

عند اللحظة  $t=0$  تم خلط  $0,20mol$  من الحمض و  $0,20mol$  من الكحول . ننجز هذا التفاعل بوجود حمض الكبريتيك وبواسطة التسخين بالارتداد .  
 1 - أكتب المعادلة الكيميائية لتفاعل الأسترة .  
 2 - نعرف التقدم  $x$  للتفاعل بكمية مادة الأستر المتكون خلال الزمن . أتمم الجدول الوصفي للتفاعل :

معادلة التفاعل				التقدم	الحالة	
<i>acide</i>	+	<i>alcool</i>	$\rightarrow$			<i>ester</i>
كميات المادة						
0,20		0,20		0		0
				$x$		
				$x_{eq}$		

3 - احسب التقدم الأقصى لتفاعل الأسترة إذا افترضنا ان التفاعل كلي .

4 تعطي التجربة التقدم عند التوازن للإستر -  $x_{eq} = 0,13mol$  .

- 4 - 1 أتمم الجدول الوصفي للتفاعل  
 4 - 2 احسب مردود هذا التحول  
 4 - 3 ما هو تعليقك على هذه القيمة ؟  
 5 - نعوض الكحول  $R_1-CHOH-R_2$  بـ  $R'-CH_2-OH$   
 5 - 1 أعط الصيغة نصف المنشورة للإستر الناتج وحدد صنف الكحول المستعمل  
 5 - 2 علما أن مردود هذا التحول الجديد هو 60% ، احسب القيمة الجديدة للتقدم عند التوازن  
 5 - 3 استنتج قيمة ثابتة التوازن باستعمال هذ الكحول الجديد

### 1- التمرين الأول :

1- في الجزء  $AB$  يخضع الجسم لوزنه  $\vec{P}$  ولتأثير سطح التماس  $\vec{R}$  مائلة في عكس منحنى الحركة بزواوية  $\varphi$  لأن التماس يتم باحتكاك . بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية عليه بين  $A$  و  $B$  :

$$\Delta E_C = \sum W_{\vec{F}_{A>B}}$$

$$E_{c_A} = 0 \quad E_{c_B} \quad E_{c_A} = W_{\vec{P}_{A>B}} + W_{\vec{R}_{A>B}}$$

$$E_{c_B} = W_{\vec{P}_{A>B}} + W_{\vec{R}_{A>B}}$$

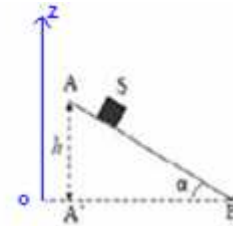
$$W_{\vec{R}_{A>B}} = E_{c_B} - W_{\vec{P}_{A>B}}$$

$$W_{\vec{R}_{A>B}} = E_{c_B} - mg(z_A - z_B)$$

$$AB = \frac{h}{\sin \alpha} = \frac{1m}{0,5} = 2m$$

$$z_B = h$$

$$z_A = 0$$



$$W_{\vec{R}_{A>B}} = E_{c_B} - mgh = 1 - 0,5 \cdot (10) \cdot 1 = -4J$$

$$W_{\vec{R}_{A>B}} = \vec{R} \cdot \vec{AB} = (\vec{R}_T + \vec{R}_N) \cdot \vec{AB} = \vec{R}_T \cdot \vec{AB} + \vec{R}_N \cdot \vec{AB} = 0 + \vec{R}_T \cdot \vec{AB} = \vec{R}_T \cdot \vec{AB} = R_T \cdot AB$$

ولدينا :  $R_T \cdot AB$

نعلم أن  $R_T$  هي قوة الاحتكاك ونرمز إليها بـ  $f$  .

$$W_{\vec{R}_{A>B}} = -f \cdot AB \quad \text{إذن :}$$

$$f = \frac{-WR}{AB} = \frac{-(-4J)}{2} = 2N \quad \text{ومنه ، شدة قوة الاحتكاك:}$$

\*\*\*\*\*

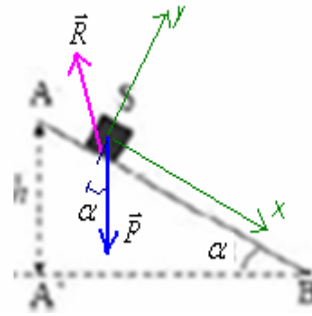
2- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الجسم S بين A و B .

$$\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{a}_G$$

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

$$\vec{R} \begin{cases} R_x = -f \\ R_y = +R_N \end{cases}$$

$$\vec{P} \begin{cases} P_x = +P \cdot \sin \alpha \\ P_y = -P \cdot \cos \alpha \end{cases}$$



بالإسقاط على المحور ox :  $P \cdot \sin \alpha - f = m \cdot a$

تسارع الجسم  $a_x = a$  لأن الحركة تتم وفق المحور ox (أي  $a_y = 0$ ) .

$$a = g \sin \alpha - \frac{f}{m} = 10 \cdot (0,5) - \frac{2}{0,5} = 5 - 4 = 1 \text{ m/s}^2 \quad \text{ومنه :}$$

