

تصحيح الامتحان الوطني للباكالوريا الدورة العادية 2022  
مادة الفيزياء والكيمياء-مسلك العلوم الرياضية أ و ب  
[www.svt-assilah.com](http://www.svt-assilah.com)

تمرين 1: الكيمياء (7نقط)

الجزء I: دراسة بعض تفاعلات حمض الساليسليك

1-دراسة محلول مائي لحمض الساليسليك

1.1.1. تعريف نسبة التقدم النهائي:

نسبة التقدم النهائي هو نسبة التقدم النهائي على التقدم الأقصى، يمثل نسبة الجزئيات تتفاعل في تفاعل كيميائي.

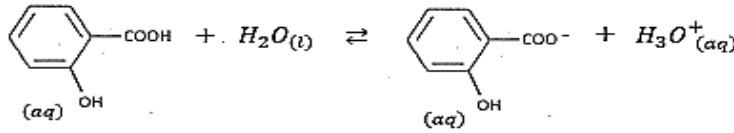
2.1.1. لنبين ان التفاعل الحمض مع الماء محدود.

لدينا:  $\tau = \frac{x_{\text{éq}}}{x_{\text{max}}}$  مع:  $x_{\text{max}} = C \cdot V$  و  $x_{\text{éq}} = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot V$

$$\tau = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \cdot V}{C \cdot V} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{C} \Leftrightarrow \tau = \frac{10^{-\text{pH}}}{C} \xrightarrow{\text{A.N}} \tau = \frac{10^{-1,8}}{0,25} = 0,063 \Rightarrow \tau = 6,3\%$$

$\tau < 1$ : نستنتج ان التفاعل محدود.

معادلة التفاعل:



2.1. تحديد  $\alpha(\text{AH})$ :

الجدول الوصفي:

تقدم التفاعل	$\text{AH}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons \text{A}^{-}_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^{+}_{(\text{aq})}$
$x = 0$	$C \cdot V$ بوفرة -- 0 0
$x$	$C \cdot V - x$ بوفرة -- $x$ $x$
$x = x_{\text{éq}}$	$C \cdot V - x_{\text{éq}}$ بوفرة -- $x_{\text{éq}}$ $x_{\text{éq}}$

$$\alpha(\text{AH}) = \frac{n_f(\text{AH})}{n_0(\text{AH})} = \frac{C \cdot V - x_{\text{éq}}}{C \cdot V} = 1 - \frac{x_{\text{éq}}}{C \cdot V}$$

$$x_{\text{éq}} = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot V = 10^{-\text{pH}} \cdot V$$

$$\alpha(\text{AH}) = 1 - \frac{10^{-\text{pH}} \cdot V}{C \cdot V} = 1 - \frac{10^{-\text{pH}}}{C}$$

$$\alpha(\text{AH}) = 1 - \frac{10^{-\text{pH}} \cdot V}{C \cdot V} = 1 - \frac{10^{-1,8}}{0,25} = 0,9366 \Rightarrow \alpha(\text{AH}) = 93,66 \%$$

$$\alpha(\text{A}^{-}) = 6,34 \%$$

لدينا: إذن النوع الحمضي AH هو المهيمن.

3.1. التحقق من قيمة  $\text{pK}_A$ :

$$K_A = \frac{[\text{A}^{-}]_{\text{éq}}[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{[\text{AH}]_{\text{éq}}}$$

$$[\text{A}^{-}]_{\text{éq}} = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} = \frac{x_{\text{éq}}}{V} ; [\text{AH}]_{\text{éq}} = \frac{C \cdot V - x_{\text{éq}}}{V} = C - \frac{x_{\text{éq}}}{V} = C - [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}$$

$$\text{pK}_A = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}^2}{C - [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}} = \frac{10^{-2\text{pH}}}{C - 10^{-\text{pH}}}$$

$$pK_A = -\log \frac{10^{-2pH}}{C - 10^{-pH}} \Rightarrow pK_A = -\log \left( \frac{10^{-2 \times 1,8}}{0,25 - 10^{-1,8}} \right) = 2,969 \Rightarrow pK_A \approx 3$$

2. معايرة محلول حمض الساليسليك

1.2. معادلة تفاعل المعايرة:



2.2. حساب ثابتة التوازن K:

$$K = \frac{[A^-]_{\text{éq}} \cdot [H_3O^+]_{\text{éq}}}{[AH]_{\text{éq}} \cdot [HO^-]_{\text{éq}}} \cdot \frac{1}{[H_3O^+]_{\text{éq}} \cdot [HO^-]_{\text{éq}}} = \frac{[A^-]_{\text{éq}} [H_3O^+]_{\text{éq}}}{[AH]_{\text{éq}}}$$

$$K = \frac{K_A}{K_e} \Rightarrow K = \frac{10^{-pK_A}}{K_e} \xrightarrow{\text{ع.ت}} K = \frac{10^{-3}}{10^{-14}} \Rightarrow K = 1,0 \cdot 10^{11}$$

