمولد التوتّر :	أ / تؤخّر تطبيق التوتّر بين طرفيها	ب / تؤخّر تطبيق التيار	جـ / تمنع مرور التيار

5 -



أ / $u_{AB} = ri$	$u_{AB} = Li$	$u_{AB} = ri + L\frac{di}{dt}$	$u_{AB} = L\frac{di}{dt}$

6 – عندما يمرّ في الوشيعة تيار شدّته ثابتة فإنها تسلك سلوك	أ / مكثّفة سعتها C	ب / ناقل أومي مقاومته r	جـ / مولّد للتيار

7 – ثابت الزمن للدارة RL هو :	أ / $\tau = RL$	ب / $\tau = \frac{L}{R+r}$	جـ / $\tau = \frac{L}{R}$	د / $\tau = \frac{R+r}{L}$

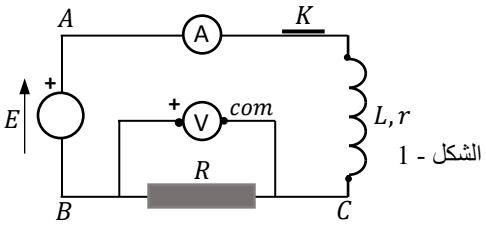
8 – تخزّن الوشيعة عندما يمرّ فيها تيار كهربائي :	أ / طاقة كهربائية	ب / طاقة مغناطيسية	جـ / طاقة حرارية

9 – الطاقة المخزّنة في الوشيعة في السؤال 5 :	أ / $E_b = \frac{1}{2}L\,u^2$	ب / $E_b = \frac{1}{2}Li^2$	جـ / $E_b = L\,u^2$

التمرين 04

نركّب دارة كهربائية من العناصر التالية : الشكل – 1

- مولد للتوتّر ، نعتبره مثاليا ، قوّته المحرّكة الكهربائية $E = 6\ V$
- وشيعة ذاتيتها L ومقاومتها r
- ناقل أومي مقاومته R
- مقياس فولط مقاومته كبيرة جدا
- مقياس أمبير مقاومته مهملة
- راسم اهتزاز ذو ذاكرة
- قاطعة K مهملة المقاومة



الشكل - 1

نغلق القاطعة عند اللحظة $t = 0$ ، فيمرّ في الدارة تيار انتقالي شدته $i = I\left(1 - e^{-\frac{1}{\tau}t}\right)$ ، حيث I أكبر شدة للتيار و τ ثابت الزمن للدارة RL .

يشير في نهاية النظام الانتقالي مقياس الأمبير للقيمة $I = 30\ mA$ ، ويشير مقياس الفولط للقيمة $U = -5{,}4\ V$.

1 – احسب قيمتي R و r .

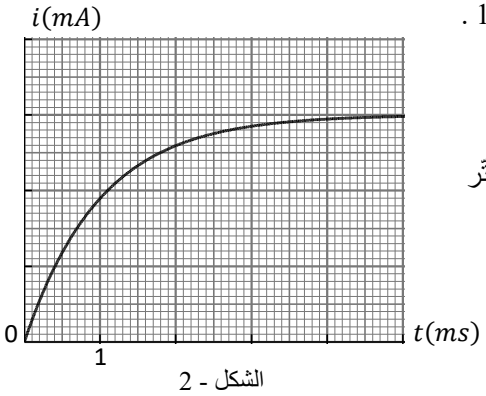
2 – جدّ المعادلة التفاضلية لشدة التيار، ثم تأكد من حلّها .

3 – اختر العناصر والأجهزة المناسبة من القائمة السابقة ، وركّب دارة كهربائية ، واقترح طريقة لتحديد ذاتية الوشيعة .

4 – في الشكل – 2 لدينا التمثيل البياني لشدّة التيار بدلالة الزمن في الدارة الممثّلة في الشكل – 1 .

أ / حدّد قيمة ثابت الزمن .

ب / احسب ذاتية الوشيعة



الشكل - 2

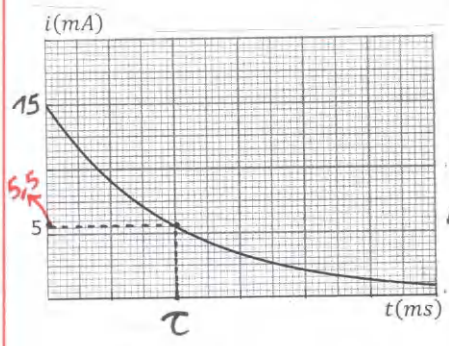
5 - بيّنْ أنّ التوتّر بين طرفي الوشيعة يكتب بالشكل $u_{AC} = rI + RI\,e^{-\frac{1}{\tau}t}$.

6 – احسب قيم التوتر u_{AC} عند $t = 0$ ، وعند $t = \tau$ ، وعندما $t \to \infty$ ، ثم مثّل هذا التوتّر بشكل تقريبي بدلالة الزمن .

7 – ما شكل الطاقة المخزّنة في الوشيعة ؟ احسب قيمتها عند اللحظة $t = 2\,\tau$.

التمرين 01

I الشحن :



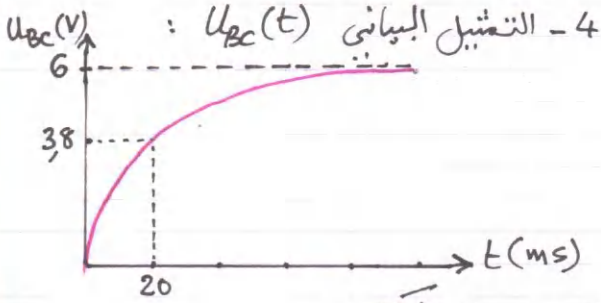
1-
لدينا من البيان
$I = 15\,mA$
ولدينا $E = R_1 I$
$E = 400 \times 0,015$
$E = 6V$

2- ثابت الزمن هو الزمن اللازم لشحن مكثفة فارغة إلى غاية 63% من قيمة شحنتها الأعظمية .
قيمة τ :
$\frac{1}{\tau} = 50 \rightarrow \tau = 0,02\,s$

السلّم :
عند $t = \tau$ يكون $i = 0,37\,I$
$= 0,37 \times 15 = 5,5\,mA$
أي أن τ يوافقه 2Cm ؛ وبالتالي
1Cm ⟶ 10 ms

3- $U_{BC} = E - U_{AB} = E - RIe^{-50t}$
$U_{BC} = E(1 - e^{-50t})$
$U_{BC} = 6(1 - e^{-50 \times 0,02}) \leftarrow t = \tau$
$= 3,8V$
$U_{BC} = 6(1 - e^{-5}) \simeq 6V \leftarrow t = 5\tau$

4- التمثيل البياني : $U_{BC}(t)$

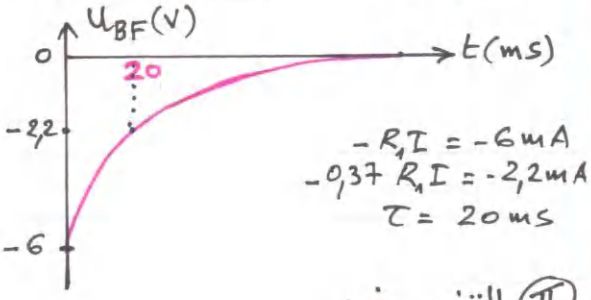


5- سعة المكثفة :
$C = \frac{\tau}{R_1} = \frac{0,02}{400} = 5 \times 10^{-5}\,F$
$C = 50\,\mu F$

6- التمثيل البياني : $U_{BF}(t)$

$U_{BF} = -U_{FB} = -R_1 I e^{-50t}$

t(ms)	0	20	∞
U_{BF}	$-R_1 I$	$-0,37 R_1 I$	0



$-R_1 I = -6\,mA$
$-0,37 R_1 I = -2,2\,mA$
$\tau = 20\,ms$

II التفريغ :

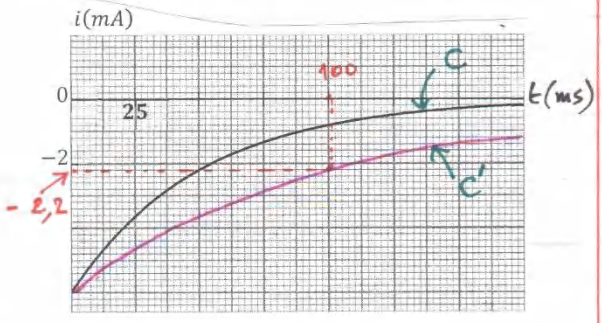
1- $E_{c(max)} = \frac{1}{2} C E^2 = \frac{1}{2} \times 50 \times 10^{-6} \times 36$
$E_{c(max)} = 9 \times 10^{-4}\,J$

2-
$U_{BC} + (R_1 + R_2) i = 0$
$U_{BC} + (R_1 + R_2) C \frac{dU_{BC}}{dt} = 0 \quad ..(1)$
$\frac{dU_{BC}}{dt} + \frac{1}{(R_1 + R_2)C} U_{BC} = 0$
$U_{BC} = A e^{-\alpha t}$ لدينا
$\frac{dU_{BC}}{dt} = -A\alpha e^{-\alpha t}$ بالاشتقاق
بالتعويض في (1) :
$-A\alpha e^{-\alpha t} + \frac{1}{(R_1 + R_2)C} . A e^{-\alpha t} = 0$
$A e^{-\alpha t} \left(\frac{1}{(R_1 + R_2)C} - \alpha \right) = 0$
$\alpha = \frac{1}{(R_1 + R_2)C}$
عند $t = 0$ تكون المكثفة مشحونة تماما ؛ أي $U_{BC} = E$
وبالتالي : $E = A e^0 \rightarrow A = E$

3- $i = C \frac{dU_{BC}}{dt} = C \times (-A\alpha e^{-\alpha t})$
$i = -\frac{E}{R_1 + R_2} . e^{-\frac{1}{(R_1 + R_2)C} t}$
$= -I e^{-\frac{1}{(R_1 + R_2)C} t}$

$$i = -\frac{2CE}{2(R_1+R_2)C} e^{-\frac{1}{2\tau}t}$$

$$i = -\frac{E}{R_1+R_2} e^{-\frac{1}{2\tau}t} = -I e^{-\frac{1}{2\tau}t}$$



التمرين 02

1- $u_{AB} = Ri = RI e^{-\frac{1}{\tau}t} = E e^{-\frac{1}{\tau}t}$

$u_{BC} = E - u_{AB} = E(1 - e^{-\frac{1}{\tau}t})$

$\frac{u_{BC}}{u_{AB}} = \frac{E(1-e^{-\frac{1}{\tau}t})}{E e^{-\frac{1}{\tau}t}} = e^{\frac{1}{\tau}t} - 1$

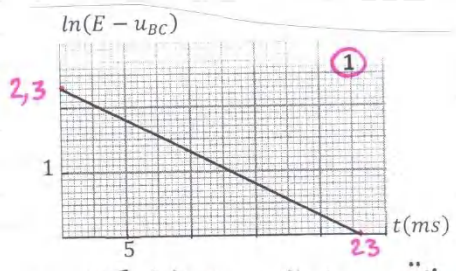
$\frac{u_{BC}}{E} = \frac{E(1-e^{-\frac{1}{\tau}t})}{E} = 1 - e^{-\frac{1}{\tau}t}$

$u_{BC} = E - E e^{-\frac{1}{\tau}t}$

$E - u_{BC} = E e^{-\frac{1}{\tau}t}$

$\ln(E - u_{BC}) = -\frac{1}{\tau}t + \ln E$

2-



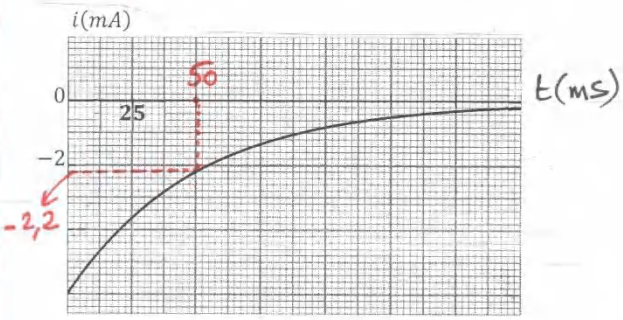
البيان ① مستقيم معادلته من الشكل :

$\ln(E - u_{BC}) = at + b$

حيث بالمطابقة $a = -\frac{1}{\tau}$

$a = -\frac{2,3}{23} = -0,1$

وبالتالي $\tau = 10\ ms$



$\frac{1}{\alpha} = \tau'$

لدينا عند $t = \tau'$: $i = -I e^{-\frac{1}{\tau'}\times\tau'}$

$i = -0,37\ I = -0,37 \times 6$

وبالتالي $\tau' = 50\ ms$

4- قيمة R_2 : إحدى الطريقتين هي :

$\tau' = (R_1+R_2)C$

$R_2 = \frac{\tau'}{C} - R_1 = \frac{0,050}{5\times10^{-5}} - 400$

$R_2 = 600\ \Omega$

5- تتحول الطاقة الكهربائية المخزنة في المكثفة إلى حرارة بفعل جول.

الطاقة المتحولة : E_{cd}

$E_{cd} = E_c(max) - E_c(t=50ms)$

عند $t = 50ms$ لدينا $i = -2,2mA$

وبذلك يكون $u_{CB} = -(R_1+R_2)i$

$= -1000 \times (-2,2\times10^{-3})$

$u_{CB} = 2,2\ V$

أي :

$E_{cd} = 9\times10^{-4} - \frac{1}{2}\times5\times10^{-5}(2,2)^2$

$E_{cd} \simeq 7,8\times10^{-4}\ J$

6- $\tau' = (R_1+R_2)C' = (R_1+R_2)\times 2C$

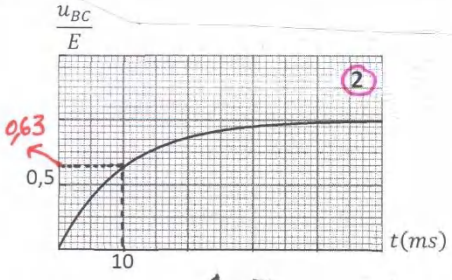
$\tau' = 2\tau$

$q = C'E e^{-\frac{1}{2\tau}t}$

$q = 2CE e^{-\frac{1}{2\tau}t}$

$i = \frac{dq}{dt} = -\frac{2CE}{2\tau} e^{-\frac{1}{2\tau}t}$

البيان ②

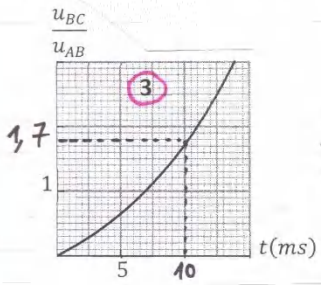


عند $t=\tau$ يكون $\frac{u_{BC}}{E} = 1 - e^{-\frac{1}{\tau}\times\tau}$

$= 0,63$

وبالتالي $\tau = 10ms$

البيان ③



عند $t=\tau$ يكون

$\frac{u_{BC}}{u_{AB}} = e^{-\frac{1}{\tau}\times\tau} - 1$

$= e - 1$

$= 1,72$

وبالتالي $\tau = 10ms$

3- من البيان ① :

$\ln E = b = 2,3$

$E = e^{2,3} = 10V$

-4

$C = \frac{\tau}{R}$ ..... (1)

لدينا $R = \frac{E}{I} = \frac{10}{0,050}$

$R = 200\Omega$

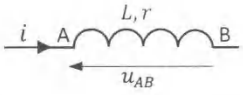
بالتعويض في (1)

$C = \frac{10\times10^{-3}}{200} = 5\times10^{-5}\ F$

$C = 50\mu F$

التمرين 03

1 - الوشيعة الكهربائية هي :	أ / سلك على شكل حلقات دائرية متماثلة	ب / سلك على شكل حلقات مستطيلة متماثلة	جـ / سلك مستقيم مقاومته $r \approx 0$
2 – تتعلّق ذاتية الوشيعة L بـ :	أ / شدة التيار المار فيها	ب / التوتّر بين طرفيها	جـ / أبعادها الهندسيّة
3 - الوشيعة المثالية هي الوشيعة التي :	أ / نهمل ذاتيتها	ب / نهمل مقاومتها أمام مقاومة الدارة	جـ / لا تخزّن الطاقة
4 – من خصائص الوشيعة عند ربطها لمولد التوتّر :	أ / توتّر تطبيق التوتّر بين طرفيها	ب / توتّر تطبيق التيار	جـ / تمنع مرور التيار



-5

أ / $u_{AB} = ri$	$u_{AB} = Li$	$u_{AB} = ri + L\frac{di}{dt}$	$u_{AB} = L\frac{di}{dt}$

6 – عندما يمرّ في الوشيعة تيار شدّته ثابتة فإنها تسلك سلوك	أ / مكثّفة سعتها C	ب / ناقل أومي مقاومته r	جـ / مولّد للتيار
7 – ثابت الزمن للدارة RL هو :	أ / $\tau = RL$	ب / $\tau = \frac{L}{R+r}$	جـ / $\tau = \frac{L}{R}$	د / $\tau = \frac{R+r}{L}$
8 – تخزّن الوشيعة عندما يمرّ فيها تيار كهربائي :	أ / طاقة كهربائية	ب / طاقة مغناطيسية	جـ / طاقة حرارية
9 – الطاقة المخزّنة في الوشيعة في السؤال 5 :	أ / $E_b = \frac{1}{2}L\,u^2$	ب / $E_b = \frac{1}{2}Li^2$	جـ / $E_b = L\,u^2$

-2

$Ri + ri + L\frac{di}{dt} = E$

$\frac{di}{dt} + \frac{R+r}{L}i = \frac{E}{L}$ ....(1)

لدينا $i = I - Ie^{-\frac{1}{\tau}t}$

التمرين 04

-1

$R = \frac{U_{CB}}{I} = \frac{+5,4}{0,03} = 180\Omega$

$(R+r)I = E$

$r = \frac{E}{I} - R = \frac{6}{0,03} - 180$

$r = 20\Omega$

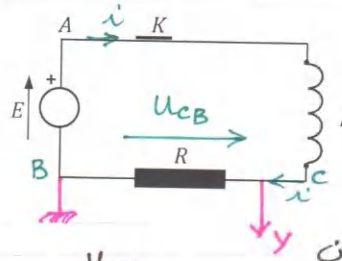
بالاشتقاق $\frac{di}{dt} = \frac{I}{\tau} e^{-\frac{1}{\tau}t}$

بالتعويض في (1) :

$\frac{I}{\tau} e^{-\frac{1}{\tau}t} + \frac{R+r}{L} I - \frac{R+r}{L} \cdot I e^{-\frac{1}{\tau}t} = \frac{E}{L}$

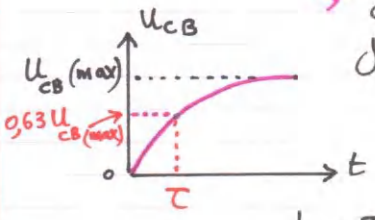
محققة $\frac{E}{L} = \frac{E}{L}$

3 - الطريقة المقترحة :



نربط راسم الاهتزاز إلى طرفي الناقل الأومي .