\*\*\*\*\*

3- باعتبار A أصلا للأفاصل ولحظة تسجيلها أصلا للتواريخ .

$$x = \frac{1}{2} a t^2 = 0,5 t^2 \quad \text{المعادلة الزمنية للحركة :}$$

\*\*\*\*\*

-1-4 -4

$$v_B = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{cB}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot (1)}{0,5}} = \sqrt{4} = 2 \text{ m/s} \quad \leftarrow \quad E_{cB} = \frac{1}{2} m \cdot v_B^2$$

$$v_D = \frac{v_B}{2} = \frac{2}{2} = 1 \text{ m/s}$$

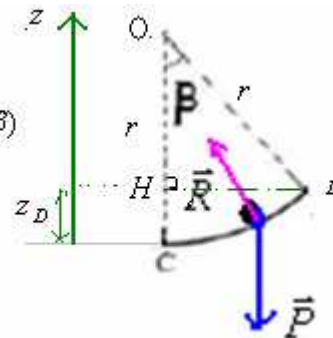
بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية عليه بين B و C :

$$\Delta E_C = \Sigma W \vec{F}_{C \rightarrow D}$$

$$z_C = 0$$

$$z_D = r - OH = r - r \cos \beta = r(1 - \cos \beta)$$

$$OC = r$$



$$\Delta E_C = W \vec{P}_{C \rightarrow D} + W \vec{R}_{C \rightarrow D}$$

$$W \vec{R}_{C \rightarrow D} = 0$$

$$E_{cD} - E_{cC} = W \vec{P}_{C \rightarrow D} + 0$$

$$E_{cD} - E_{cC} = mg(z_C - z_D)$$

$$E_{cD} - E_{cC} = mg[0 - r(1 - \cos \beta)]$$

$$E_{cD} - E_{cC} = -mgr(1 - \cos \beta)$$

$$Ec_D - Ec_C = -mgr + mgr \cos \beta$$

$$Ec_D - Ec_C + mgr = mgr \cos \beta$$

$$\cos \beta = \frac{Ec_D - Ec_C}{mgr} + 1$$

$$Ec_C = 1J \quad \text{و} \quad Ec_D = \frac{1}{2} m.v_D^2 + 0,5.(0,5).1^2 = 0,25J \quad \text{لدينا :}$$

$$\beta = 22,3^\circ \leftarrow \cos \beta = \frac{Ec_D - Ec_C}{mgr} + 1 = \frac{0,25 - 1}{0,5.(10).2} + 1 = 0,925$$

\*\*\*\*\*

-2-4

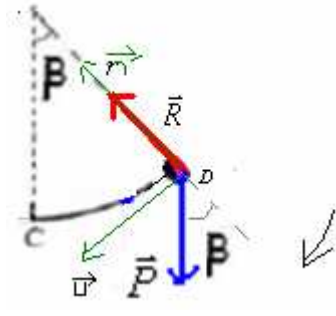
بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الجسم S بين C و D .

$$\Sigma \vec{F} = m.\vec{a}_G$$

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

باعتبار معلم فريني (O, \vec{u}, \vec{n}) في النقطة D وبإسقاط العلاقة السابقة على المنظمي تصبح :

$$-P \cos \beta + R = m.a_n$$



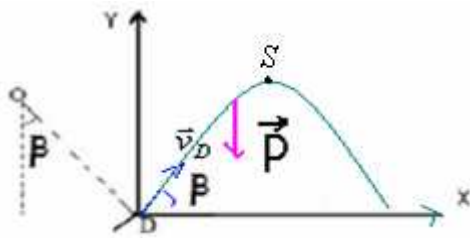
$$\vec{a} \begin{cases} a_t = \frac{dv}{dt} \\ a_n = \frac{v^2}{r} \end{cases} \quad \text{نعلم أن متجهة التسارع في معلم فريني لها مركبتين :}$$

$$-mg \cos \beta + R = m.\frac{v_D^2}{r} \quad \text{العلاقة السابقة تصبح :}$$

$$R = m.\frac{v_D^2}{r} + mg \cos \beta = \frac{0,5.(1)^2}{2} + 0,5.(10).0,925 = 0,25 + 4,625 = 4,875N \quad \text{ومنه :}$$

\*\*\*\*\*

$$\begin{cases} v_{Dx} = v_D \cdot \cos \beta \\ v_{Dy} = v_D \cdot \sin \beta \end{cases} \quad \text{-1-5 -5} \quad \vec{v}_D \text{ تكون زاوية } \beta \text{ مع المحور الأفقي . ولها مركبتين في المعلم } (o, x, y)$$



بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الجسم S بعد مغادرته للسكة .