3.2. التحقق من إشارة البطاقة:

$$C_A \cdot V_A = C_B \cdot V_{BE} \Rightarrow C_A = \frac{C_B \cdot V_{BE}}{V_A} \Leftrightarrow C_A = \frac{0,12 \times 9,0}{15,0} = 7,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\begin{cases} C_0 = 10C_A \\ C_0 = \frac{m}{M \cdot V} \end{cases} \Leftrightarrow 10C_A = \frac{m}{M \cdot V} \Leftrightarrow m = 10C_A \cdot M \cdot V$$

$$m = 10 \times 7,2 \cdot 10^{-2} \times 138 \times 50 \cdot 10^{-3} = 4,968 \text{ g}$$

$$m \approx 5 \text{ g}$$

إذن إشارة البطاقة تحققت.

1.4.2. ألتحقق من التركيز المولي ل  $(Na^+_{(aq)} + A^-_{(aq)})$ :

عند التكافؤ لدينا الاختفاء الكلي للحمض AH:

حالة المجموعة	$AH_{(aq)}$	$HO^-_{(aq)}$	$\rightleftharpoons$	$A^-_{(aq)}$	$H_2O_{(l)}$
الحالة البدئية	$C_A \cdot V_A$	$C_B \cdot V_{BE}$	--	0	وفير
الحالة الوسيطة	$C_A \cdot V_A - x$	$C_B \cdot V_{BE} - x$	--	x	وفير
حالة التكافؤ	$C_A \cdot V_A - x_E$	$C_B \cdot V_{BE} - x_E$	--	$x_E$	وفير

$$C_A \cdot V_A - x_E = 0 \quad \text{و} \quad C_B \cdot V_{BE} - x_E = 0 \Rightarrow C_A \cdot V_A = C_B \cdot V_{BE} = x_E$$

$$[A^-]_{\text{éq}} = \frac{x_E}{V_A + V_{BE}} = \frac{C_B \cdot V_{BE}}{V_A + V_{BE}} \xrightarrow{\text{ع.ت}} [A^-]_{\text{éq}} = [Na^+]_{\text{éq}} = \frac{0,12 \times 9,0}{15 + 9} = 4,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

2.2.2. تحديد pH المحلول:

$$K_A = \frac{[A^-]_{\text{éq}} [H_3O^+]_{\text{éq}}}{[AH]_{\text{éq}}}$$

$$[AH]_{\text{éq}} = [HO^-]_{\text{éq}}$$

عند التكافؤ لدينا:

$$K_A = \frac{[A^-]_{\text{éq}} \cdot [H_3O^+]_{\text{éq}}}{[HO^-]_{\text{éq}}} \cdot \frac{[H_3O^+]_{\text{éq}}}{[H_3O^+]_{\text{éq}}} = \frac{[A^-]_{\text{éq}} \cdot [H_3O^+]^2_{\text{éq}}}{K_e}$$

$$[H_3O^+]^2_{\text{éq}} = \frac{K_A \cdot K_e}{[A^-]_{\text{éq}}} \Rightarrow [H_3O^+]_{\text{éq}} = \sqrt{\frac{K_A \cdot K_e}{[A^-]_{\text{éq}}}}$$

$$pH = -\log \sqrt{\frac{K_A \cdot K_e}{[A^-]_{\text{éq}}}} = -\frac{1}{2} [\log K_A + \log K_e - \log [A^-]_{\text{éq}}]$$

$$pH = \frac{1}{2}(pK_A + pK_e + \log[A^-]_{\text{éq}})$$

$$pH = \frac{1}{2}[3 + 14 + \log(4,5 \cdot 10^{-2})] \Leftrightarrow pH \approx 7,8$$

3.4.2. الكاشف الملون المناسب بهذه المعاييرة:

أحمر الفينول هو الكاشف الملون المناسب لهذه المعاييرة، لأن  $pH_E$  تنتمي لمنطقة انعطافه:

$$6,8 \leq pH_E = 7,8 \leq 8,4.$$

الجزء II : التحليل الكهربائي

1. معادلة التفاعل على مستوى الأنود حيث تحدث أكسدة لفلز الكاديوم:



2. تعبير الكتلة m :