نحصل على بيان يشبه البيان الممثل في الشكل



ومن خلاله نحسب ثابت الزمن τ

ولدينا $L = \tau(R+r)$

ملاحظة : يمكن ربط راسم الاهتزاز لطرفي الوشيعة .

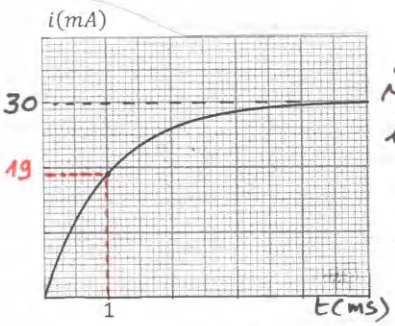
ملاحظة :

اذا أردنا أن نحصل على بيان مشابه للبيان $i(t)$ فإنه يجب ربط راسم الاهتزاز إلى طرفي الناقل الأومي ؛ لأن

$i = \frac{u_R}{R}$

أي أن i و u_R متناسبان

4 - أ/



عند $t = \tau$ يكون

$i = I(1 - e^{-\frac{1}{\tau}\times\tau})$

$= 0,63\,I$

وبالتالي $\tau = 1\,ms$

ب/

$L = \tau(R+r) = 10^{-3}(200)$

$L = 0,2\,H$

5 -

$u_{AC} = E - u_{CB}$

$= E - RI + RI\,e^{-\frac{t}{\tau}}$

$u_{AC} = rI + RI\,e^{-\frac{t}{\tau}}$

6 -

$u_{AC} = rI + RI \times 1$: $t = 0$

$= E$

$u_{AC} = rI + RI\,e^{-\frac{\tau}{\tau}}$: $t = \tau$

$= rI + 0,37\,RI$

$= I(r + 0,37\,R)$

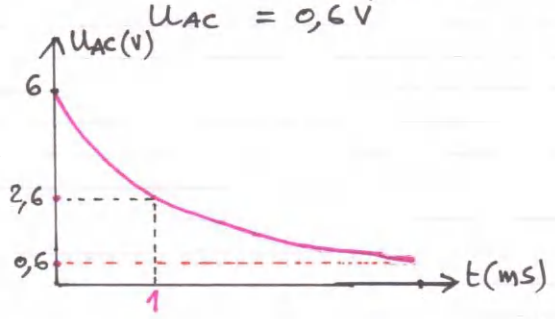
$= 0,03(20 + 0,37 \times 180)$

$u_{AC} = 2,6\,V$

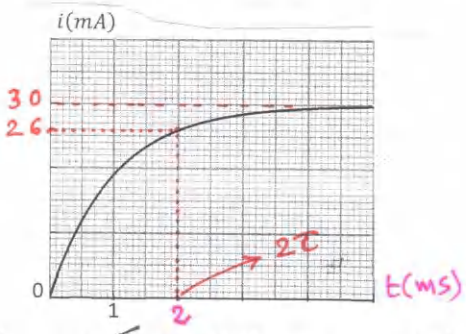
$u_{AC} = rI + 0 = rI$ $t \to \infty$

$= 20 \times 0,03$

$u_{AC} = 0,6\,V$



7 - تخزن الوشيعة الطاقة المغناطيسية .



من البيان : عند $t = 2\tau$ يكون $i = 26\,mA$

$E_b = \frac{1}{2} L i^2 = \frac{1}{2} \times 0,2\,(26 \times 10^{-3})^2$

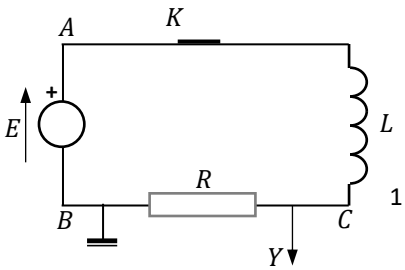
$E_b = 6,76 \times 10^{-5}\,J$

الأستاذ عبد القادر قنوري

25/1/2021

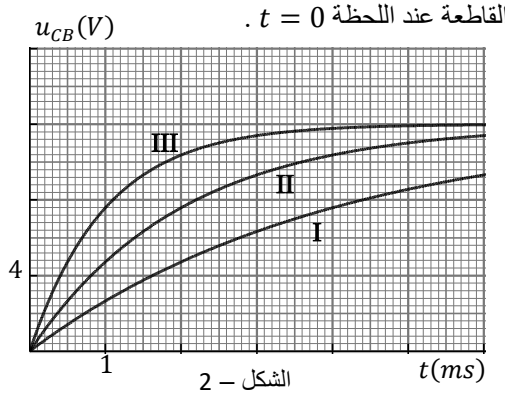
التمرين 01

لدينا دارة كهربائية تضم العناصر التاليّة : الشكل – 1 .
- مولّد للتوتر ، نعتبره مثاليا ، قوّته المحركة الكهربائية E
- ثلاث وشائع مثالية $(r \approx 0)$ b_1 ، b_2 ، b_3 ذاتياتها على الترتيب L_1 ، L_2 ، L_3
- ناقل أومي ، مقاوماته $R = 200\ \Omega$
- قاطعة مقاومتها مهملة
- راسم اهتزاز ذو ذاكرة



الشكل – 1

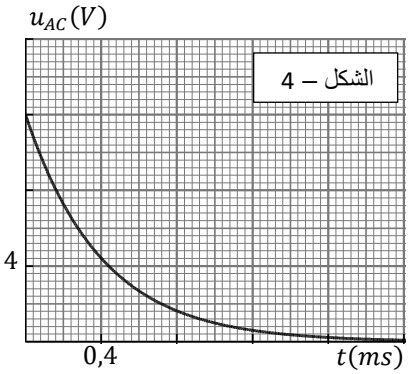
I - نجري 3 تجارب ، حيث في كل تجربة نستعمل إحدى الوشائع مع الناقل الأومي ، ونغلق القاطعة عند اللحظة $t = 0$.
شاهدنا في كل تجربة على شاشة راسم الاهتزاز البيانات I ، II ، III ، وجمعناها في الشكل – 2.



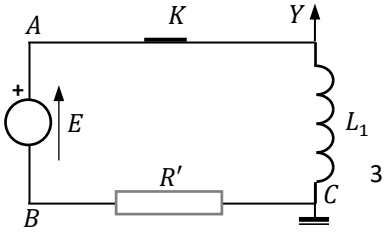
الشكل – 2

يمرّ في الدارة تيار انتقالي شدّته $i = I(1 - e^{-\frac{1}{\tau}t})$.
1 - احسب قيمة I .
2 - علما أن $L_3 > L_2 > L_1$ ، أنسب كل بيان للوشيعة الموافقة .
3 - احسب قيمة ثابت الزمن في كل تجربة .
4 - احسب قيم L_1 ، L_2 ، L_3 .
II - نركّب الوشيعة b_1 السابقة في دارة مع ناقل أومي مقاومته R' ، ونغذّي الدارة بمولّد مثالي للتوتر قوّته المحرّكة الكهربائية E' .
نربط راسم الاهتزاز لطرفي الوشيعة كما هو مبيّن في الشكل - 3 .
نغلق القاطعة K عند اللحظة $t = 0$ ، نحصل على البيان الممثّل في الشكل – 4 .

1 – بيّن أن المعادلة التفاضلية لشدّة التيار تُكتب بالشكل : $\frac{di}{dt} + \frac{1}{\tau}i = \frac{I}{\tau}$ ، حيث τ هو ثابت الزمن للدارة RL و I أعظم شدة للتيار في الدارة .



الشكل – 4

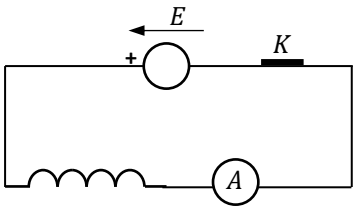


الشكل – 3

2 – بيّنْ أن حل هذه المعادلة التفاضلية هو : $i = I\left(1 - e^{-\frac{1}{\tau}t}\right)$.
3 – جدْ العبارة الزمنية للتوتّر u_{AC} .
4 – حدّدْ قيمة ثابت الزمن بيانيّا .
5 – احسب قيمة R' .
6 – احسب قيمة أعظم شدّة للتيّار في الدارة (I) .
7 – ما هي قيمة الطاقة المغناطسية في الوشيعة عند اللحظة التي يكون فيها $u_{AC} = \frac{E'}{2}$ ؟

التمرين 02

لدينا العنــاصر التالية :
- مولّد مثالي للتوتّر قوّته المحركة الكهربائية E يمكنها تغييرها
- ناقل أومي مقاومته R
- وشيعة مقاومتها r وذاتيتها L
- مقياس أمبير مهمل المقاومة
- قاطعة K مهملة المقاومة
- راسم اهتزاز ذو مدخلين Y_1 و Y_2



الشكل – 1

التجربة الأولى :
نركّب الدارة المبيّنة في الشكل – 1 . نغيّر قيمة القوّة المحرّكة للمولد ونقرأ أكبر شدّة للتيّار التي يسجّلها مقياس الأمبير، ونجمع النتائج في الجدول التالي :

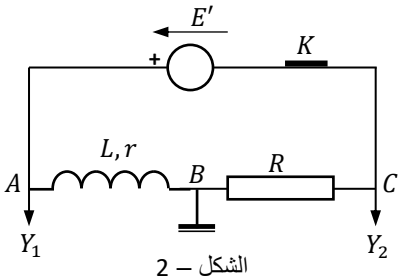
$E(V)$	2	4	6	9	12	15
$I(mA)$	101	200	300	450	600	760

1 - مثّل بيانيّا $E = f(i)$
2 - باستعمال البيـان حدّدْ قيمة مقاومة الوشيعة .
3 – كم يجب أن تكون مقاومة ناقل أومي مربوط على التسلسل مع الوشيعة السابقة في هذه الدارة لكي يمرّ فيها تيـار شدّته $I = 300\ mA$ من أجل القوّة المحرّكة الكهربائية $E = 15\ V$ ؟

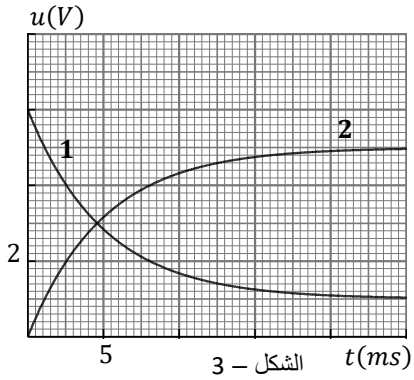
التجربة الثـانية :

نركّب الدارة المبيّنة في الشكل – 2 .

نضبط القوّة المحرّكة الكهربائية للمولّد على E' ، ثم نغلق القاطعة عند اللحظة $t = 0$ ، ونحصل في راسم الاهتزاز على البيانين (1) و (2) في الشكل -3 ، وذلك بالضغط على الزر INV لأحد المدخلين .



الشكل – 2



الشكل – 3

1 – مثّل على الدارة جهة التيار والتوترات u_{AB} و u_{CB} .

2 – تُعطى العبارة الزمنية للتوتّر u_{BC} بالشكل :

$u_{BC} = RI\left(1 - e^{-\frac{1}{\tau}t}\right)$ ، حيث I : أعظم شدة للتيار المار في الدارة ، و τ : ثابت الزمن للدارة RL

أ / جدْ العبارة الزمنية للتوتّر u_{AB} .

ب / أرفق كل بيان بالتوتّر الموافق مع التعليل .

3 – حدّدْ ثابت الزمن من البيان (1) ، ثمّ من البيان (2) .

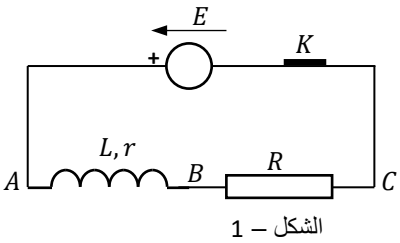
4 – احسب قيمة مقاومة الناقل الأومي (R) .

5 – احسب قيمة الشدة الأعظمية للتيار في الدارة (I) .

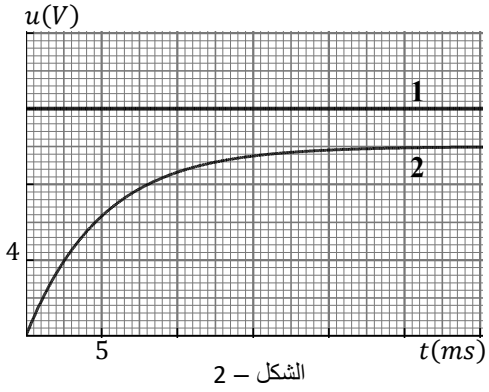
6 – احسب ذاتية الوشيعة .

7 – عبّر عن اللحظة t' التي يكون عندها $u_{AB} = u_{BC}$ بدلالة R ، r ، L . احسب قيمة هذه اللحظة ، ثمّ قارنها مع قيمة ثابت الزمن . **(ر ي + ت ر ي)**

<u>التمرين 03</u>



الشكل – 1



الشكل – 2

ركّبنا الدارة الكهربائية في الشكل – 1 بـ :

- مولّد مثالي للتوتّر قوّته المحركة الكهربائية E
- ناقل أومي مقاومته R
- وشيعة مقاومتها r وذاتيتها $L = 0{,}6\ H$
- قاطعة K مهملة المقاومة
- راسم اهتزاز ذي مدخلين Y_1 و Y_2

نربط راسم الاهتزاز للدارة ، فنشاهد على الشاشة البيانين الممثّلين في الشكل – 2 .

يمرّ في الدارة تيار انتقالي عبارته الزمنية $i = I\left(1 - e^{-\frac{1}{\tau}t}\right)$ ، حيث I : أعظم شدة للتيار المار في الدارة ، و τ : ثابت الزمن للدارة RL .

1 - اكتب العبارة الزمنية للتوتر u_{BC} .

2 - بيّنْ كيفية ربط راسم الاهتزاز للدارة للحصول على البيانين (1) و (2) .

3 – حدّدْ قيمة ثابت الزمن .

4 – احسب مقاومة الوشيعة ، ومقاومة الناقل الأومي .

5 – عبّرْ عن التوتر u_{AB} بدلالة الزمن . ما هي قيمة هذا التوتّر في النظام الدائم ؟

6 – لدينا 3 نواقل أومية مقاوماتها $R_1 = 200\ \Omega$ ، $R_2 = 80\ \Omega$ ، $R_3 = 100\ \Omega$.

لو أعدْنا التجربة ، ما هو الناقل الأومي الذي نستعمله للوصول للنظام الدائم في وقت أقصر ممّا في التجربة الأولى ؟ مع التعليل .