$Cd^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftharpoons Cd_{(s)}$	$n(e^-)$
$n_i(Cd)$	$n(e^-) = 0$
$n_i(Cd) - x$	$n(e^-) = 2x$

$$\begin{cases} n(e^-) = 2x \\ n(e^-) = \frac{I \cdot \Delta t}{F} \end{cases} \Rightarrow \frac{I \cdot \Delta t}{F} = 2x \Rightarrow x = \frac{I \cdot \Delta t}{2F}$$

$$\begin{cases} n(Cd) = \frac{m}{M(Cd)} \\ n(Cd) = x \end{cases} \Rightarrow \frac{m}{M(Cd)} = x \Rightarrow m = M(Cd) \cdot x \Leftrightarrow m = \frac{I \cdot \Delta t \cdot M(Cd)}{2F}$$

- حساب m :

$$m = \frac{2,50 \times 30 \times 60 \times 112,4}{2 \times 9,65 \cdot 10^4} \Leftrightarrow m = 2,62 \text{ g}$$

3. حساب السمك e :

$$\begin{cases} m' = \rho \cdot V \\ V = L \cdot \ell \cdot e \end{cases} \Rightarrow m' = \rho \cdot L \cdot \ell \cdot e$$

$$m' = \frac{m}{2} \Rightarrow m = 2m' \Rightarrow m = 2\rho \cdot L \cdot \ell \cdot e$$

$$e = \frac{m}{2\rho \cdot L \cdot \ell} \xrightarrow{AN} e = \frac{2,62 \text{ g}}{2 \times 8,7 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \times 10 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}} = 1,67 \cdot 10^{-3} \text{ cm}$$

$$e = 16,7 \cdot 10^{-6} \text{ m} \Leftrightarrow e = 16,7 \mu\text{m}$$

[www.svt-assilah.com](http://www.svt-assilah.com)

الفيزياء

تمرين 2: انتشار موجة ميكانيكية (2 نقط)

1- عدد الإثباتات الصحيحة : 0

جميع الإثباتات خاطئة.

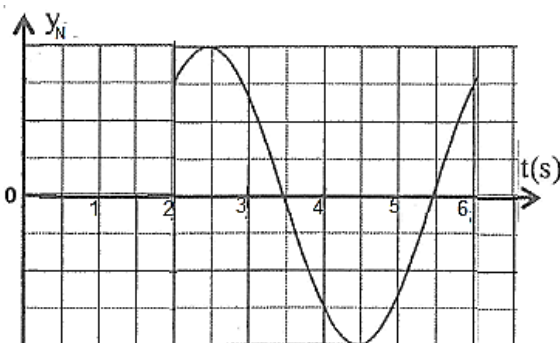
2. تحديد سرعة الانتشار v :

الدور T يحدد انطلاقا من الشكل 2:  $T = 2 \text{ s}$

طول الموجة :  $\lambda = d = 20 \text{ m}$

$$v = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow v = \frac{20}{4} \Leftrightarrow v = 5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

3. تمثيل شكل استطالة  $y_N(t)$  في المجال  $0 \leq t \leq 6 \text{ s}$  :



$$y_N(t) = y_M(t - \tau)$$

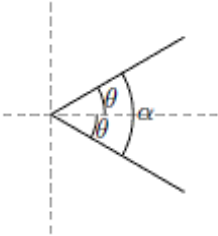
النقطة N تعيد نفس حركة M بعد تأخر زمني  $\tau = \frac{MN}{v}$

$$\tau = \frac{10}{2} = 2s \quad \text{ت.ع. :}$$

4. تحديد الزاوية  $\alpha$  :

لدينا:  $\alpha = 2\theta$  مع الانحراف الزاوي  $\theta = \frac{\lambda}{a} = \frac{d}{a}$

$$\alpha = 2 \frac{d}{a} \Rightarrow \alpha = 2 \times \frac{20}{20} \Rightarrow \alpha = 2 \text{ rad}$$

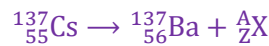


التمرين 3: النشاط الإشعاعي للـ  $^{137}\text{Cs}$ :

1. عدد الإثباتات الصحيحة: 1

أ- جميع النوى المشعة غير مستقرة.

2. معادلة التفتت للـ  $^{137}\text{Cs}$ :



قانونا صودي للانحفاظ:

$$\begin{cases} 137 = 137 + A \\ 55 = 56 + Z \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 0 \\ Z = -1 \end{cases} \Leftrightarrow ^A_Z\text{X} = ^0_{-1}\text{e}$$

نوع النشاط الإشعاعي:  $\beta^-$

معادلة التفتت تكتب:



1.3 حساب  $|\Delta E|$  الطاقة المحررة من طرف مجموعة النوى:

ليكن  $E_{\text{lib}}$  الطاقة المحررة من طرف نواة واحدة من السيزيوم  $^{137}$  حيث:

$$|\Delta E| = N \cdot E_{\text{lib}}$$

$$a = \lambda \cdot N \Rightarrow a = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \cdot N \Rightarrow N = \frac{a \cdot t_{1/2}}{\ln 2}$$

$$|\Delta E| = \frac{a \cdot t_{1/2}}{\ln 2} \cdot E_{\text{lib}}$$

$$E_{\text{lib}} = [m(^{137}_{56}\text{Ba}) + m(^0_{-1}\text{e}) - m(^{137}_{55}\text{Cs})] \cdot c^2$$

$$E_{\text{lib}} = [136,87511 + 0,00055 - 136,87692] \times 931,5 \text{ MeV} \cdot c^{-2} \cdot c^2$$

$$E_{\text{lib}} = 1,17369 \text{ MeV}$$

$$|\Delta E| = \frac{200 \times 30 \times 365,25 \times 24 \times 3600}{\ln 2} \times 1,17369 \Leftrightarrow |\Delta E| \approx 3,2 \cdot 10^{11} \text{ MeV}$$

2.3 تحديد اللحظة  $t_1$  :

لدينا:

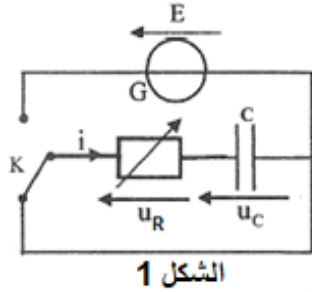
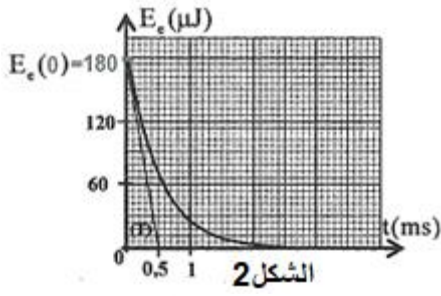
$$\frac{a}{m} = 500 \text{ Bq/kg} \Rightarrow a = 500 \text{ Bq/kg} \times m \Rightarrow a = 500 \text{ Bq/kg} \times 0,2 = 100 \text{ Bq}$$

$$= a_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t_1} \Rightarrow e^{-\lambda \cdot t_1} = \frac{a}{a_0} \Rightarrow e^{\lambda \cdot t_1} = \frac{a_0}{a} \Rightarrow \lambda \cdot t_1 = \ln(a_0/a) \Rightarrow t_1 = \frac{\ln(a_0/a)}{\ln(2)} \cdot t_{1/2}$$

$$t_1 = \frac{\ln(200/100)}{\ln(2)} \cdot 30 \Leftrightarrow t_1 = 30 \text{ ans}$$

ملحوظة:

حسب تعريف عمر النصف لدينا عند  $a = \frac{a_0}{2}$  يكون:  $t_1 = t_{1/2} = 30 \text{ ans}$



تمرين 4: الكهرباء

تجربة 1: تفريغ مكثف

1.1. المعادلة التفاضلية التي يحققها  $u_C(t)$  :

حسب قانون إضافية التوترات:  $u_R + u_C = E \Leftrightarrow R_1 \cdot i + u_C = 0$

$$i = \frac{dq}{dt} = C \frac{du_C}{dt}$$

$$R_1 \cdot C \frac{du_C}{dt} + u_C = 0$$

$$\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{R_1 \cdot C} u_C = 0$$

2.1. تحديد تعبير الثابت  $k$  و  $\tau$  :

حل المعادلة التفاضلية:  $u_C(t) = k \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \Rightarrow \frac{du_C}{dt} = -\frac{k}{\tau} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$

$$-\frac{k}{\tau} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{1}{R_1 \cdot C} \cdot k \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} = 0 \Leftrightarrow k \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \left( \frac{1}{R_1 \cdot C} - \frac{1}{\tau} \right) = 0 \Rightarrow \frac{1}{R_1 \cdot C} - \frac{1}{\tau} = 0$$

$$\tau = R_1 \cdot C$$

حسب الشروط البدئية عند  $t_0 = 0$  ، لدينا:  $u_C(0) = E$

$$\begin{cases} u_C(0) = E \\ u_C(t) = k \cdot e^0 \end{cases} \Leftrightarrow k = E$$

حل المعادلة التفاضلية يكتب:  $u_C(t) = E \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$

3.1. لنبين  $t = \frac{\tau}{2}$  :

$$E_e = \frac{1}{2} C \cdot u_C^2 = \frac{1}{2} C \cdot \left( E \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \right)^2 = \frac{1}{2} C \cdot E^2 \cdot e^{-\frac{2t}{\tau}}$$

$$\frac{dE_e}{dt} = \frac{1}{2} C \cdot E^2 \left( -\frac{2}{\tau} \right) \cdot e^{-\frac{2t}{\tau}} = -\frac{C \cdot E^2}{\tau} \cdot e^{-\frac{2t}{\tau}}$$