البكالوريا الأسبوعي 09 / الأجوبة

التمرين 01

I = 0,06A — 1 — (I)

2 — البيان (I) ← L_3

" (II) ← L_2

" (III) ← L_1

3 —

$\tau_I = 4ms$

$\tau_{II} = 2ms$

$\tau_{III} = 1ms$

4 — $L_1 = 0,2H$, $L_2 = 0,4H$, $L_3 = 0,8H$

(II) — 1 — $\frac{di}{dt} + \frac{R'}{L_1} i = \frac{E}{L_1}$

$\frac{di}{dt} + \frac{1}{\tau} i = \frac{I}{\tau}$

2 — ارجع للدرس

3 — $u_{AC} = E' e^{-\frac{t}{\tau}}$

4 — $\tau = 0,4ms$

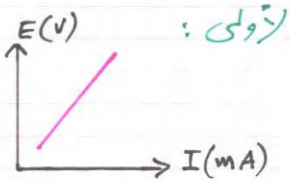
5 — $R' = 500\Omega$

6 — $I = 24mA$

7 — $E_L = 1,44 \times 10^{-5} J$

التمرين 02

التجربة الأولى :



1 —

2 — $r = 20\Omega$

3 — $R = 30\Omega$

التجربة الثانية :

1 - جهة التيار عكس جهة التوتر في الناقل الأومي والوشيعة والعكس في المولد .

2 - أ/ $u_{AB} = rI + RI e^{-\frac{t}{\tau}}$

ب/ u_{AB} ← (1)

u_{BC} ← (2)

3 — $\tau = 5ms$

4 — $R = 100\Omega$

5 — $I = 50mA$

6 — $L = 0,6H$

7 — $t = \tau \ln \frac{2R}{R-r}$

$\frac{\tau}{L} \simeq 1,1$

التمرين 03

1 — $u_{BC} = RI(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$

2 - المدخلان في المدخل في (C) هو (A) و (B) .

3 — $\tau = 5ms$

4 — $R = 100\Omega$, $r = 20\Omega$

5 — $u_{AB} = 2 + 10 e^{-200t}$

في النظام الدائم :

$u_{AB} = 2V$

6 . نستعمل R_1 .

الأستاذ ع. قدوري

التمرين 01 (حول الدرس) . نعتبر كل المحاليل المائية مأخوذة في الدرجة $25°C$

اختر الجواب أو الأجوبة الصحيحة لكي تستوعب الدرس جيدا .

1 - pH محلول مائي :

أ / يعبّر عن حموضة المحلول
ب / يتناسب طرديا مع التركيز المولي لشوارد الهيدرونيوم
جـ / يتناسب عكسيا مع التركيز المولي لشوارد الهيدروكسيد
د / يُعطى في المحاليل المائية الممدّدة بالعلاقة $pH = -Log[H_3O^+]$

2 - الجداء الشاردي (الجداء الأيوني) للماء

أ / هو التراكيز المولية للشوارد الموجودة في الماء
ب / هو $Ke = [H_3O^+] \times [HO^-]$
جـ / هو $Ke = 10^{-14}$ في الدرجة $25°C$
د / يزداد بازدياد درجة حرارة المحلول
هـ / في نفس درجة الحرارة قيمته في المحاليل الحمضية أكبر مما في المحاليل الأساسية

3 - في محلول مائي لحمض الأزوت (حمض قويّ) تركيزه المولي $C = 1 \times 10^{-3} mol/L$

أ / $[HNO_3]_f = 1 \times 10^{-3}\ mol/L$
ب / $[NO_3^-]_f = [H_3O^+]_f = 1 \times 10^{-3}\ mol/L$
جـ / $pH = 3$
د / $[HO^-] = 10^{-3}\ mol/L$

4 - في محلول مائي لحمض الإثانويك CH_3COOH (حمض ضعيف) تركيزه المولي $C = 1 \times 10^{-2} mol/L$

أ / $[CH_3COOH]_f < 1 \times 10^{-2}\ mol/L$
ب / $\tau_f = 1$
جـ / $pH = 2$
د / $[HO^-]_f < [H_3O^+]_f$
هـ / $[CH_3COO^-]_f = 1 \times 10^{-2}\ mol/L$

5 - في محلول مائي للنشادر NH_3 (أساس ضعيف) تركيزه المولي $C = 1 \times 10^{-2} mol/L$

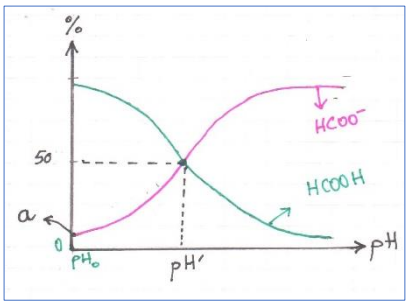
أ / $[NH_4^+]_f = 1 \times 10^{-2}\ mol/L$
ب / $[HO^-]_f = [NH_4^+]_f$
جـ / $pH = 12$
د / $\tau_f < 1$
هـ / $[HO^-]_f > [H_3O^+]_f$

6 - في محلول مائي لـ $NaOH$ (أساس قوي) تركيزه المولي $C = 1 \times 10^{-3} mol/L$

أ / $[HO^-]_f > [H_3O^+]_f$
ب / $[HO^-]_f = 1 \times 10^{-3}\ mol/L$
جـ / $pH = 11$
د / $[Na^+] = 1 \times 10^{-3}\ mol/L$

7 - المخطّط المقابل (الشكل -1) :

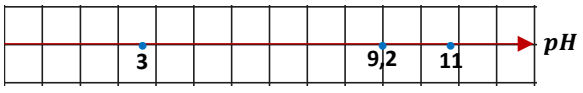
أ / هو مخطّط التغلّب للثنائية $HCOOH/HCOO^-$
ب / هو مخطّط توزيع الصفة للثنائية $HCOOH/HCOO^-$
جـ / قيمة pKa للثنائية $HCOOH/HCOO^-$ هي قيمة pH'
د / القيمة a هي نسبة التقدم النهائي للحمض مع الماء على شكل نسبة مئوية
هـ / لمّا يكون $pH = pH'$ ، يكون $[HO^-]_f = [H_3O^+]_f$



الشكل – 1

8 - المخطّط المقابل خاص بالثنائية NH_4^+/NH_3 $(pK_a = 9,2)$ (الشكل -2) :

أ / هو مخطّط التغلّب للثنائية NH_4^+/NH_3
ب / هو مخطّط توزيع الصفة للثنائية NH_4^+/NH_3
جـ / عند $pH = 3$ يكون $[NH_4^+]_f < [NH_3]_f$
د / عند $pH = 9,2$ يكون المحلول معتدلا
هـ / عند $pH = 11$ يكون $[NH_4^+]_f = [NH_3]_f$



الشكل -2

9 - ثابت التوازن للتفاعل $CH_3COOH + H_2O = CH_3COO^- + H_3O^+$:

أ / $K = \dfrac{[CH_3COO^-]_f\,[H_3O^+]_f}{[CH_3COOH]_f}$
ب / ثابت الحموضة للثنائية CH_3COOH/CH_3COO^- أصغر من K في الدرجة $25°C$
جـ / يتعلّق ثابت التوازن بدرجة حرارة المحلول
د / يتعلق بكميّة مادة الحمض المنحلّة في الماء

10 - ثابت الحموضة للثنائية HA/A^- :

أ / $K_a = \dfrac{[HA]_f\,[H_3O^+]_f}{[A^-]_f}$
ب / يتعلّق بقيمة pH المحلول
جـ / يتعلّق بتراكيز الأفراد الكيميائية H_3O^+ ، HA ، A^-
د / يتعلق بكميّة مادة الحمض المنحلّة في الماء

11 - كسر التفاعل Q_r

أ / يتعلّق بتراكيز الأفراد الكيميائية في المزيج خلال التفاعل
ب / يتعلّق بتراكيز الأفراد الكيميائية في المزيج عند التوازن
جـ / لا يتعلّق بدرجة الحرارة
د / يمكن أن تكون قيمته معدومة

12 - كسر التفاعل النهائي Q_{rf}

أ / هو كسر التفاعل عند التوازن
ب / هو ثابت التوازن K
جـ / هو النسبة بين التقدّم النهائي والتقدّم الأعظمي
د/ يكون أكبر من 10^4 في التفاعلات التامّة

13 - نسبة التقدّم النهائي τ_f :

أ / هي النسبة بين التقدّم النهائي وكميّة مادة أحد المتفاعلين
ب / هي النسبة بين التقدّم النهائي والتقدّم الأعظمي
جـ / تتعلّق بالمزيج الابتدائي
د / تتناسب طرديا مع ثابت التوازن للتفاعل
هـ / تتعلّق بدرجة حرارة المزيج المتفاعل

15 - حمضان ضعيفان :

أ / أقواهما هو الذي لثنائيته أكبر pK_a
ب / أقواهما هو الذي محلوله المائي يملك أكبر قيمة لـ pH
جـ / أقواهما هو الذي ثنائيته تملك أكبر ثابت حموضة
د / أضعفهما هو الذي محلوله يملك pH الأصغر إذا كان لهما نفس التركيز المولي

14 - أساسان ضعيفان :

أ / أقواهما هو الذي لثنائيته أكبر pK_a
ب / أقواهما هو الذي محلوله المائي يملك أكبر قيمة لـ pH
جـ / أقواهما هو الذي ثنائيته تملك أكبر ثابت حموضة
د / أضعفهما هو الذي محلوله يملك pH الأصغر إذا كان لهما نفس التركيز المولي

16 - عندما نمدّد محلولا مائيا حمضيا بالماء :

أ / التركيز المولي لشوارد الهيدرونيوم يزداد
ب / كميّة مادة شوارد الهيدرونيوم تزداد
جـ / نسبة التقدّم النهائي تزداد
د / ثابت الحموضة ينقص
هـ / pH المحلول ينقص

التمرين 02

لدينا محلولان مائيان ، أحدهما S_1 للنشادر (NH_3) ، تركيزه المولي $C_1 = 1{,}0 \times 10^{-2}\ mol/L$ وحجمه $V_1 = 100\ mL$ ، والآخر لحمض الإثانويك (CH_3COOH) ، تركيزه المولي $C_2 = 1{,}0 \times 10^{-2}\ mol/L$ وحجمه $V_2 = 100\ mL$.

نمزج المحلولين ، فيحدث التفاعل : $NH_3(aq) + CH_3COOH\ (aq) = NH_4^+\ (aq) + \ CH_3COO^-\ (aq)$

1 - أنشيء جدول التقدّم .

2 – اكتب عبارة ثابت التوازن بدلالة تراكيز الأفراد الكيميائية في المزيج .

3 – بيّن أنّ ثابت التوازن يُكتب بالشكل : $K = \frac{\tau_f^2}{(1-\tau_f)^2}$ ، حيث τ_f : نسبة التقدّم النهائي لهذا التفاعل .

4 – إذا علمت أن $\sqrt{K} = 158{,}5$ في الدرجة $25°C$ ، احسب قيمة τ_f ، وبيّن أن التفاعل تامّ .

5 – احسب قيمة التقدّم الأعظمي .

6 – نعيد اجراء التفاعل بين المحلول S_1 ومحلول آخر S_3 لحمض الإثانويك تركيزه المولي $C_3 = 2C_2$ وحجمه $V_3 = V_2$ ، وذلك في الدرجة $25°C$.

أ / بيّن أن نسبة التقدم النهائي تحقّق معادلة من الشكل $a\,\tau_f^2 - b\,\tau_f + c = 0$ ، ثم حدّدْ قيم الثوابت a ، b ، c .

ب / احسب قيمة نسبة التقدّم النهائي .

جـ / احسب قيمة التقدّم الأعظمي .

التمرين 03

محلولان مائيان ، أحدهما S_1 حجمه $V_1 = 100mL$ حضّرنا عليه بحل حجم قدره $V_g = 22{,}4\ cm^3$ من غاز كلور الهيدروجين (HCl) في الماء المقطر ، حيث S_1 هو محلول مائي لحمض قوي .

والآخر S_2 حجمه $V_2 = 100mL$ ، حصلنا عليه بحلّ كمية كتلتها $m = 80\ mg$ من هيدروكسيد الصوديوم $(NaOH)$ في الماء المقطر ، حيث S_2 هو محلول مائي لأساس قوي .

نمزج $25\ mL$ من S_1 مع $25\ mL$ من S_2 .

1 – اكتب معادلة تفاعل غاز كلور الهيدروجين مع الماء ، ثم احسب التركيز المولي للمحلول S_1 .

2 – احسب التركيز المولي للمحلول S_2 .

3 – أنشيء جدول التقدّم . (الهدف من الجدول ليس المتابعة الزمنية ، لأن التفاعل يحدث تقريبا لحظيّا)

4 – عيّن المتفاعل المحد .

5 – احسب قيمة pH المزيج الناتج . $K_e = 10^{-14}$ ، $M\ (NaOH) = 40\ g/mol$ ، $V_M = 22{,}4L/mol$

التمرين 04

نحلّ في حجم من الماء المقطّر قدره $V = 250\ mL$ كميّة من غاز النشادر (NH_3) قدرها $n = 2{,}5\ mmol$. قمنا بعد ذلك بقياس الناقلية النوعية للمحلول ، فوجدنا $\sigma = 10{,}8\ mS.m^{-1}$. النشادر NH_3 عبارة عن أساس .

1 – اكتب معادلة تفاعل غاز النشادر مع الماء .

2 – احسب التركيز المولي (C) لمحلول النشادر .

3 – احسب قيمة pH المحلول .

4 – أنشيء جدول التقدّم ، وبيّن أن نسبة التقدّم النهائي لتفاعل النشادر مع الماء تُكتب بالشكل : $\tau_f = \frac{[HO^-]_f}{C}$ ، ثم احسب قيمة τ_f ، وبيّن أن النشادر هو أساس ضعيف في الماء .

5 – بيّن أن ثابت الحموضة للثنائية NH_4/NH_3 يُكتب بالشّكل : $K_a = \frac{C(1-\tau_f)}{10^{(2pH-14)}}$ ، ثم احسب pK_a الثنائية NH_4/NH_3

$pK_e = 14$ ، $\lambda_{HO^-} = 20\ mS.m^2.mol^{-1}$ ، $\lambda_{NH_4^+} = 7{,}35\ mS.m^2.mol^{-1}$

البكالوريا الأسبوعي 10 / الإجابة

التمرين 01

1 - pH محلول ماني :

أ / يعبّر عن حموضة المحلول
ب / يتناسب طرديا مع التركيز المولي لشوارد الهيدرونيوم
جـ / يتناسب عكسيا مع التركيز المولي لشوارد الهيدروكسيد
د / يُعطى في المحاليل المائية الممدّدة بالعلاقة $pH = -Log[H_3O^+]$

2 - الجداء الشاردي (الجداء الأيوني) للماء

أ / هو التراكيز المولية للشوارد الموجودة في الماء
ب / هو $Ke = [H_3O^+] \times [HO^-]$
جـ / هو $Ke = 10^{-14}$ في الدرجة $25°C$
د / يزداد بازدياد درجة حرارة المحلول
هـ / في نفس درجة الحرارة قيمته في المحاليل الحمضية أكبر مما في المحاليل الأساسية

3 - في محلول ماني لحمض الأزوت (حمض قوي) تركيزه المولي $C = 1 \times 10^{-3} mol/L$

أ / $[HNO_3]_f = 1 \times 10^{-3} mol/L$
ب / $[NO_3^-]_f = [H_3O^+]_f = 1 \times 10^{-3} mol/L$
جـ / $pH = 3$
د / $[HO^-] = 10^{-3} mol/L$

4 - في محلول ماني لحمض الإثانويك CH_3COOH (حمض ضعيف) تركيزه المولي $C = 1 \times 10^{-2} mol/L$

أ / $[CH_3COOH]_f < 1 \times 10^{-2} mol/L$
ب / $\tau_f = 1$
جـ / $pH = 2$
د / $[HO^-]_f < [H_3O^+]_f$
هـ / $[CH_3COO^-]_f = 1 \times 10^{-2} mol/L$

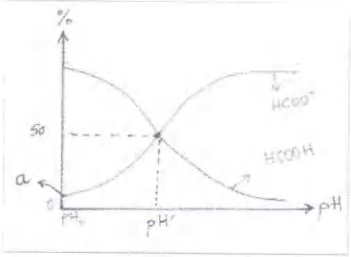
5 - في محلول ماني للنشادر NH_3 (أساس ضعيف) تركيزه المولي $C = 1 \times 10^{-2} mol/L$

أ / $[NH_4^+]_f = 1 \times 10^{-2} mol/L$
ب / $[HO^-]_f = [NH_4^+]_f$
جـ / $pH = 12$
د / $\tau_f < 1$
هـ / $[HO^-]_f > [H_3O^+]_f$

6 - في محلول ماني لـ $NaOH$ (أساس قوي) تركيزه المولي $C = 1 \times 10^{-3} mol/L$

أ / $[HO^-]_f > [H_3O^+]_f$
ب / $[HO^-]_f = 1 \times 10^{-3} mol/L$
جـ / $pH = 11$
د / $[Na^+] = 1 \times 10^{-3} mol/L$

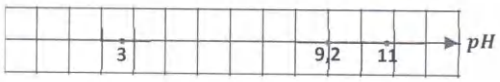
7 - المخطّط المقابل (الشكل -1) :



الشكل – 1

أ / هو مخطّط التغلّب للثنائية $HCOOH/HCOO^-$
ب / هو مخطّط توزيع الصفة للثنائية $HCOOH/HCOO^-$
جـ / قيمة pKa للثنائية $HCOOH/HCOO^-$ هي قيمة pH'
د / القيمة a هي نسبة التقدم النهائي للحمض مع الماء على شكل نسبة مئوية
هـ / لمّا يكون $pH = pH'$ ، يكون $[HO^-]_f = [H_3O^+]_f$

8 - المخطّط المقابل خاص بالثنائية NH_4^+/NH_3 $(pK_a = 9,2)$ (الشكل -2) :



الشكل -2

أ / هو مخطّط التغلّب للثنائية NH_4^+/NH_3
ب / هو مخطّط توزيع الصفة للثنائية NH_4^+/NH_3
جـ / عند $pH = 3$ يكون $[NH_4^+]_f < [NH_3]_f$
د / عند $pH = 9,2$ يكون المحلول معتدلا
هـ / عند $pH = 11$ يكون $[NH_4^+]_f = [NH_3]_f$

9 - ثابت التوازن للتفاعل $CH_3COOH + H_2O = CH_3COO^- + H_3O^+$:

أ / $K = \frac{[CH_3COO^-]_f [H_3O^+]_f}{[CH_3COOH]_f}$
ب / ثابت الحموضة للثنائية CH_3COOH/CH_3COO^- أصغر من K في الدرجة $25°C$
جـ / يتعلّق ثابت التوازن بدرجة حرارة المحلول
د / يتعلق بكميّة مادة الحمض المنحلّة في الماء

10 - ثابت الحموضة للثنائية HA/A^- :

أ / $K_a = \frac{[HA]_f [H_3O^+]_f}{[A^-]_f}$
ب / يتعلّق بقيمة pH المحلول
جـ / يتعلّق بتراكيز الأفراد الكيميائية H_3O^+ ، HA ، A^-
د / يتعلق بكميّة مادة الحمض المنحلّة في الماء

11 - كسر التفاعل Q_r

أ / يتعلّق بتراكيز الأفراد الكيميائية في المزيج خلال التفاعل
ب / يتعلّق بتراكيز الأفراد الكيميائية في المزيج عند التوازن
جـ / لا يتعلّق بدرجة الحرارة
د / يمكن أن تكون قيمته معدومة

12 - كسر التفاعل النهائي Q_{rf}

أ / هو كسر التفاعل عند التوازن
ب / هو ثابت التوازن K
جـ / هو النسبة بين التقدّم النهائي والتقدّم الأعظمي
د/ يكون أكبر من 10^4 في التفاعلات التامة

13 - نسبة التقدّم النهائي τ_f :

أ / هي النسبة بين التقدّم النهائي وكميّة مادة أحد المتفاعلين
ب / هي النسبة بين التقدّم النهائي والتقدّم الأعظمي ✗
جـ / تتعلّق بالمزيج الابتدائي ✗
د / تتناسب طرديا مع ثابت التوازن للتفاعل ✗
هـ / تتعلّق بدرجة حرارة المزيج المتفاعل ✗

14 - أساسان ضعيفان :

أ / أقواهما هو الذي لثنائيته أكبر pK_a ✗
ب / أقواهما هو الذي محلوله المائي يملك أكبر قيمة لـ pH
جـ / أقواهما هو الذي ثنائيته تملك أكبر ثابت حموضة
د / أضعفهما هو الذي محلوله يملك pH الأصغر إذا كان لهما نفس التركيز المولي ✗

15 - حمضان ضعيفان :

أ / أقواهما هو الذي لثنائيته أكبر pK_a
ب / أقواهما هو الذي محلوله المائي يملك أكبر قيمة لـ pH
جـ / أقواهما هو الذي ثنائيته تملك أكبر ثابت حموضة ✗
د / أضعفهما هو الذي محلوله يملك pH الأصغر إذا كان لهما نفس التركيز المولي

16 - عندما نمدّد محلولا مائيا حمضيا بالماء :

أ / التركيز المولي لشوارد الهيدرونيوم يزداد
ب / كميّة مادة شوارد الهيدرونيوم تزداد ✗
جـ / نسبة التقدّم النهائي تزداد ✗
د / ثابت الحموضة ينقص
هـ / pH المحلول ينقص

التمرين 02

1 - $n_0(NH_3) = 1\ mmol$

$n_0(CH_3COOH) = 1\ mmol$

2 - $K = \dfrac{[NH_4^+]_f \cdot [CH_3COO^-]_f}{[NH_3]_f \cdot [CH_3COOH]_f}$

3 - $K = \dfrac{x_f^2}{(10^{-3} - x_f)^2} = \dfrac{\tau^2}{(1-\tau)^2}$

4 - $\tau_f \simeq 1$

5 - $x_m = 1\ mmol$

6 - $K = \dfrac{x_f^2}{(10^{-3} - x_f)(2\times10^{-3} - x_f)}$ (أ)

$K = \dfrac{\tau_f^2}{(1-\tau_f)(2-\tau_f)}$

$(K-1)\tau_f^2 - 3K\tau_f + 2K = 0$

$a \simeq K = 2,5\times10^4$

$b = 3K = 7,5\times10^4$

$c = 2K = 5\times10^4$

$\tau_f \simeq 1$ (ب)

$x_m = 1\ mmol$ (ج)

التمرين 03

1 - $HCl + H_2O = H_3O^+ + Cl^-$

2 - $C_1 = 1\times10^{-2}\ mol/L$

$C_2 = 2\times10^{-2}\ mol/L$

3 - $H_3O^+ + HO^- = 2H_2O$

$n_1 = 2,5\times10^{-4}\ mol$; $n_2 = 5\times10^{-4}\ mol$

4 - المتفاعل المحد H_3O^+

5 - $pH = 11,7$

التمرين 04

1 - $NH_3 + H_2O = NH_4^+ + HO^-$

2 - $C = 1\times10^{-2}\ mol/L$

3 - $pH = 10,6$

4 - $\tau_f \simeq 0,04$

5 - $Ka = \dfrac{[H_3O^+]_f \cdot [NH_3]_f}{[NH_4^+]_f}$

$Ka = \dfrac{[H_3O^+]^2 (C - [HO^-])}{Ke}$

$Ka = \dfrac{[H_3O^+]^2 (C - C\times\tau_f)}{Ke}$

$Ka = \dfrac{C(1-\tau_f)}{10^{2pH-14}}$

$pKa = 9,2$

لمتابعة الحل بالتفصيل إنضم إلى قناة العلوم الفيزيائية ... الرابط في أعلى الصفحة الرئيسية للموقع

التمرين 01

إن حمض الجليكوليك $(Acide\ glycolique)$ هو حمض ضعيف في الماء ، صيغته المجملة $C_2H_4O_3$. يوجد هذا الحمض بنسبة عالية في بعض مواد التجميل ، حيث يعمل على ترطيب البشرة واخفاء التجاعيد مؤقتا .

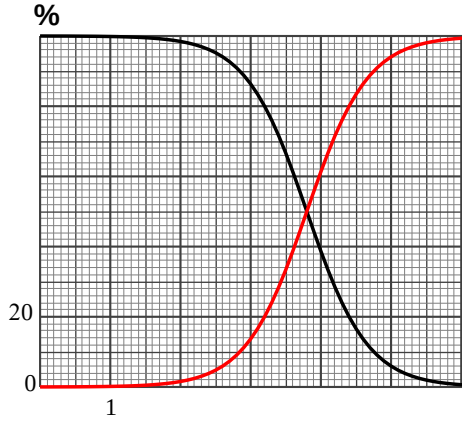
يتميز هذا الحمض بالثنائية $C_2H_4O_3/C_2H_3O_3^-$ ، حيث $pK_a = 3{,}8$ عند الدرجة $25°C$.

لدينا محلول مائي لهذا الحمض تركيزه المولي $C = 1{,}0 \times 10^{-2}\ mol/L$.

1 – اكتب معادلة التفاعل بين الحمض والماء .

2 – عبّرْ عن التركيزين الموليين $[C_2H_3O_3^-]_f$ و $[C_2H_4O_3]_f$ بدلالة نسبة التقدّم النهائي τ_f .

3 – بيّنْ أن نسبة التقدّم النهائي تحقّق المعادلة $C\,\tau_f^2 + 10^{-pK_a}\,\tau_f - 10^{-pK_a} = 0$ ، ثم احسب قيمة نسبة التقدّم النهائي .



4 – احسب التراكيز المولية للأفراد الكيميائية الموجودة في المزيج النهائي .

5 – لدينا في الشكل المقابل مخطط توزيع الصفة للثنائية $C_2H_4O_3/C_2H_3O_3^-$

أ / حدّد البيان الموافق للفرد $C_2H_4O_3$ والبيان الموافق للفرد $C_2H_3O_3^-$.

ب / تأكّد من القيمتين التاليتين :

- pK_a الثنائية $C_2H_4O_3/C_2H_3O_3^-$.
- نسبة التقدّم النهائي لتفاعل الحمض مع الماء .

التمرين 02

الحليب الطريّ يكون ضعيف الحموضة ، حيث تتراوح قيم pH له بين 6,6 و 6,8 وبمرور الوقت يحدث تحطيم بيوكيميائي طبيعي لمادة اللاكتوز الموجودة بالحليب تحت تأثير البكتيريا ، ويتحوّل إلى حمض يسمى الحمض اللبني $(acide\ lactique)$ ، صيغته $C_3H_6O_3$ ، ويتميّز بالثنائية $C_3H_6O_3/C_3H_5O_3^-$.

نعبّر عن حموضة الحليب بدرجة $Dornic$ ، حيث $1°D$ توافق $0{,}1\ g$ من الحمض اللبني في لتر من الحليب ، ولكي يكون الحليب طريّا يجب أن لا تتعدى درجته $18°D$. $Pierre\ Dornic$ هو مهندس زراعي فرنسي $(1864 - 1933)$.

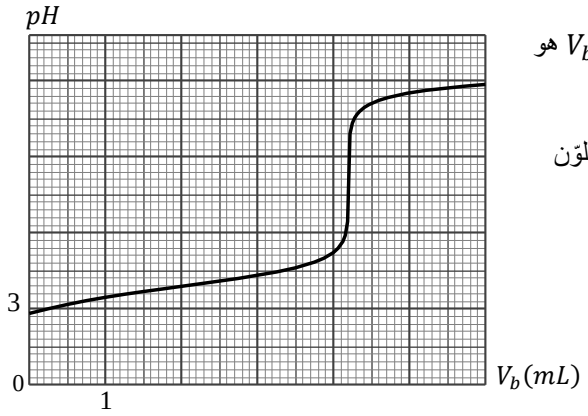
نضع في كأسين حجمين متساويين من الحليب $V = 40\ mL$ ، ثم نقوم باجراء تجربتين :

التجربة الأولى :

نعاير الحمض اللبني الموجود في أحد الكأسين بواسطة محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم (Na^+, HO^-) تركيزه المولي $C_b = 0{,}1\ mol/L$.

نعتبر الحمض اللبني هو الحمض الوحيد الموجود في هذا الحليب .

تابعنا المعايرة بواسطة قياس pH المزيج، ومثّلنا بيانيا $pH = f(V_b)$ ، حيث V_b هو حجم المحلول الأساسي المضاف .



التجربة الثانية :

نضيف للكأس الآخر $160\ mL$ من الماء المقطّر وبعض القطرات من الكاشف الملوّن أحمر الكريزول . نعاير الحمض اللبني بواسطة نفس المحلول الأساسي السابق .

ينقلب لون المزيج عند إضافة حجم V_{bE} من السحّاحة .

1 – اكتب معادلة تفاعل الحمض اللبني مع الماء .

2 – عرّف التكافؤ ، ثم حدّد على البيان نقطة التكافؤ $E\ (V_{bE}, pH_E)$ موضّحا الطريقة المتّبعة .

3 – احسب التركيز المولي لمحلول الحمض اللبني .

4 – احسب نسبة التقدّم النهائي لتفاعل الحمض اللبني مع الماء .

5 – بيّنْ أن pH المزيج أثناء المعايرة قبل التكافؤ يُكتب بالشكل $pH = pK_a - Log\left(\frac{V_{bE}}{V_b} - 1\right)$ ، حيث pK_a خاصة بالثنائية أساس / حمض : $C_3H_6O_3/C_3H_5O_3^-$.

6 – حدّد قيمة النسبة $\frac{V_{bE}}{V_b}$ عندما يكون $pH = pK_a$ ، ثمّ حدّدْ بيانيا قيمة pK_a للثنائية $C_3H_6O_3/C_3H_5O_3^-$.

7 – في التجربة الثانية $V_{bE} = 8\ mL$ ، $V_{bE} = 4{,}2\ mL$ ، $V_{bE} = 2{,}1\ mL$. اختر الجواب الصحيح ، مع التعليل لذلك .

8 – ما هي الفائدة العمليّة من إضافة الماء للكأس في التجربة الثانية ؟

9 – عرّفْ الكاشف الملوّن ، واذكر سبب اختيار أحمر الكريزول في التجربة الثانية ؟

10 – احسب كتلة الحمض اللبني الموجودة في لتر من الحليب .

11 – هل يمكن اعتبار هذا الحليب طريّا ؟

12 – ما هو التركيز المولي للمحلول المحصل عليه بعد إضافة الماء في التجربة الثانية ؟

13 – احسب تراكيز الأفراد الكيميائية في المزيج عند التكافؤ في التجربة الأولى .

يُعطى : $M\ (C_3H_6O_3) = 90\ g/mol$ ، مجال تغيّر لون أحمر الكريزول : $[7{,}2\ -\ 8{,}8]$ ، $pK_e = 14$

البكالوريا الأسبوعي 11
الاجابة

التمرين 01

1- $C_2H_4O_3 + H_2O = C_2H_3O_3^- + H_3O^+$

2- $[C_2H_3O_3^-] = \tau_f \cdot C$

$[C_2H_4O_3] = C(1-\tau_f)$

3- $K_a = \dfrac{[H_3O^+]_f [C_2H_3O_3^-]_f}{[C_2H_4O_3]_f}$

$K_a = \dfrac{C\tau_f^2}{1-\tau_f}$

$C\tau_f^2 + 10^{-pK_a}.\tau_f - 10^{-pK_a} = 0$

$\tau_f \simeq 0,12$

4- $[H_3O^+] = [C_2H_3O_3^-] = 1,2\times10^{-3}\ mol/L$

$[C_2H_4O_3] = 8,8\times10^{-3}\ mol/L$

$[HO^-]$ فائقة القلة .

5- ب/ الأسود (المتناقص ابتداء من اليسار) هو $C_2H_4O_3$

الأحمر (المتزايد ابتداء من اليسار) هو $C_2H_3O_3^-$

ب/ $pK_a = 3,8$ (تقاطع البيانين)

ج/ $pH_0 \simeq 2,9$

$\tau_f \simeq 0,12$

التمرين 02

1- $C_3H_6O_3 + H_2O = C_3H_5O_3^- + H_3O^+$

2- $E(4,2mL ; 8,2)$

3- $C_a \simeq 1\times10^{-2}\ mol/L$

4- $\tau_f \simeq 0,14$

5- $pH = pK_a - \log\dfrac{[HA]}{[A^-]}$

6- $pH = pK_a - \log\dfrac{C_bV_{bE} - C_aV_a}{C_aV_a}$

$pH = pK_a - \log\left(\dfrac{V_{bE}}{V_a} - 1\right)$

$\dfrac{V_{bE}}{V_a} - 1 = 1$

$\dfrac{V_{bE}}{V_a} = 2$

7- $V_{bE} = 4,2\ mL$ (كمية المادة لا تتغير بالتمديد بالماء المقطر)

8- لجعل المحلول شفافاً من أجل رصد نقطة التكافؤ (تغيّر اللون)

9- حمض ذو أساس ضعيف، لون الأساس يختلف عن لون الحمض المرافق . pH_E ينتمي لمجال تغيّر اللون .

10- $m = 0,9\ g$

11- الحليب طري ($9°D$)

12- $C_a' = \dfrac{0,01}{5} = 2\times10^{-3}\ mol/L$

13- $[H_3O^+] = 10^{-8,2} = 6,3\times10^{-9}\ mol/L$

$[HO^-] = 1,6\times10^{-6}\ mol/L$

$[Na^+] = 9,5\times10^{-3}\ mol/L$

$[C_3H_5O_3^-] = 9,5\times10^{-3}\ mol/L$

$[C_3H_6O_3] = 1,6\times10^{-6}\ mol/L$

الأستاذ : قزوري

25/2/2021

التمرين 01

نقوم بثلاث تجارب للمعايرة الـ pH مترية .

التجربة الأولى :

نحضّر محلولا لحمض الإثانويك CH_3COOH (حمض ضعيف) بحلّ كميّة منه كتلتها m في الماء للحصول على محلول حجمه $V = 100\ mL$.

نأخذ من هذا المحلول حجما $V_{a_1} = 10\ mL$ ، ونعاير بواسطة محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم (Na^+, HO^-) تركيزه المولي C_b .

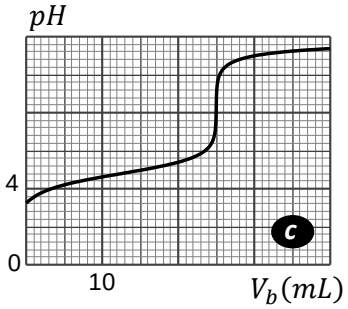
التجربة الثانية :

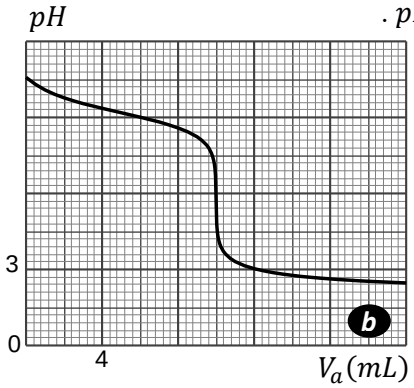
نعاير محلولا لحمض كلور الهيدروجين (H_3O^+, Cl^-) ، وهو حمض قوي . نأخذ منه حجما $V_{a_2} = 20\ mL$ ، ونعاير بنفس محلول هيدروكسيد الصوديوم السابق .