معادلة مماس المنحنى  $E_e(t)$  عند  $t_0 = 0$

$$y = \frac{dE_e}{dt} \Big|_{t=0} (t - 0) + E_e(0)$$

$$y = -\frac{C \cdot E^2}{\tau} \cdot e^{-0} \cdot t + \frac{1}{2} C \cdot E^2 \cdot e^0 \Rightarrow y = \frac{1}{2} C \cdot E^2 \left( 1 - \frac{2}{\tau} \cdot t \right)$$

المماس يقطع محور الأفاسيل نكتب:  $y = 0 \Leftrightarrow 1 - \frac{2}{\tau} \cdot t \Leftrightarrow \frac{2}{\tau} \cdot t = 1$

$$t = \frac{\tau}{2}$$

1.4. قيمة كل من  $E$  و  $C$  :

لدينا:  $\tau = R_1 \cdot C$  مع  $t = \frac{\tau}{2}$

$$R_1 \cdot C = 2t \Rightarrow C = \frac{2t}{R_1}$$

حسب الشكل 2 لدينا:  $t = 0,5 \text{ ms}$  ت.ع:  $C = \frac{2 \times 0,5 \cdot 10^{-3}}{100} = 10^{-5} \text{ F}$

$$E_e(0) = \frac{1}{2} C \cdot E^2 \cdot e^0 = \frac{1}{2} C \cdot E^2 \Rightarrow E = \sqrt{\frac{2E_e(0)}{C}}$$

$$E = \sqrt{\frac{2 \times 180 \cdot 10^{-6}}{10 \cdot 10^{-6}}} \Leftrightarrow E = 6 \text{ V} \quad \text{ت.ع.} \quad E_e(0) = 180 \mu\text{J} \quad \text{حسب الشكل 2 لدينا:}$$

1.5. الطاقة المبذولة بمفعول جول:

$$|E_j| = |E_e(0,9\tau) - E_e(0)| = E_e(0) - E_e(0,9\tau)$$

$$|E_j| = \frac{1}{2} C \cdot E^2 - \frac{1}{2} C \cdot E^2 \cdot e^{-\frac{2 \times 0,9\tau}{\tau}} = \frac{1}{2} C \cdot E^2 (1 - e^{-1,8})$$

$$|E_j| = \frac{1}{2} \times 10 \times 6^2 \times (1 - e^{-1,8}) \Leftrightarrow |E_j| = 150,25 \mu\text{J}$$

التجربة 2: التذبذبات القسرية في دائرة RLC :

1.2. التركيب التجريبي الذي يمكن من معاينة  $u(t)$  و  $u_{R_2}(t)$  :

انظر الشكل 3 جانبه.

2.2.أ. تحديد التردد N :

$$T = 0,5 \text{ ms} \cdot \text{div}^{-1} \times 8 \text{ div} = 4 \text{ ms}$$

$$N = \frac{1}{T} \xrightarrow{\text{A.N}} N = \frac{1}{4 \cdot 10^{-3}} \Leftrightarrow N = 250 \text{ Hz}$$

2.2.ب. تحديد الممانعة Z :

$$\begin{cases} U_m = Z \cdot I_m \\ U_{R_2 m} = R_2 \cdot I_m \end{cases} \Rightarrow \frac{Z \cdot I_m}{R_2 \cdot I_m} = \frac{U_m}{U_{R_2 m}} \Leftrightarrow Z = \frac{U_m}{U_{R_2 m}} \cdot R_2$$

$$\begin{cases} U_m = 2 \text{ V} \cdot \text{div}^{-1} \times 4 \text{ div} = 8 \text{ V} \\ U_{R_2 m} = 2 \text{ V} \cdot \text{div}^{-1} \times 2 \text{ div} = 4 \text{ V} \end{cases} \xrightarrow{\text{ت.ع.}} Z = \frac{8}{4} \times 20 \Leftrightarrow Z = 40 \Omega$$

2.2.ج. تحديد  $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$  :

حسب الشكل 4 لدينا  $u(t)$  على تقدم في الطور بالنسبة ل  $u_{R_2}(t)$  وبالتالي  $\Delta\varphi < 0$ .

$$\Delta\varphi = -\frac{2\pi \cdot \tau}{T}$$

$$\tau = T = 0,5 \text{ ms} \cdot \text{div}^{-1} \times 1 \text{ div} = 0,5 \text{ ms}$$

$$\Delta\varphi = -\frac{2\pi \times 0,5 \text{ ms}}{4 \text{ ms}} \Leftrightarrow \Delta\varphi = -\frac{\pi}{4}$$