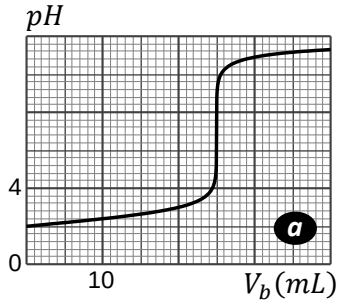
التجربة الثالثة :

نعاير حجما $V_b = 10\ mL$ من محلول النشادر NH_3 (أساس ضعيف) بواسطة محلول حمض كلور الهيدروجين السابق .

مثّلنا البيانات $pH = f(V_b)$ و $pH = f(V_a)$.







1 – اكتب المعادلات لتفاعلات المعايرة السابقة .

2 – ما هو البيان الذي يوافق المعايرة في التجربة الثالثة ؟ علّلْ لذلك .

3 – حدّدْ نقطة التكافؤ على البيانين (a) و (c) ، موضّحا الطريقة المتّبعة .

4 – ما هو البيان الموافق لمعايرة حمض كلور الهيدروجين ؟ علّلْ لذلك .

5 – احسب التركيز المولي C_b لمحلول هيدروكسيد الصوديوم المستعمل .

6 – احسب نسبة التقدّم النهائي لتفاعل حمض الإثانويك مع الماء .

7 – احسب نسبة التقدّم النهائي لتفاعل النشادر مع الماء .

8 – حدّدْ قيمتي pK_a للثنائيتين CH_3COOH/CH_3COO^- و NH_4^+/NH_3 .

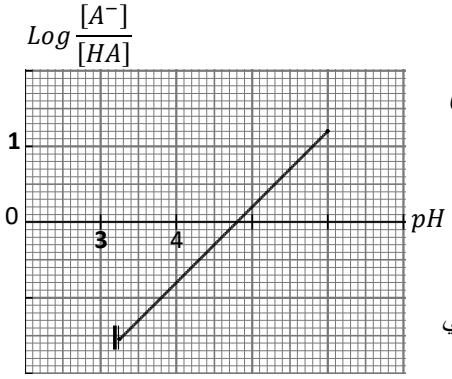
9 – لماذا ينتهي البيانان (a) و (c) لنفس قيمة pH بعد التكافؤ ؟

10 – احسب قيمة الكتلة m . $M(CH_3COOH) = 60\ g/mol$

التمرين 02

في معايرة حمض ضعيف HA بأساس قوي (Na^+HO^-) تركيزه المولي $C_b = 0{,}02\ mol/L$

أخذنا حجما $V_a = 20\ mL$ من المحلول المائي للحمض HA ، وتابعنا تغيرات $Log\ \frac{[A^-]}{[HA]}$ بدلالة pH المزيج . مثّلنا البيان المقابل .



1 – اكتب معادلة تفاعل المعايرة ، محدّدا الثنائيتين أساس / حمض .

2 – حدّد قيمة pK_a الثنائية HA/A^- .

3 – علما أنه عند إضافة حجم $V_b = 10\ mL$ كانت قيمة pH المزيج 4,8 ، احسب التركيز المولي للمحلول الحمضي .

4 – احسب نسبة التقدّم النهائي لتفاعل الحمض HA مع المـاء .

5 – نعتبر أثناء المعايرة أن أحد الفردين HA أو A^- يكون متغلّبا إذا كان تركيزه المولي 10 أضعاف تركيز الفرد الآخر (مثلا $[A^-] = 10\ [HA]$) .
حدّد حدود مجال الـ pH الذي لا يكون فيه أي فرد متغلّبا .

6 – ما هو الفرد المتغلب من بين HA و A^- عندما يكون $pH = 6$ ؟

7 - حدّد كتلة الحمض HA المنحلة في لتر من محلوله .

يُعطى :

الكتل المولية بـ g/mol : $C = 12$ ، $O = 16$ ، $H = 1$

الحمض	$HCOOH$	CH_3COOH	C_2H_5COOH	C_6H_5COOH
pK_a	3,8	4,8	4,9	4,2

التمرين 03

نترات الأمونيوم NH_4NO_3 هو أحد الأسمدة الآزوتية ، حيث يصنّع على أساس النسبة المئوية لعنصر الآزوت فيه ، وهي تتراوح بين 20 % و 28 % بالنسبة للسماد المخفف آزوتيا ، وبين 28 % و 33,5 % بالنسبة للسماد المركّز آزوتيا . يحافظ نترات الأمونيوم على قيمة pH التربة حيث تعمل شاردة الأمونيوم NH_4^+ عل خفض الـ pH بسبب تخلّيه عن شوارد الهيدروجين ، بينما تفاعلات النترات NO_3^- في التربة ينتج عنها شوارد الهيدروكسيد HO^- وشوارد الكربونات الهيدروجينية HCO_3^- التي ترفع قيمة الـ pH .

يحتوي السماد المصنوع على أساس نترات الأمونيوم على مركبات أخرى ، منها التي تحتوي على عنصري البوتاسيوم والفوسفور والمعادن الثقيلة .

نريد في هذه التجربة أن نحدّد النسبة المئوية لعنصر الآزوت في هذا السماد . نأخذ من كيس لهذا السماد كمية كتلتها $m = 1\ g$ ونحلّلها في حجم من الماء المقطّر ونشكّل بذلك محلولا (S) حجمه $V_S = 200\ mL$. ينحل نترات الأمونيوم كلّيا في الماء : $NH_4NO_3 = NH_4^+ + NO_3^-$.

نأخذ من المحلول المحضّر حجما $V_a = 20\ mL$ ونعاير الحمض NH_4^+ الموجود في هذا الحجم بواسطة محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم (Na^+, HO^-) تركيزه المولي $C_b = 0{,}04\ mol/L$. نعتبر أن شوارد الهيدروكسيد تتفاعل فقط مع شوارد الأمونيوم (NH_4^+) .

مثّلنا بيانيا pH المزيج بدلالة حجم المحلول الأساسي المضاف ، وسجّلنا على هذا البيان نقطتين A ونقطة التكافؤ B هما :

$A(12{,}5\ mL\ ;\ 9{,}2)$ ، $B\left(V_{b_A}\ ;\ 10{,}8\right)$.

1 – اكتب معادلة تفاعل معايرة الحمض NH_4^+ بهيدروكسيد الصوديوم .

2 – احسب التركيز المولي للمحلول الحمضي .

3 – احسب كتلة نترات الأمونيوم المنحلّة في المحلول (S) .

4 – احسب النسبة المئوية لعنصر الآزوت في السماد الآزوتي .

5 – احسب النسبة $\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$ عند التكافؤ .

6 – عرّف مجال تغيّر الكاشف الملوّن .

7 – ما هو الكاشف الملوّن الأنسب لهذه المعايرة من بين الكواشف المرفقة في القائمة ؟ علّلْ لجوابك .

يُعطى : $M\ (NH_4NO_3) = 80\ g/mol$ ، ثابت التوازن لتفاعل المعايرة : $K = 6{,}3 \times 10^4$ ، $K_e = 10^{-14}$.

الكاشف	أحمر المثيل	الفينول فتالئين	أحمر الأليزارين
مجال تغيّر اللون	4,2 – 6,2	8,2 – 10	10 – 12

البكالوريا الأسبوعي 12
الإجابة

التمرين 01

1 - التجربة الأولى :

$CH_3COOH + (Na^+, HO^-) = (CH_3COO^-, Na^+) + H_2O$

التجربة الثانية :

$(H_3O^+, Cl^-) + (Na^+, HO^-) = (Na^+, Cl^-) + 2H_2O$

التجربة الثالثة

$NH_3 + (H_3O^+, Cl^-) = (NH_4^+, Cl^-) + H_2O$

2 - البيان (b) يوافق معايرة أساس

3 - $(25mL ; 7) \leftarrow (a)$

$(25mL ; 8,2) \leftarrow (c)$

4 - البيان (a) لأن $pH_E = 7$

5 - من البيان (a)

$C_b = \frac{10^{-2} \times 20}{25} = 8 \times 10^{-3}\ mol/L$

6 -

$C_{a_1} = \frac{8 \times 10^{-3} \times 25}{10} = 0,02\ mol/L$

$\tau_f = \frac{10^{-3,2}}{0,02} = 0,03$

7 -

$[NH_3]_0 = C_b'$

$C_b' \times V_b = C_a \times V_{aE}$

$C_b' = \frac{0,01 \times 10}{10} = 0,01\ mol/L$

$\tau_f' = \frac{10^{10,6-14}}{0,01} = 0,04$

8 -

$pKa(NH_4^+/NH_3) = 9,2$

$pKa(CH_3COOH/CH_3COO^-) = 4,8$

9 - لأن بإضافة حجم كبير من (Na^+, HO^-) بعد التكافؤ نهمل حجم المحلول المحضّر.

10 - $m = 0,02 \times 0,1 \times 60 = 0,12g$

التمرين 02

1 -

$HA + (Na^+, HO^-) = (Na^+, A^-) + H_2O$

2 - من البيان عندما $pH = pKa$:

$\log \frac{[A^-]}{[HA]} = 0$

$pKa = 4,8$

3 - $V_{bE} = 20mL$

$C_a = \frac{0,02 \times 20}{20} = 0,02\ mol/L$

4 - $\tau_f = \frac{10^{-3,2}}{0,02} = 0,03$

5 -

المجال المطلوب هو

$[3,8 \text{ — } 5,8]$

6 - $pH > 5,8 \rightarrow A^-$ متغلب

7 - $m = 1,2g$

التمرين 03

1 -

$(NH_4^+, NO_3^-) + (Na^+, HO^-) = NH_3 + (Na^+, NO_3^-) + H_2O$

2 - $V_{bA} = 20mL$

$C_a = 0,05\ mol/L$

3 - $m = 0,8g$

4 - نسبة الأزوت 28%

5 - $\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} \simeq 40$

6 - الكاشف الملوّن HIn هو حمض ضعيف جدّا حيث لون HIn يختلف عن لون In^-.

مجال تغيّر الكاشف هو مجال الـ pH الذي يتغيّر فيه اللون

7 - أحمر الأليزارين ؛ يشمل قيمة pHE

التمرين 01

I - اختر الجواب أو الأجوبة الصحيحة

1 – إذا كان شعاع التسارع وشعاع السرعة على نفس الحامل ولهما نفس الجهة تكون الحركة :
أ / مستقيمة منتظمة
ب / مستقيمة متسارعة بانتظام
جـ / مستقيمة متسارعة
د / مستقيمة متباطئة
هـ / دائرية منتظمة

2 – في حركة دائرية منتظمة :
أ / $\vec{a}$ ثابت
ب / $a_t = 0$
جـ / $\vec{a}$ و $\vec{v}$ متعامدان
د / $\vec{a}$ و $\vec{v}$ منطبقان
هـ / $a_n = \frac{v^2}{R}$

3 – حركة مستقيمة متسارعة بانتظام :
أ / $\vec{a} \times \vec{v} = 0$
ب / $\vec{a} \times \vec{v} > 0$
جـ / طويلة السرعة ثابتة
د / طويلة التسارع ثابتة

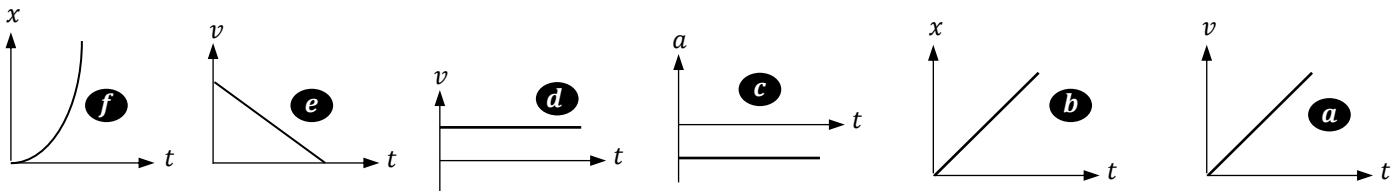
4 – في حركة لنقطة M منسوبة لمعلم $(Oxyz)$:
أ / $\vec{v} = k\,\overrightarrow{OM}$ ، حيث k ثابت
ب / $\overrightarrow{OM} = \frac{d\vec{v}}{dt}$
جـ / $\vec{v} = \frac{d\overrightarrow{OM}}{dt}$
د / $\vec{a} = \frac{d^2\overrightarrow{OM}}{dt^2}$

5 المرجع السطحي أرضي :
أ / هو نقطة من سطح الأرض
ب / يقوم بحركة دائرية منتظمة
جـ / نعتبره غاليليا إذا اعتبرنا حركته مستقيمة منتظمة
د / ندرس فيه حركات الأجسام بجوار سطح الأرض

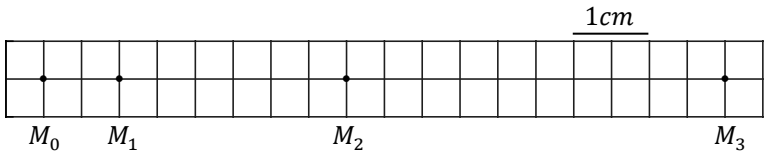
II -

1 – اذكر بأسلوبك الجميل نصوص القوانين الثلاثة لنيوتن .

2 – البيانات a ، b ، c ، d ، e ، f هي بيانات لثلاث حركات مختلفة . عيّن البيانين الخاصين بكل حركة ، مع التعليل .



3 – لدينا في الشكل المقابل تسجيل لحركة مستقيمة ، تتمّ في طور واحد ، حيث زمن التسجيل $\theta = 0{,}1s$ (المدّة بين كل وضعين متتاليين) .
سرعة المتحرك في النقطة M_0 هي $v_0 = 0$.



أ / احسب v_1 و v_2 .
ب / احسب قيمة التغيّر في السرعة في M_1 .
جـ / احسب طويلة تسارع الحركة .
د / احسب سرعة المتحرّك في النقطة M_3 .

III - عيّنْ الإجابة أو الإجابة الصحيحة

1 – تتّبع الكواكب مسارات إهليلجية في المرجع :
أ / المركزي أرضي
ب / الهيليومركزي
جـ / السطحي أرضي

2 – حسب القانون الأول لكبلر توجد الشمس :
أ / في مركز الإهليلج
ب / في أحد محرقي الاهليلج
جـ / على محيط الاهليلج

3 – القانون الثاني لكبلر يبيّن أن على المسار الإهليلجي :
أ / تتغيّر طويلة السرعة
ب / تبقى طويلة التسارع ثابتة
جـ / تبقى السرعة ثابتة

4 – تتعلّق سرعة الأقمار على مدارها :
أ / بكتلة القمر
ب / بكتلة الكوكب
جـ / بالبعد بين مركز القمر ومركز الكوكب

5 – حركة قمر حول كوكب في مسار اهليلجي :
أ / تزداد سرعته عندما يقترب من نقطة الأوج
ب / سرعته في الأوج تساوي سرعته في الحضيض
جـ / شدّة قوّة جذب الكوكب له ثابتة
د / مستوى مداره يشمل مركز الكوكب

6 – القمر الصناعي المستقر أرضيا :
أ / يدور عكس جهة دوران الأرض
ب / مستوى مداره يشمل القطبين
جـ / مستوى مداره يشمل خط الاستواء
د / دوره يساوي الدور اليومي للأرض

التمرين 02

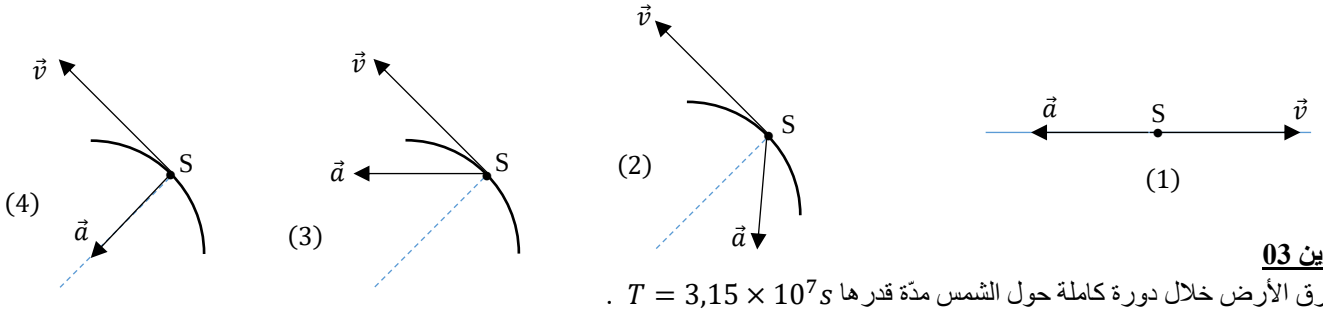
يتحرّك جسم في الفضاء ، نعتبره نقطة مادية ، حيث ننسب حركته لمرجع سطحي أرضي . المسافات مقاسة بالمتر ، والزمن بالثانية .

يُعطى شعاع موضعه في المعلم (O,x,y,z) : $\overrightarrow{OG} = (2t^2 - 3)\vec{\imath} + t^2\vec{\jmath} + (5t - 1)\,\vec{k}$

1 – عبّر عن شعـاع سرعة المتحرّك في اللحظة t ، ثم احسب طويلة سرعته عند اللحظة $t = 1s$.

2 – عبّر عن شعاع تسارعه في اللحظة t ، ثم احسب طويلة تسـارعه .

3 – ما هي طبيعة حركة جسم آخر (S) في الحالات التالية : (متسارعة أو متباطئة أو منتظمة ؟)



التمرين 03

تستغرق الأرض خلال دورة كاملة حول الشمس مدّة قدرها $T = 3{,}15 \times 10^7 s$.

1 – في أي مرجع تقوم الأرض بهذه الحركة ؟ ما هو شكل مسارها ؟

2 – اذكر القوانين الثلاثة لكبلر

3 – نعتبر مسار الأرض حول الشمس دائريا نصف قطره $r = 1{,}50 \times 10^{11}\ m$ (البعد بين مركزي الشمس والأرض) .

اعتمادا على القانون الثالث لكبلر، احسب كتلة الشمس . $G = 6{,}67 \times 10^{-11}\ N.m^2.kg^{-2}$

التمرين 04

لدينا جدول به معلومات خاصة بأربعة كواكب من المجموعة الشمسية .

الكوكب	الدور حول الشمس $T(\times 10^7 s)$	نصف المحور الأعظم للمدار $a(\times 10^8 km)$	$\frac{T^2}{a^3}(s^2.m^{-3})$
الزهرة	1,94	1,08	
الأرض	3,15	1,50	
المريخ	5,94	2,28	
المشتري	37,4	7,78	

1 - أكمل املاء الجدول ، وبيّنْ أن القانون الثالث لكبلر محقّق .

2 - مثّل بيانيا $T^2 = f(a^3)$

3 - باستعمال البيان جدّ قيمة دور عُطارد حول الشمس ، علما أن أقرب نقطة للشمس يمر بها عطارد تبعد عن مركز الشمس بـالمسافة $r_P = 0{,}31\ UA$ ، وأبعد نقطة عن الشمس يمر بها تبعد عن مركز الشمس بالمسافة $r_A = 0{,}47\ UA$.

4 - بيّن أن حركة الأرض حول الشمس غير منتظمة . UA : الوحدة الفلكية ، حيث $1UA = 1{,}5 \times 10^8\ km$

التمرين 05

قمر صناعي كتلته m_S يدور حول الأرض في مدار دائري على بعد $h = 20000\ km$ من سطح الأرض .

1 – مثّل سرعته في نقطة A من مساره .

2 – بإهمال تأثيرات الكواكب الأخرى ماعدا الأرض مثل القوى المؤثرة على القمر الصناعي في النقطة A .

3 – بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في معلم أرضي مركزي بيّن أن حركة القمر الصناعي منتظمة .

4 – احسب السرعة الخطية للقمر الصناعي .

5 – احسب دور القمر الصناعي (زمن دورة كاملة حول الأرض) ، ثم قارن هذا الدور مع الدور اليومي للأرض .

6 – عبّر عن سرعة القمر الصناعي بدلالة R_T (نصف قطر الأرض) ، h ، g_0 (التسارع الأرض على سطح الأرض) .

يُعطى : $R_T = 6400\ km$ ، كتلة الأرض $M_T = 6 \times 10^{24} kg$ $G = 6{,}67 \times 10^{-11}\ N.m^2.kg^{-2}$

التمرين 06

تقوم مجموعة أقمار GPS $(Global\ Positioning\ System)$ بحركة دائرية منتظمة حول مركز الأرض على ارتفاع $h = 13800\ km$ عن سطح الأرض . نعتبر الأرض كرويّة نصف قطرها $R_T = 6400\ km$. ننسب حركة أحد هذه الأقمار إلى المرجع المركزي أرضي .

1 – عرّف المرجع المركزي أرضي ، وما هو الشرط الذي نعتمد عليه لكي نعتبر هذا المرجع غاليليا ؟

2 – ادرس حركة أحد هذه الأقمار في المرجع السابق ، وبيّن أن دوره يُكتب بالشكل : $T = 2\pi\sqrt{\frac{(R_T+h)^3}{GM_T}}$

3 – احسب قيمة هذا الدور .

4 – ما هو عدد الدورات التي ينجزها هذا القمر حول الأرض خلال يوم واحد ؟

$M_T = 6 \times 10^{24} kg$ كتلة الأرض $G = 6{,}67 \times 10^{-11}\ N.m^2.kg^{-2}$

البكالوريا الأسبوعي 13 / الإجابة

التمرين 01

I -

1 – إذا كان شعاع التسارع وشعاع السرعة على نفس الحامل ولهما نفس الجهة تكون الحركة :
أ / مستقيمة منتظمة
ب / مستقيمة متسارعة بانتظام
✗ جـ / مستقيمة متسارعة
د / مستقيمة متباطئة
هـ / دائرية منتظمة

2 – في حركة دائرية منتظمة :
أ / $\vec{a}$ ثابت
✗ ب / $a_t = 0$
✗ جـ / $\vec{a}$ و $\vec{v}$ متعامدان
د / $\vec{a}$ و $\vec{v}$ منطبقان
✗ هـ / $a_n = \frac{v^2}{R}$

3 – حركة مستقيمة متسارعة بانتظام :
أ / $\vec{a} \times \vec{v} = 0$
✗ ب / $\vec{a} \times \vec{v} > 0$
جـ / طويلة السرعة ثابتة
✗ د / طويلة التسارع ثابتة

4 – في حركة لنقطة M منسوبة لمعلم $(Oxyz)$:
أ / $\vec{v} = k\,\overrightarrow{OM}$ ، حيث k ثابت
ب / $\overrightarrow{OM} = \frac{d\vec{v}}{dt}$
✗ جـ / $\vec{v} = \frac{d\overrightarrow{OM}}{dt}$
✗ د / $\vec{a} = \frac{d^2\overrightarrow{OM}}{dt^2}$

5 المرجع السطحي أرضي :
✗ أ / هو نقطة من سطح الأرض
✗ ب / يقوم بحركة دائرية منتظمة
✗ جـ / نعتبره غاليليا إذا اعتبرنا حركته مستقيمة منتظمة
✗ د / ندرس فيه حركات الأجسام بجوار سطح الأرض

II -

1 - إرجع للدرس تجدني هناك إن شاء الله ...

2 - متسارعة بانتظام : f مع a
منتظمة : d مع b
متباطئة بانتظام : e مع c

3 - ب / $\Delta v_1 = v_2 - v_0 = 0{,}4\ m/s$

ج / $a = \frac{\Delta v}{2\theta} = \frac{\Delta v_1}{2\theta} = \frac{0{,}4}{2\times 0{,}1}$

$a = 2\ m/s^2$

د / $v_3 - v_2 = a \times \theta$

$v_3 = 2\times 0{,}1 + 0{,}4 = 0{,}6\ m/s$

ه / $v_1 = \frac{M_0 M_2}{2\theta} = 0{,}2\ m/s$

$v_2 = \frac{M_1 M_3}{2\theta} = 0{,}4\ m/s$

III -

1 – تتبع الكواكب مسارات إهليلجية في المرجع :
أ / المركزي أرضي
✗ ب / الهيليومركزي
جـ / السطحي أرضي

2 – حسب القانون الأول لكبلر توجد الشمس :
أ / في مركز الإهليلج
✗ ب / في أحد محرقي الاهليلج
جـ / على محيط الاهليلج

3 – القانون الثاني لكبلر يبين أن على المسار الإهليلجي :
✗ أ / تتغير طويلة السرعة
ب / تبقى طويلة التسارع ثابتة
جـ / تبقى السرعة ثابتة

4 – تتعلق سرعة الأقمار على مدارها :
أ / بكتلة القمر
✗ ب / بكتلة الكوكب
✗ جـ / بالبعد بين مركز القمر ومركز الكوكب

5 – حركة قمر حول كوكب في مسار اهليلجي :
أ / تزداد سرعته عندما يقترب من نقطة الأوج
ب / سرعته في الأوج تساوي سرعته في الحضيض
جـ / شدة قوة جذب الكوكب له ثابتة
✗ د / مستوى مداره يشمل مركز الكوكب

6 – القمر الصناعي المستقر أرضيا :
أ / يدور عكس جهة دوران الأرض
ب / مستوى مداره يشمل القطبين
✗ جـ / مستوى مداره يشمل خط الاستواء
✗ د / دوره يساوي الدور اليومي للأرض

التمرين 02

1 - $\vec{v} = \frac{d\overrightarrow{OG}}{dt} = 4t\vec{i} + 2t\vec{j} + 5\vec{k}$

$v = 6{,}7\ m/s$

2 - $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = 4\vec{i} + 2\vec{j}$

$a = 4{,}47\ m/s^2$

3 - الحالة ① : $\vec{v}\times\vec{a} < 0$: متباطئة
" ② : $\vec{v}\times\vec{a} < 0$: متباطئة
" ③ : $\vec{v}\times\vec{a} > 0$: متسارعة
" ④ : $\vec{v}\times\vec{a} = 0$: دائرية منتظمة

التمرين 03

1 - المرجع الهيليومركزي ، والمسار إهليلجي

2 - ارجع للدرس تجدني هناك إن شاء الله ..

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G M_S}$$ -3

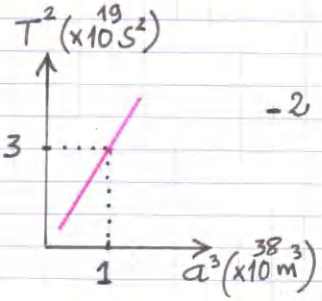
$$M_S \approx 2\times10^{30}\ kg$$

التمرين 04

-1

الكوكب	$\frac{T^2}{a^3}(s^2.m^{-3})$
الزهرة	$\approx 3\times10^{-19}$
الأرض	//
المريخ	//
المشتري	//

-2



-3

$$a = \frac{0,47+0,31}{2} = 0,39\ UA$$

$$a = 0,39\times1,5\times10^{11} = 5,85\times10^{10}\ m$$

$$a^3 = 2\times10^{32}\ m^3$$

من البيان أو من معادلة المستقيم

$$T^2 = 6\times10^{13}$$

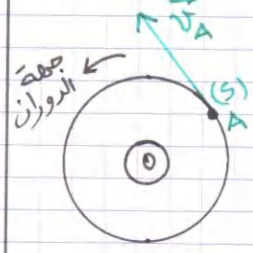
$$T \approx 90\ j$$

-4 قوة جذب الشمس للأرض غير ثابتة (المسافة بين مركزيهما غير ثابتة)

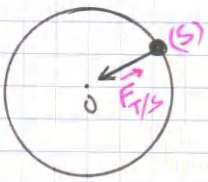
وبالتالي سرعة الأرض غير ثابتة

التمرين 05

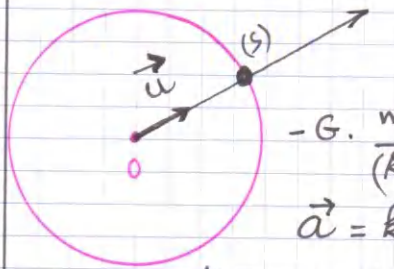
-1



-2



-3



$$-G.\frac{m_S M_T}{(R_T+h)^2}\vec{u} = m_S\vec{a}$$

$$\vec{a} = k\vec{u}$$

$k<0$

اذن الحركة دائرية منتظمة

$$v = \sqrt{\frac{G M_T}{R_T+h}}$$ -4

$$v = 3892\ m/s \approx 3,9\ km/s$$

$$T = \frac{2\pi(R_T+h)}{v}$$ -5

$$T = 11,83\ h = 11\ h\ 50\ mn$$

$$v = R_T\sqrt{\frac{g_0}{R_T+h}}$$ -6

التمرين 06

1- مركز الأرض، مزوّد بمعلم محاوره متجهة نحو ثلاثة نجوم ثابتة

الشرط: حركة مستقيمة في مجال زمني صغير جدّا بالنسبة لدور الأرض حول الشمس، نعتبر سرعة ثابتة.

$$v^2 = \frac{G M_T}{R_T+h}$$ -2

$$T^2 = \frac{4\pi^2(R_T+h)^2}{v^2}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{(R_T+h)^3}{G M_T}}$$

$$T \simeq 8\ h$$ -3

$$n = 3$$ -4

تابع الحل المفصّل على قناة العلوم الفيزيائية للأستاذ ع. قزوري
www.quzouri.org

التمرين 01

حول الدرس :

1 –

أ / اذكر خصائص (مميزات) دافعة أرخميدس $(\overrightarrow{F_A})$.

ب / عرّف قوّة الاحتكاك المائع ، ثم اذكر مميزاتها .

جـ / مثّل القوى المؤثرة على كرة تسقط شاقوليا في الهواء ، ثم اشرح باختصار سبب ثبات سرعة الكرة بعد مدّة زمنية .

2 – كرة متجانسة كتلتها m وحجمها V وكتلتها الحجمية ρ_S ، تسقط شاقوليا في الهواء . الكتلة الحجمية للهواء هي ρ_f .

أ / عبّرْ عن النسبة بين شدّة دافعة أرخميدس F_A وثقل الكرة P بدلالة ρ_f ، ρ_S .

ب / هل تختلف F_A من أجل :

- كرة لها نفس الحجم وكتلتها $m' = 2\,m$ ؟
- كرة لها نفس الكتلة وحجمها $V' = 2\,V$ ؟

3 –

أ / عرّف السقوط الشاقولي الحر .

ب / بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في مرجع سطحي أرضي نعتبره غاليليا على جسم يسقط في الفراغ ، نعتبره نقطة مادية ، جدْ المعادلات الزمنية : $a(t)$ ، $v(t)$ ، $z(t)$ ، مع ذكر الشروط الابتدائية .

جـ / انطلق الجسم بدون سرعة من مبدأ المحور $\overrightarrow{Oz}$ عند اللحظة $t = 0$. مثّل سرعته بدلالة الزمن في المجال الزمني $[0 \;;\; 3\;s]$.

التسارع الأرضي $g = 9{,}81\;m/s^2$

التمرين 02

كرة مطاطية متجانسة كتلتها $m = 100\;g$ وقطرها $D = 40\;cm$ وحجمها V ، تسقط في الهواء ابتداء من السكون عند اللحظة $t = 0$.

تخضع زيادة عن ثقلها إلى دافعة أرخميدس $\overrightarrow{F_A} = -m_f\;g\;\vec{\imath}$ ، وقوّة الاحتكاك مع الهواء $\vec{f} = -kv^2\;\vec{\imath}$ ، حيث m_f هي كتلة الهواء المزاح و $\vec{\imath}$ هو شعاع الوحدة للمحور الشاقولي $x'x$ الموجّه نحو الأسفل .

1 – بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في مرجع سطحي أرضي نعتبره غاليليا ، جدّ المعادلة التفاضلية لسرعة الكرة .

2 – احسب التسارع الابتدائي (a_0) للكرة .

3 – يقطع مركز عطالة الكرة مسافة قدرها $d = 4{,}3\;m$ خلال مدة زمنية قدرها $\Delta t = 1\;s$ خلال النظام الدائم .

أ / بواسطة التحليل البعدي جدْ وحدة ثابت الاحتكاك .

ب / احسب قيمة ثابت الاحتكاك بطريقتين .

4 – لو كانت الكرة تملك سرعة $v_0 = 2{,}5\;m/s$ عند اللحظة $t = 0$ ، احسب تسارعها الابتدائي وسرعتها الحدّية . **(خاص بشعبتي الرياضيات فقط)**

5 – نعيد التجربة في نفس الشروط السابقة (أي $v_0 = 0$) ، حيث نربط أسفل الكرة جسما صغيرا (S) كتلته $m_S = 100\;g$.

إن وجود الجسم (S) لا يغيّر حجم الكرة ولا يغيّر ثابت الاحتكاك .

أ / احسب التسارع الابتدائي للجملة .

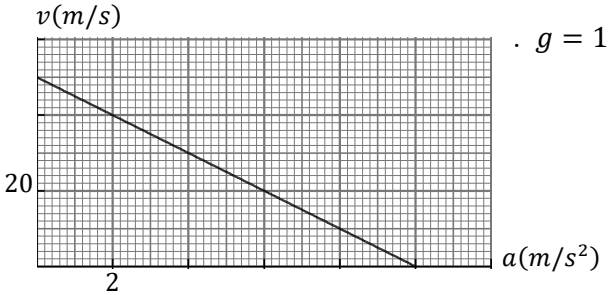
ب / ما هي أكبر سرعة تبلغها الجملة ؟ الكتلة الحجمية للهواء $\rho_f = 1{,}21\;kg/m^3$ ، $g = 10\;m/s^2$ ، حجم الكرة $V = 4{,}18\;r^3$

التمرين 03

ينزل مظلي كتلته مع مظلته $m = 70\;kg$ بدون سرعة ابتدائية من مروحية ساكنة عند اللحظة $t = 0$.