3.2. القدرة الكهربائية المتوسطة المستهلكة:

$$P_{\text{moy}} = U \cdot I \cdot \cos\varphi = \frac{U_m}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cdot \cos\varphi = \frac{U_m \cdot I_m}{2} \cdot \cos\varphi$$

$$U_{R_2 m} = R_2 \cdot I_m \Rightarrow I_m = \frac{U_{R_2 m}}{R_2}$$

$$P_{\text{moy}} = \frac{U_m \cdot U_{R_2 m}}{2R_2} \cdot \cos\varphi \xrightarrow{\text{A.N}} P_{\text{moy}} = \frac{8 \times 4}{2 \times 20} \cos\left(-\frac{\pi}{4}\right) \Leftrightarrow P_{\text{moy}} = 0,566 \text{ W}$$

[www.svt-assilah.com](http://www.svt-assilah.com)

تجربة 3: إزالة التضمين

1.3. شرح دور التركيب:

حذف الموجة الحاملة للحصول على الإشارة المضمنة المزاحة.

2.3. هل التركيب يلعب دور إزالة التضمين جيداً؟ علل جوابك :

لنحصل على إزالة تضمين جيد يجب أن يكون:

$$T_P \ll \tau = R_2 \cdot C < T_S \Leftrightarrow \frac{1}{N_P} \ll R_2 \cdot C < \frac{1}{N_S}$$

$$T_P = \frac{1}{N_P} = \frac{1}{160 \times 10^3} = 6,25 \cdot 10^{-6} \text{ F} = 6,25 \mu\text{s}$$

$$T_S = \frac{1}{N_S} = \frac{1}{10 \times 10^3} = 10^{-4} \text{ F} = 100 \mu\text{s}$$

$$\tau = R_2 \cdot C = 2000 \times 10 \cdot 10^{-6} = 2 \cdot 10^{-2} = 20000 \mu\text{s}$$

نلاحظ أن:  $\tau > T_S$  إذن قيم  $R_2$  و  $C$  لا يمكنان من إزالة تضمين جيد.

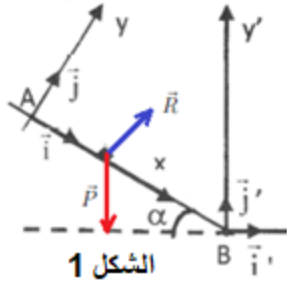
تمرين 5: الميكانيك

الجزء I : حركة لعبة على مسار

1. الجزء AB

1.1 حساب المدة  $t_{AB}$  :

الجسم (S) يخضع لقوتين:  $\vec{P}$  الوزن و  $\vec{R}$  تأثير المستوى المائل (الاحتكاكات مهمة) تطبيق القانون الثاني لنيوتن:



$$\sum \vec{F}_{ex} = m \cdot \vec{a}_G \Leftrightarrow \vec{P} + \vec{R} = m \cdot \vec{a}_G$$

الاسقاط على المحور  $(A, \vec{i})$  :

$$P_x + R_x = m \cdot a_x$$

$$m \cdot g \sin \alpha + 0 = m \cdot a$$

$$a_1 = g \sin \alpha$$

حركة G مستقيمة متغيرة بانتظام، معادلتها الزمنية تكتب:

$$x(t) = \frac{1}{2} a_1 \cdot t^2 + \underbrace{v_0}_{=0} \cdot t + \underbrace{x_0}_{=0} \Rightarrow x = \frac{1}{2} g \cdot \sin \alpha \cdot t^2$$

النقطة B لدينا:

$$t_B = \sqrt{\frac{2AB}{g \cdot \sin \alpha}} \xrightarrow{\text{ت.ع.}} t_B = \sqrt{\frac{2 \times 1,6}{10 \times \sin(30^\circ)}} \Leftrightarrow t_B = 0,8 \text{ s}$$

2.1 قيمة السرعة  $v_B$  :

$$v = \frac{dx}{dt} = g \cdot \sin \alpha \cdot t$$

عند النقطة B, لدينا:  $v_B = g \cdot \sin \alpha \cdot t_B \Rightarrow v_B = 4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  ت.ع.

2. الجزء BC

- حساب شدة القوة  $\vec{f}$  :

تطبيق القانون الثاني لنيوتن:

$$\vec{P} + \vec{R} = m \cdot \vec{a}_G \Leftrightarrow \vec{P} + \vec{f} + \vec{R}_N = m \cdot \vec{a}_G$$