يخضع المظلّي أثناء سقوطه لقوة احتكاك $\vec{f} = -k_1\vec{v}$.

ننسب حركة المظلّي لمرجع سطحي أرضي ، ونعتبر التسارع الأرضي ثابتا $g = 10\;m/s^2$.



قبل فتح المظلة :

مثلنا تغيرات سرعة المظلي بدلالة تسارعه $v = f(a)$.

1 - بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، بيّنْ أن البيان يتوافق مع حركة المظلّي .

2 – ما هو المدلول الفيزيائي للميل $|p|$ للبيان ؟

3 - بيّن أن دافعة أرخميدس مهملة أمام القوى الأخرى .

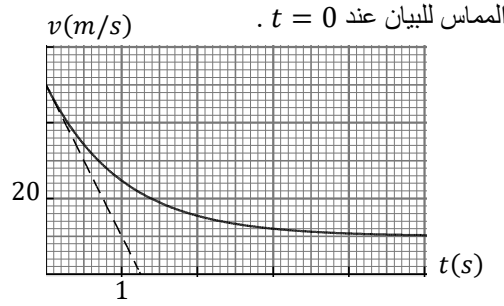
4 - اشرح لماذا تصبح سرعة المظلي ثابتة بعد فترة زمنية معيّنة ، ثم جدْ طويلة هذه السرعة مستعينا بالبيان .

5 - احسب ثابت الاحتكاك k_1 ، والثابت المميز للحركة .

6 – احسب بطريقتين شدّة قوّة الاحتكاك مع الهواء في النظام الدائم .

بعد فتح المظلة :

نهمل دافعة أرخميدس ، ونعتبر $t = 0$ لحظة فتح المظلة . مثّلنا سرعة المظلي بدلالة الزمن ، والمماس للبيان عند $t = 0$.



تُعطى قوة الاحتكاك التي تؤثر على المظلي مع مظلته بالعبارة $\vec{f}' = -k_2\vec{v}$.

1 – مثّل القوى المؤثّرة على المظلي عند اللحظة $t = 0$.

2 – احسب طويلة قوة الاحتكاك عند $t = 0$.

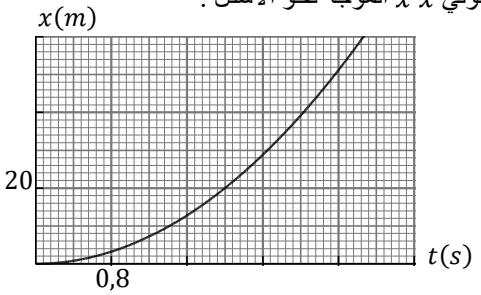
3 - جدْ قيمة ثابت الاحتكاك k_2 بطريقتين .

التمرين 04

بفعل تشكّل الندى ، تسقط قطرة ماء شاقوليا من ارتفاع $h = 200\ m$ عن سطح الأرض في جوّ هادئ . القطرة لها شكل كروي نصف قطرها $r = 500\ \mu m$ ، ولا تتشوّه أثناء سقوطها . التسارع الأرضي ثابت أثناء السقوط .

- I

نفرض أن القطرة سقطت في الفراغ بدون سرعة عند اللحظة $t = 0$ من النقطة O ؛ مبدأ المحور الشاقولي $x'x$ الموجّه نحو الأسفل .



1 – ادرس حركة القطرة ، باعتبارها نقطة ماديّة ، ثمّ اكتب المعادلة التفاضلية لسرعتها .

2 – بيّنْ أنّ المعادلة الزمنية لفاصلة القطرة تُكتب بالشكل : $x = k\,t^2$ ، حيث k ثابت موجب .

3 – مثّلنا بيانيا فاصلة القطرة بدلالة الزمن . حدّد قيمة الثابت k ، ثم استنتج قيمة التسارع الأرضي .

4 – ما هي المسافة الشاقولية التي تفصل القطرة عن سطح الأرض عند اللحظة $t = 3\ s$ ؟ وما هي سرعتها آنذاك ؟

5 – ما هي المسافة التي تقطعها قطرة ماء أخرى في نفس المدة السابقة وفي نفس الشروط ، نصف قطرها $r' = 2\,r$ ؟

- II

نعتبر الآن الكرة تسقط في الهواء ، حيث تخضع أثنـاء سقوطها زيادة عن ثقلها لدافعة أرخميدس $\overrightarrow{F_A}$ وقوّة احتكاك مع الهواء $\vec{f} = -kv\,\vec{\imath}$ ، حيث k هو ثابت الاحتكاك المائع ، و $\vec{\imath}$ هو شعاع الوحدة للمحور الشاقولي $x'x$ الموجه نحو الأسفل .

تسقط القطرة من النقطة O عند اللحظة $t = 0$ بدون سرعة ابتدائية .

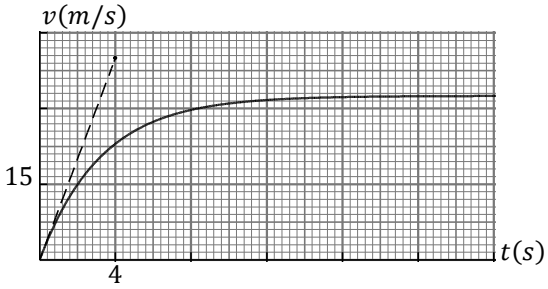
1 – اذكر خصائص دافعة أرخميدس $\overrightarrow{F_A}$.

2 – مثّلْ القوى المؤثّرة على القطرة بعد انطلاقها .

3 – احسب شدّة دافعة أرخميدس ، ثمّ قارنها مع شدة ثقل القطرة .

4 - بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في مرجع سطحي أرضي نعتبره غاليليا ، جدْ المعادلة التفاضلية لسرعة القطرة .

5 – مثّلنا بيانيا سرعة القطرة بدلالة الزمن ، وكذلك المماس للبيان عند $t = 0$.



أ / بيّنْ أن في هذا التمثيل لم نأخذ بعين الاعتبار دافعة أرخميدس .

ب / حدّد السرعة الحدية للقطرة .

جـ / احسب ثابت الاحتكاك k .

د / جد بطريقتين تسارع القطرة عند اللحظة $t = 4\ s$.

الكتلة الحجمية للماء $\rho = 1000\ kg/m^3$ ، الكتلة الحجمية للهواء $\rho_f = 1{,}21\ kg/m^3$

البكالوريا الأسبوعي 14 / باك 2021
الإجابة

التمرين 01 : (حول الدرس)

1- ا/ نقطة التأثير : مركز ثقل المائع المزاح (مركز ثقل الجسم المتجانس)
- الحامل : الشاقول
- الجهة : نحو الأعلى
- الشدة : ثقل المائع المزاح

ب/ هي قوة احتكاك الجسم مع المائع الذي يتحرك داخله.
- نقطة التأثير : مركز ثقل الجسم
- الحامل : الشاقول
- الجهة : عكس $\vec{v}$
- الشدة (الطويلة) : kv أو kv^2

ج/

قوة الاحتكاك تتناسب مع السرعة، وبالتالي توجد لحظة t يكون عندها :
$P = F_A + f$
وتصبح الحركة منتظمة وبالتالي ثبات السرعة.

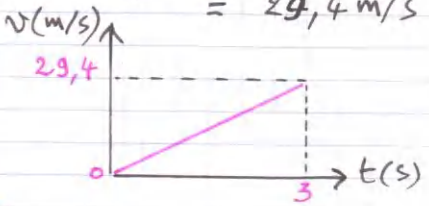
2- ا/ $\frac{P}{F_A} = \frac{\rho_s}{\rho_f}$

ب/ - لا تختلف
- تختلف

3- ا/ يخضع الجسم فقط لقوة ثقله

ب/ $a(t) = g$
$v(t) = gt + v_0$
$z(t) = \frac{1}{2}gt^2 + v_0 t + z_0$
حيث عند $t=0$: $z=z_0$ ، $v=v_0$

ج/ $v = gt = 9,81 \times 3$
$= 29,4 \text{ m/s}$



التمرين 02

1- $\frac{dv}{dt} + \frac{k}{m}v^2 = g - \frac{F_A}{m}$

2- $a_0 = g - \frac{F_A}{m} = 10 - \frac{1,21 \times 4,18 (0,2)^3}{9,1} \times 10$
$a_0 = 6 \text{ m/s}^2$

3- ا/ $[k] = M.L^{-1}$
وحدة k هي $kg.m^{-1}$

ب/ $k = 3,24 \times 10^{-2} \text{ kg/m}$

4- $a_0 = 4 \text{ m/s}^2$ ، $v_e = 4,3 \text{ m/s}$

5- $a_0 = 8 \text{ m/s}^2$ ، $v_e = 7 \text{ m/s}$

التمرين 03 قبل فتح المظلة :

1- $\frac{dv}{dt} + \frac{k_1}{m}v = g - \frac{F_A}{m}$
$v = -\frac{m}{k_1}a + \frac{1}{k_1}(P - F_A)$
من الشكل $y = \alpha x + b$
$\alpha < 0$
إذن البيان يتوافق مع حركة المظلي

2- الثابت المميز للحركة (τ).

3- $a_0 = g$
وبالتالي الرافعة مهملة أمام ثقل المظلي.

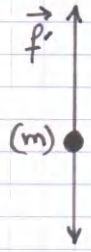
4- تناسب قوة الاحتكاك مع السرعة يجعل شدتها تزداد بازدياد السرعة وبالتالي بعد فترة زمنية يصبح :
$P = F_A + f$ ، وبذلك تصبح السرعة ثابتة ($a_0 = 0$)

5- $\frac{k_1}{m}v_e = g$
$k_1 = 14 \text{ kg.s}^{-1}$
$\tau = 5 \text{ s}$

6- $f = k_1 v_e = 700 \text{ N}$
$f = P = 700 \text{ N}$

بعد فتح المظلة :

-1



-2 $P - f = m a_0$

$f = 3500\,N$

-3 $k_2 = \frac{f}{v} = 70\ kg/s$

$k_2 v = mg \rightarrow k_2 = \frac{mg}{v}$

$k_2 = 70\ kg/s$

التمرين 04

(I)

-1 $\frac{dv}{dt} - g = 0$

-2 $v = gt$

$z = \frac{1}{2} g t^2$

$z = k t^2$

-3 $k = \frac{z}{t^2} = \frac{20}{4} = 5$

$g = 10\,m/s^2$

-4 $h' = h - \frac{1}{2} \times 10 (3)^2$

$h' = 155\ m$

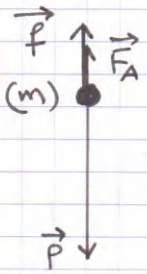
$v = 30\ m/s$

-5 تفتح المظلة $d = 45\ m$

(II)

-1 حصائص $\vec{F_A}$ (أنظر أعلاه)

-2



-3 $F_A = \rho_f V g$

$= 6{,}3 \times 10^{-9}\ N$

$\frac{P}{F_A} = 826$

-4 $\frac{dv}{dt} + \frac{k}{m} v = g - \frac{F_A}{m}$

-5 $a_0 = g$ لأن

$v_e = 32{,}5\ m/s$ لأن

$\frac{k}{m} v_e = g$ لأن

$k = 1{,}6 \times 10^{-7}\ kg/s$

لأن المعادلة التفاضلية، والمماس (t=4s عند لحظة)

$\frac{dv}{dt} = g - \frac{k}{m} \times v$

$a = 10 - \frac{1{,}6 \times 10^{-7}}{5{,}22 \times 10^{-7}} \times 23{,}2$

$a = 2{,}9\ m/s^2$

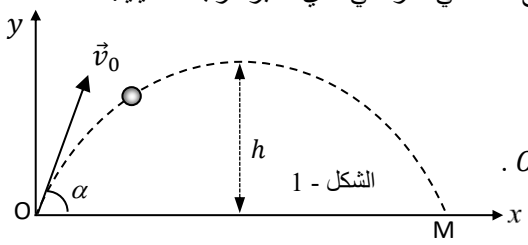
الأستاذ ع. فزوري

تلمسان

04/5/2021

التمرين 01

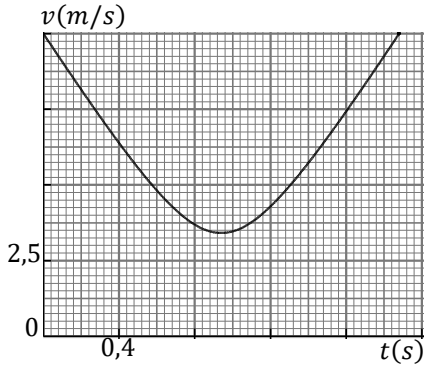
نقذف جسما صلبا كتلته m بسرعة ابتدائية $\vec{v}_0$ من النقطة O عند اللحظة $t = 0$ كما هو مبين على الشكل - 1 . نعتبر الجسم نقطة مادية .
نعتبر الجسم نقطة مادية . ينتمي مسار الجسم للمستوي Oxy . ندرس حركته بالنسبة للمرجع السطحي الأرضي الذي نعتبر مرجعا غاليليا.
نهمل كل من مقاومة الهواء ودافعة أرخميدس.
يمثل الشكل – 2 تغيرات قيمة سرعة القذيفة بدلالة الزمن بين الوضعين (O) و (M) .



الشكل - 1

1 - مثل القوى الخارجية المؤثرة على الجسم الصلب .

2 - بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، جدْ إحداثي شعاع تسارع الجسم على المحورين Ox و Oy .
3 - جدْ من البيان : طويلة $\vec{v}_0$.
4 – احسب قيمة الزاوية α التي قذف بها الجسم .
5 - مثل كل من $v_x(t)$ و $v_y(t)$ في المجال الزمني $[0 \ , \ 1{,}88 \ s]$.
6 - استنتج من المنحنيين كل من المسافة الأفقية OM وترتيب الذروة h .
7 – نعيد قذف الجسم من النقطة O بنفس السرعة السابقة ، حيث يصنع شعاعها مع المحور Ox الزاوية β . كم يجب أن تكون قيمة الزاوية β لكي نحصل على نفس المسافة OM السابقة .

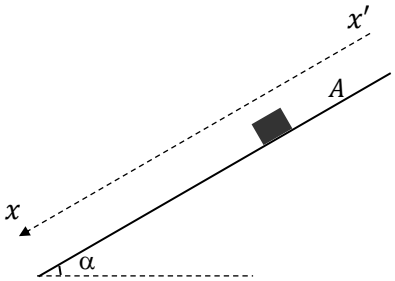


الشكل - 2

$g = 10 \ m/s^2$

التمرين 02

نترك جسما كتلته $m = 100 \ g$ ، نعتبره نقطة مادية ينزل من السكون من النقطة A التي نعتبرها مبدأ للمحور $x'x$.
نعتبر قوة الاحتكاك ثابتة شدّتها f .
نريد في هذه التجربة تحديد شدة f وشدة التسارع الأرضي g .
بعد أن يقطع الجسم المسافة $d = 1m$ نسجّل سرعته . نكرّر التجربة بمختلف الزوايا α .
1 – بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، جدْ تسارع الجسم بدلالة m ، g ، α ، f .



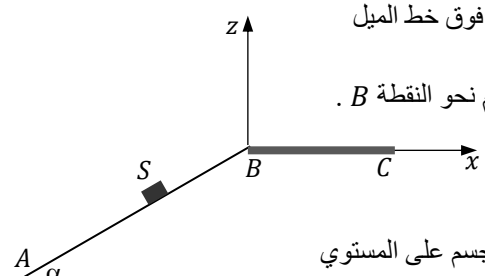
α (°)	10	15	25	30	45
$sin\alpha$					
$v(m/s)$	1,21	1,78	2,54	2,83	3,50
$v^2(m^2/s^2)$					

2 – أتمم الجدول وارسم $v^2 = f(sin\alpha)$.
3 – اعتمادا على البيان جدْ :
أ / شدّة التسارع الأرضي .
ب / شدّة قوة الاحتكاك .

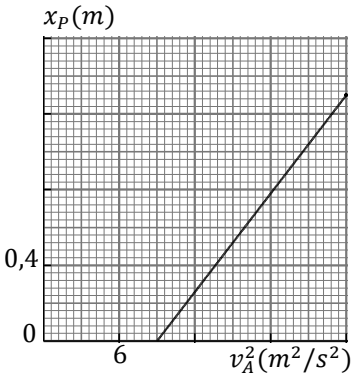
4 – ما هي الزاوية الحدية التي من أجلها لا ينزل الجسم ؟

التمرين 03

جسم S نعتبره نقطة مادية كتلته $m = 100 \ g$ ، يمكنه الحركة فوق خط الميل الأعظم للمستوي المائل بالزاوية α .
نُعطى للجسم سرعة $\vec{v}_A$ من النقطة A موازية لخط الميل الأعظم نحو النقطة B .



نضع على المستوي الأفقي BC ورقا كربونيا ، بحيث لما يقع الجسم على المستوي يترك أثرا أسود ، ممّا يسمح لنا تحديد فاصلة سقوطه x_P في المعلم Bxz .
كرّرْنا العملية عدّة مرات بتغيير طويلة السرعة $\vec{v}_A$ ، ومثّلنا البيان $x_P = f(v_A^2)$.
يخضع الجسم أثناء حركته لقوّة احتكاك معاكسة لشعاع السرعة وطويلتها ثابتة (f) .