الاسقاط على المحور  $(B, \vec{i}')$  :

$$P_{x'} + f_{x'} + R_{Nx'} = m \cdot a_{x'}$$

$$-f = m \cdot a_2 \Rightarrow a_2 = -\frac{f}{m}$$

حركة G مستقيمة متغيرة بانتظام، معادلة السرعة تكتب:

$$v = a_1 \cdot t + \underbrace{v_0}_{=v_B}$$

عند النقطة C ، لدينا:  $v_C = 0$  معادلة السرعة تكتب:

$$0 = -\frac{f}{m} \cdot t_C + v_B \Rightarrow \frac{f}{m} \cdot t_C = v_B$$

$$f = \frac{m \cdot v_B}{t_C} \xrightarrow{\text{A.N}} f = \frac{50 \cdot 10^{-3} \times 4}{0,5} \Rightarrow f = 0,4 \text{ N}$$

3- الجزء CD

تطبيق القانون الثاني لنيوتن:  $\vec{P} + \vec{R} = m \cdot \vec{a}_G$

الإسقاط على المحور  $(M, \vec{n})$ :

$$P_n + R_n = m \cdot a_n \Rightarrow m \cdot g \cos \theta - R = m \cdot \frac{v^2}{r} \Leftrightarrow R = m \cdot g \cos \theta - m \cdot \frac{v^2}{r}$$

$$R = m \left( g \cdot \cos \theta - \frac{v^2}{r} \right)$$

$$\frac{v^2}{r} = \frac{(r \cdot \dot{\theta})^2}{r} = r \cdot \dot{\theta}^2$$

$$R = m(g \cdot \cos \theta - r \cdot \dot{\theta}^2)$$

[www.svt-assilah.com](http://www.svt-assilah.com)

2.1.3. تعبير التسارع الزاوي  $\ddot{\theta}$ :

الإسقاط على المحور  $(M, \vec{u})$ :

$$P_t + R_t = m \cdot a_t \Rightarrow m \cdot g \cdot \sin \theta + 0 = m \cdot \frac{dv}{dt} \Leftrightarrow g \cdot \sin \theta = \frac{d(r\dot{\theta})}{dt}$$

$$g \cdot \sin \theta = r \cdot \frac{d\dot{\theta}}{dt} \Leftrightarrow g \cdot \sin \theta = r \cdot \ddot{\theta} \Leftrightarrow \ddot{\theta} = \frac{g}{r} \cdot \sin \theta$$

2.3. استنتاج تعبير R بدلالة m ; g و  $\theta$ :

لدينا:  $\dot{\theta} = \sqrt{\frac{2g}{r}(1 - \cos \theta)}$  نعوض في تعبير R نحصل على:

$$R = m \left[ g \cdot \cos \theta - r \cdot \left( \sqrt{\frac{2g}{r}(1 - \cos \theta)} \right)^2 \right] = m \left[ g \cdot \cos \theta - r \cdot \frac{2g}{r}(1 - \cos \theta) \right]$$

$$R = m(g \cdot \cos \theta - 2g + 2g \cos \theta) \Leftrightarrow R = mg(3 \cos \theta - 2)$$

3.3. قيمة الزاوية  $\theta$  التي من أجلها (S) يغادر  $\widehat{CD}$ :

عندما يغادر (S) المسار  $\widehat{CD}$  يكون  $R = 0$ :

$$mg(3 \cos \theta - 2) = 0$$

$$3 \cos \theta - 2 = 0 \Leftrightarrow \cos \theta = \frac{2}{3} \Leftrightarrow \theta = \cos^{-1} \left( \frac{2}{3} \right) \Leftrightarrow \theta = 48,2^\circ$$

الجزء II : وضع قمر اصطناعي في مداره حول الأرض

1. مرحلة انطلاق المركبة الفضائية:

تطبيق القانون الثاني لنيوتن:  $\vec{P} + \vec{R} = m \cdot \vec{a}_G$



الإسقاط على  $(O; \vec{k})$  :

$$P_z + F_z = M \cdot a \Leftrightarrow F - P = M \cdot a \Leftrightarrow a = \frac{F - M \cdot g_0}{M} \Leftrightarrow a = \frac{F}{M} - g_0$$

الحركة مستقيمة متغيرة بانتظام، معادلتها الحركية تكتب:

$$z(t) = \frac{1}{2} a \cdot t^2 + \underbrace{v_0}_{=0} \cdot t + \underbrace{z_0}_{=0} \Rightarrow z(t) = \frac{1}{2} \left( \frac{F}{M} - g_0 \right) t^2$$

$$d = z(t_1) = \frac{1}{2} \left( \frac{F}{M} - g_0 \right) t_1^2$$

$$d = \frac{1}{2} \times \left( \frac{1,16 \cdot 10^7}{7,3 \cdot 10^5} - 9,8 \right) \times 6^2 \Leftrightarrow d = 109,6 \text{ m}$$

2- مرحلة وضع القمر الاصطناعي في مداره السفلي

1.2. تعبير السرعة  $v_S$  للقمر الاصطناعي:

تطبيق القانون الثاني لنيوتن:  $\vec{F}_{T/S} = M \cdot \vec{a}$

الإسقاط في أساس فرييني على المحور  $(S, \vec{n})$  :  $F_{T/S} = M \cdot a_n$

$$F_{T/S} = G \cdot \frac{M_T \cdot M}{d_1^2} \text{ et } a_n = \frac{v_S^2}{d_1}$$

$$G \cdot \frac{M_T \cdot M}{d_1^2} = M \cdot \frac{v_S^2}{d_1} \Leftrightarrow v_S^2 = \frac{G \cdot M_T}{d_1} \Leftrightarrow v_S = \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{d_1}}$$

- حساب  $v_S$  :

$$v_S = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \times 6,0 \cdot 10^{24}}{6580 \cdot 10^3}} = 7798,76 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \Leftrightarrow v_S \approx 7,8 \cdot 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

2.2. تحديد المدة  $T_S$  :

لدينا:  $v_S = r \cdot \omega$  مع:  $r = d_1$  و  $\omega = \frac{2\pi}{T_S}$

$$v_S = d_1 \cdot \frac{2\pi}{T_S} \Leftrightarrow T_S = \frac{2\pi d_1}{v_S} \Leftrightarrow T_S = 2\pi d_1 \cdot \sqrt{\frac{d_1}{G \cdot M_T}} \Leftrightarrow T_S = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{d_1^3}{G \cdot M_T}}$$

$$T_S^2 = 4\pi^2 \cdot \frac{d_1^3}{G \cdot M_T} \Leftrightarrow \frac{T_S^2}{d_1^3} = \frac{4\pi^2}{G \cdot M_T} = \text{Cte}$$

وهو ما يترجم القانون الثالث لكيبلر.

3. مرحلة نقل القمر الاصطناعي الساكن بالنسبة للأرض

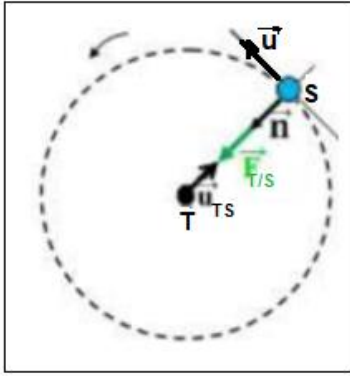
1.3. النقطة حيث تكون السرعة دنوية:

حسب القانون الثاني لكيبلر (قانون المساحات):

تكسح القطعة التي تربط مركز الأرض بمركز القمر الاصطناعي أثناء مرورها من  $A' \leftarrow A$  ومن  $B' \leftarrow B$  مساحات متقايسة في مدد زمنية متساوية:  $BB' < AA'$  إذن  $v_B < v_A$  .

يعني ان القمر الاصطناعي يدور بسرعة أكبر كلما اقترب من الأرض والعكس صحيح.

نستنتج أن السرعة بالقرب من B تكون دنوية.



### 1.2.3. لتبين تعبير h :

حسب القانون الثالث لكيبلر:

$$\frac{T^2}{(R_T + h)^3} = \frac{4\pi^2}{G \cdot M_T} \Leftrightarrow \frac{(R_T + h)^3}{T^2} = \frac{G \cdot M_T}{4\pi^2} \Leftrightarrow (R_T + h)^3 = \frac{G \cdot M_T}{4\pi^2} \cdot T^2$$

$$R_T + h = \sqrt[3]{\frac{T^2 \cdot G \cdot M_T}{4\pi^2}} \Leftrightarrow h = \sqrt[3]{\frac{T^2 \cdot G \cdot M_T}{4\pi^2}} - R_T$$

2.2.3. حساب سرعة القمر الاصطناعي الساكن بالنسبة للأرض:

حسب السؤال 1.2. لدينا:  $v_s = \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{d_1}}$  مع  $d_1 = R_T + h$

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{R_T + h}} = \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{R_T + \sqrt[3]{\frac{T^2 \cdot G \cdot M_T}{4\pi^2}} - R_T}} = \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{\sqrt[3]{\frac{T^2 \cdot G \cdot M_T}{4\pi^2}}}}$$

$$v = \sqrt{\left(\frac{4\pi^2 \cdot G^3 \cdot M_T^3}{T^2 \cdot G \cdot M_T}\right)^{\frac{1}{3}}} = \sqrt{\left[\left(\frac{2\pi G \cdot M_T}{T}\right)^2\right]^{\frac{1}{3}}}$$

$$v = \sqrt[3]{\frac{2\pi G \cdot M_T}{T}}$$

$$v = \sqrt[3]{\frac{2\pi \times 6,67 \cdot 10^{-11} \times 6,0 \cdot 10^{24}}{23,9345 \times 3600}} = 3078,77 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \Leftrightarrow v = 3,1,10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$