1 – بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في مرجع سطحي أرضي ، نعتبره غاليليا ، بيّن أن المعادلة التفاضلية للسرعة تُكتب بالشكل : $\frac{dv}{dt} + g \ sin\alpha + \frac{f}{m} = 0$.
2 – بعد النقطة B يخضع الجسم فقط لثقله . عبّر عن الفاصلة x_P بدلالة v_B ، α ، g في المعلم Bxz .
3 – اعتمادا على البيان ، احسب تسارع الجسم بين A و B .
4 – احسب قيمة f .
5 – ما هو أعلى ارتفاع عن B يصله الجسم من أجل $v_A = 3{,}71 \ m/s$ ؟ $AB = 75 \ cm$ ، $g = 10 \ m/s^2$

التمرين 01

1- القوة الوحيدة هي ثقل الجسم

2- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في مرجع سطحي أرضي، نعتبره غاليليا:

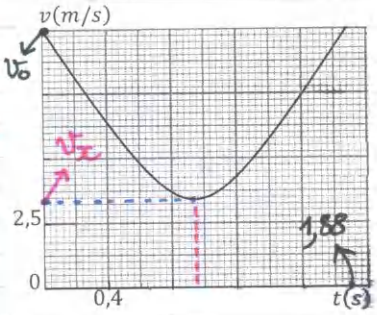
$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$

$\vec{P} = m\vec{a}$ ، $m\vec{g} = m\vec{a}$

$\vec{a} = \vec{g}$ وبالتالي

$\vec{a}\ (0 ; -g)$: إحداثيا التسارع

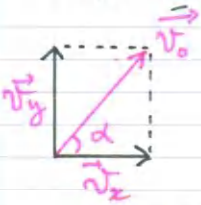
3- عند $t=0$ من البيان:



$v_0 = 10\ m/s$

4- أصغر قيمة لسرعة الجسم تكون عند الذروة، حيث $v = v_x$ ، أي $v_y = 0$

ولدينا $\vec{v_0}\ (v_0\cos\alpha\ ,\ v_0\sin\alpha)$



من البيان $v_x = 3,4\ m/s$

$v_0\cos\alpha = 3,4$

$\cos\alpha = \frac{3,4}{10} = 0,340$

$\alpha = 70°$

5-

$v_x = 3,4\ m/s$

$v_y = -gt + v_0\sin\alpha$

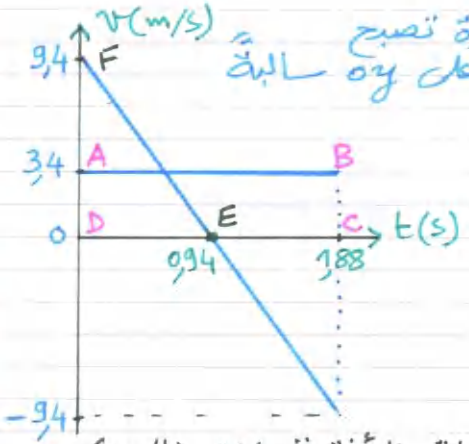
$= -10t + 9,4$

المطلوب هو تمثيل السرعتين من O إلى M

لأن المدة بين O و M هي 1,88 s (من البيان)

v_x : مستقيم أفقي

v_y : مستقيم ميله $(-g)$ ويتغير من $v_y = 9,4\ m/s$ إلى $v_y = -9,4\ m/s$



• بعد الذروة تصبح السرعة على oy سالبة

6- المسافة الأفقية OM (المدى) تمثل مساحة المستطيل ABCD

$OM = 3,4 \times 1,88 = 6,40 m$

ترتيب الذروة: أي المسافة التي يقطعها الجسم من O إلى غاية الذروة.

تمثل هذه المسافة مساحة المثلث FED

$h = \frac{0,94 \times 9,4}{2} \simeq 4,42\ m$

7- لدينا المعادلتان الزمنيتان على ox و oy

$\begin{cases} x = v_0\cos\alpha \cdot t & ---- (1) \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + v_0\sin\alpha\, t & --- (2) \end{cases}$

نجد معادلة المسار:

من (1) $t = \frac{x}{v_0\cos\alpha}$

نعوض في (2)

$y = -\frac{1}{2}g\left(\frac{x}{v_0\cos\alpha}\right)^2 + v_0\sin\alpha\,\frac{x}{v_0\cos\alpha}$

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

لكي نجد الفاصلة x_M نضع $y=0$

$-\frac{g}{2v_0^2\cos^2\alpha}x^2 + \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}\cdot x = 0$

مرفوض $x=0$

$x = \frac{2v_0^2\cos\alpha\sin\alpha}{g}$

ولدينا: $2\cos\alpha\sin\alpha = \sin 2\alpha$

وبالتالي $x_M = \frac{v_0^2\sin 2\alpha}{g}$

www.guezouri.org

من أجل الزاوية α : $x_M = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$

من أجل الزاوية β :

$x'_M = \frac{v_0^2 \sin 2\beta}{g}$

نضع $x_M = x'_M$ (نفس المدى)

إذن $\frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\beta}{g}$

$\sin 2\alpha = \sin 2\beta$

$2\alpha = 2\beta + 2k\pi$

$2\alpha = \pi - 2\beta + 2k\pi$

$k=0$ لأن α و β في الربع الأول

الحل الأول : $\alpha = \beta$: حل بديهي

الحل الثاني :

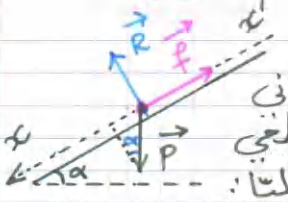
$2\alpha + 2\beta = \pi$

$\alpha + \beta = \frac{\pi}{2} = 90°$

وبالتالي $\beta = 90 - 70 = 20°$

أي : ← زاويتان مجموعهما $90°$ تواقمانه نفس المدى بنفس السرعة الابتدائية (أقصد نفس طويلة السرعة)

التمرين 02



1- بتطبيقه القانون الثاني لنيوتن في مرجع سطحي أرضي، باعتباره غاليليا:

$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$

$\vec{P} + \vec{R} + \vec{f} = m\vec{a}$

بالاسقاط على المحور $x'x$:

$P\sin\alpha - f = ma$

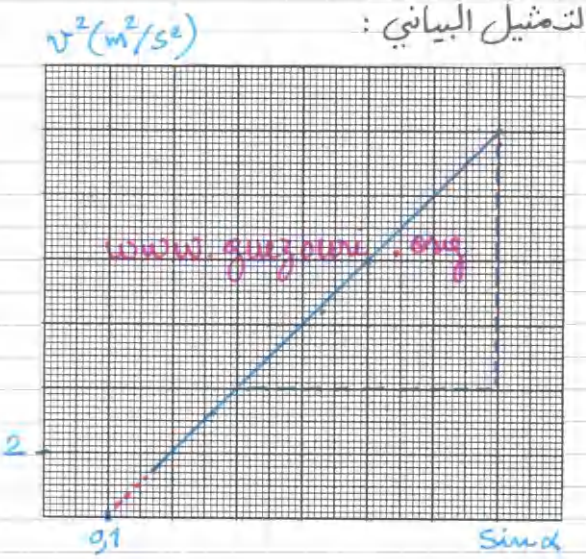
$a = g\sin\alpha - \frac{f}{m}$ ... (1)

ملاحظة : عند تطبيقه القانون الثاني لنيوتن يجب تمثيل القوى، ولو لم يُطلب منك ذلك ؛ لأن في البال تعطى علامة على تمثيل القوى.

2- اتمام املاء الجدول :

$\sin\alpha$	0,174	0,259	0,423	0,500	0,707
$v^2 (m^2/s^2)$	1,5	3,2	6,4	8,0	12,2

التمثيل البياني :



3- $\mathcal{P}$ البيان مستقيم معادلته من الشكل

$v^2 = p.\sin\alpha + b$ ...(2)

حيث p : الميل

العلاقة التي تجمع بين v^2 و $\sin\alpha$:

من العلاقة (1): نلاحظ أن التسارع a ثابت ؛ أي f ، m ، α ، g كلها ثوابت ؛ وبالتالي :

$v^2 - v_0^2 = 2a \times d$ $\quad (d = 1m)$

$v^2 = 2\left(g\sin\alpha - \frac{f}{m}\right)$

$v^2 = 2g.\sin\alpha - \frac{2f}{m}$ ... (3)

بمطابقة (1) و (2) نكتب :

$p = 2g = \frac{8}{0,4} = 20$

وبالتالي : $g = 10\ m/s^2$

ب\ لحساب f نحدّد نقطة على البيان مثلا $v^2 = 3,2\ m^2/s^2$ و $\sin\alpha = 0,259$

ونعوّض في العلاقة (3)

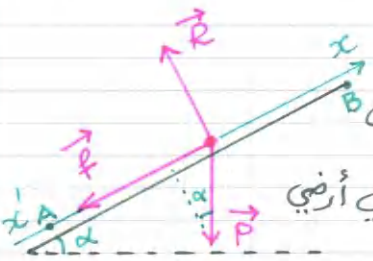
$3,2 = 20 \times 0,259 - \frac{f}{0,1}$

$f = 0,1N$

ملاحظة : يمكن أن تأخذ أي نقطة من البيان، سواء كانت في الجدول أو غير موجودة في الجدول.

4- الجسم لا ينزل معناه $v = 0$
وبتمديد البيان نجد الزاوية α' الموافقة حيث $\sin\alpha' = 0,1$
وبالتالي : $\alpha' \simeq 5,7°$
أو نقول : لكي لا ينزل الجسم على المستوي المائل يجب أن يكون
$f \geq P\sin\alpha'$
أي $\sin\alpha' \leq \frac{0,1}{0,1\times 10}$
$\sin\alpha' \leq 0,1$
$\alpha' \leq 5,7°$

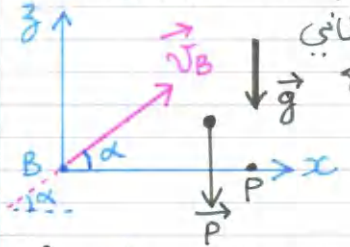
التمرين 03



1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في مرجع سطحي أرضي نعتبره غاليليا

$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$
$\vec{P} + \vec{R} + \vec{f} = m\vec{a}$
بالاسقاط على المحور الموجه في جهة الحركة والموازي لخط الميل الأعظم للمستوي المائل :
$-P\sin\alpha - f = ma$
$\frac{dv}{dt} + g\sin\alpha + \frac{f}{m} = 0$

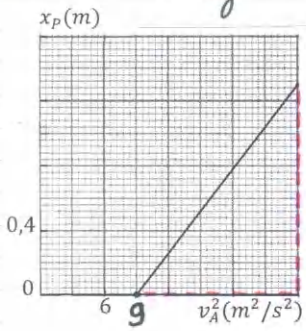
2- لكي نجد فاصلة المدى x_p، ندرس حركة الجسم بعد النقطة B.



بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في مرجع سطحي أرضي نعتبره غاليليا :
$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$
$\vec{P} = m\vec{a}$
وبالتالي $\vec{a} = \vec{g}$
إحداثيا $\vec{a}$ في المعلم Bxz هما
$\vec{a}\ (0\ ;\ -g)$
إحداثيا شعاع السرعة $\vec{v}_B$
$\vec{v}_B\ (v_0\cos\alpha\ ;\ v_0\sin\alpha)$ هما

وبالتالي :
$\begin{cases} x = v_B\cos\alpha \cdot t & ...(1) \\ z = -\frac{1}{2}gt^2 + v_B\sin\alpha\, t & ...(2) \end{cases}$
بحذف الزمن بين العلاقتين (1) و(2) :
نجد : $z = \frac{-g}{2v_B^2\cos^2\alpha}\cdot x^2 + \tan\alpha \cdot x$
لكي نجد x_p نضع $z = 0$
ونجد $x = 0$ مرفوضة (بديهيا)
$x_p = \frac{v_B^2\sin 2\alpha}{g}$ ...(3)

3- الحركة على المستوي المائل متغيرة بانتظام ؛ لأن التسارع ثابت ، إذن :
$v_B^2 - v_A^2 = 2a \times (AB)$
نعوض في العلاقة (3) :
$x_p = \frac{\sin 2\alpha}{g}(v_A^2 + 2a\,AB)$
(4)... $x_p = \frac{\sin 2\alpha}{g}\cdot v_A^2 + \frac{2a(AB)\cdot\sin 2\alpha}{g}$



العلاقة البيانية
$x_p = \eta v_A^2 + b$
η : الميل
لكي نحسب التسارع a، نأخذ من البيان مثلا
$v_A^2 = 9\ m^2/s^2$ ، $x_p = 0$
ونحسب قبل هذا $\sin 2\alpha$
$\eta = \frac{\sin 2\alpha}{g} = \frac{3,25\times 0,4}{2,5\times 6}$
$\frac{\sin 2\alpha}{g} = 0,0866 \rightarrow \sin 2\alpha = 0,866$
نعوض في العلاقة (4)
$0 = 0,0866\times 9 + \frac{2a\times 0,75\times 0,866}{10}$
$a = -6\ m/s^2$

4- حساب f :

لدينا سابقاً

$$a = -g\sin\alpha - \frac{f}{m}$$

$$\frac{f}{m} = -g\sin\alpha - a$$

$$f = m(-g\sin\alpha - a)$$

لدينا :

$$\sin 2\alpha = 0{,}866$$

$$2\alpha = 60°$$

$$\alpha = 30°$$

وبالتالي :

$$f = 0{,}1(-5+6)$$

$$f = 0{,}1\ N$$

5- ترتيب الذروة :

لكي نجد فاصلة الذروة (x_F) نضع

$$\frac{dz}{dx} = 0$$

لدينا $z = \frac{-g}{2v_B^2\cos^2\alpha}\cdot x^2 + \tan\alpha\cdot x$

$$\frac{dz}{dx} = \frac{-g}{v_B^2\cos^2\alpha}\cdot x + \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}$$

$$\frac{-g}{v_B^2\cos^2\alpha}\cdot x = -\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}$$

$$x_F = \frac{v_B^2\sin 2\alpha}{2g}$$

أو اختصاراً :

$$x_F = \frac{x_P}{2}$$

نعوّض الآن x_F في معادلة المسار

$$z_F = \frac{-g}{2v_B^2\cos^2\alpha}\cdot\left(\frac{v_B^2\sin 2\alpha}{2g}\right)^2 + \tan\alpha\left(\frac{v_B^2\sin 2\alpha}{2g}\right)$$

بعد وضع $\sin 2\alpha = 2\sin\alpha\cos\alpha$

وبعد جهد جبيد :

نجد : $z_F = \frac{v_B^2\sin^2\alpha}{2g}$ ... (5)

نحسب v_B^2

$$v_B^2 - v_A^2 = 2a\,(AB)$$

$$v_B^2 = -2\times 6\times 0{,}75 + (3{,}71)^2$$

$$v_B^2 = 4{,}76\ m^2/s^2$$

بالتعويض في العلاقة (5) :

$$z_F = \frac{4{,}76\times(0{,}5)^2}{20}$$

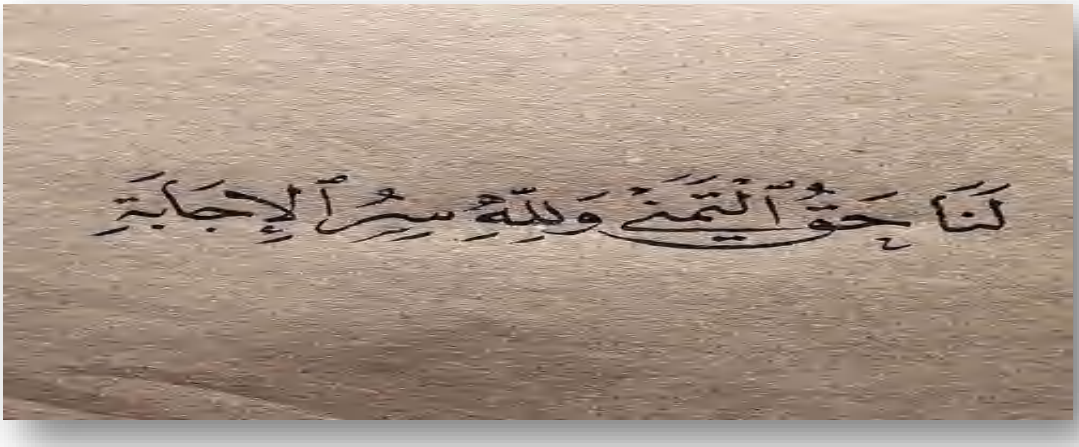
$$z_F = 0{,}06\ m$$

الأستاذ عبد القادر قزوري
ـ تلمسان ـ

تعبُ المُراجعةِ أفضَلُ مِنْ ألمِ السُّقُوطْ

بالتوفيق و النجاح لجُموع التلاميذ الشُّرفاء

صناعة الطريق الذهبي نحو بكالوريا 2021



https://www.facebook.com/okba.bac.2010