$$\vec{P} = m.\vec{a}_G$$

بالإسقاط على المحور ox  $a_x = 0 \Leftrightarrow 0 = m.a_x$  الحركة حسب المحور ox مستقيمة منتظمة تتم بسرعة ثابتة  $v_x = v_D \cdot \cos \beta$  معادلتها الزمنية :

$$(1) \quad x = (v_D \cdot \cos \beta).t$$

بالإسقاط على المحور oy  $a_y = -g \Leftrightarrow -P = m.a_y$  الحركة حسب المحور oy مستقيمة متغيرة بانتظام ، دالة السرعة حسب

$$.v_y = -g.t + v_D \sin \beta$$

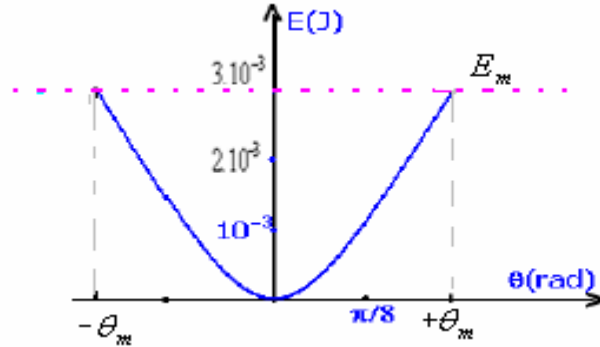


2- باعتبار كحالة مرجعية موضع التوازن ، يكون تعبير الطاقة الميكانيكية للمجموعة كما يلي :

$$E_m = E_C + E_{p_t}$$

$$= \frac{1}{2} J_{\Delta} \cdot \dot{\theta}^2 + \frac{1}{2} C \theta^2$$

3-3-1 من حلال المخطط :  $E_m = 3.10^{-3} J$



$$\theta_m = \frac{\pi}{4} \quad \text{-2-3}$$

3-3 لدينا :

$$C = \frac{2.E_m}{\theta_m^2} = \frac{2.(3.10^{-3})}{(\frac{\pi}{4})^2} = \frac{16.(2).3.10^{-3}}{10} = 9,6.10^{-3} N.m/rad \quad \Leftrightarrow \quad E_m = \frac{1}{2} C \theta_m^2$$

4- المعادلة الزمنية لحركة القضيب :

$$\theta = \theta_m \cdot \cos(\omega_o \cdot t + \varphi)$$

ومن خلال الشرط البدئية :  $\omega_o = \sqrt{\frac{C}{J_{\Delta}}} = \sqrt{\frac{9,6.10^{-3}}{4.10^{-4}}} = 4,9 rad$  و :  $\theta_m = \frac{\pi}{4}$

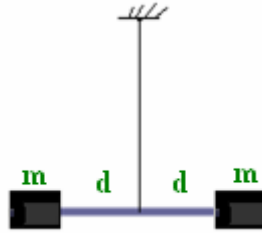
ندبر القضيب AB أفقيا حول المحور ( $\Delta$ ) في المنحنى الموجب بالزاوية  $\theta_m$  انطلاقا من موضع توازنه ، ثم نحرره بدون سرعة بدئية في اللحظة ذات التاريخ  $t=0$ .

$$\cdot \quad \varphi = 0 \quad \Leftrightarrow \quad \cos \varphi = 1 \quad \Leftrightarrow \quad \theta_m = \theta_m \cdot \cos(0 + \varphi)$$

$$\theta = \frac{\pi}{4} \cdot \cos(4,9.t) \quad \text{المعادلة الزمنية لحركة القضيب :}$$

-5

إذا كان القضيب يحمل سحمتين مماثلتين لهما نفس الكتلة .



عزم قصوره :  $J'_\Delta = J_\Delta + 2md^2$  مع :  $J_\Delta$  (2) : عزم القضيب ودوره الخاص :

$$T_o = 2\pi \sqrt{\frac{J_\Delta + 2md^2}{C}}$$

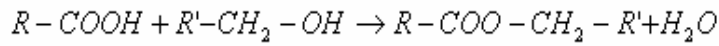
$$T_o = 1,5s \quad \Leftrightarrow \quad 10T_o = 15s$$

$$\frac{CT_o^2}{4\pi^2} - J_\Delta = 2md^2 \quad \Leftrightarrow \quad \frac{T_o^2}{4\pi^2} - \frac{J_\Delta}{C} = \frac{2md^2}{C} \quad \Leftrightarrow \quad \frac{T_o^2}{4\pi^2} = \frac{J_\Delta + 2md^2}{C}$$

$$m = \frac{CT_o^2}{8d^2\pi^2} - \frac{J_\Delta}{2d^2} = 2md^2 = \frac{9,6 \cdot 10^{-3} \cdot (1,5)^2}{8 \cdot (0,5 \cdot 10^{-2})^2 \cdot 10} - \frac{4 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot (0,5 \cdot 10^{-2})^2} = 10,8 - 8 = 2,8kg$$

### تمرين الكيمياء:

-1



-2

acide + alcool → ester + eau				معادلة التفاعل	
كميات المادة				التقدم	الحالة
0,20	0,20	0	0	0	البدئية
0,20-x	0,20-x	x	x	x	خلال التفاعل
0,20-x <sub>eq</sub>	0,20-x <sub>eq</sub>	x <sub>eq</sub>	x <sub>eq</sub>	x <sub>eq</sub>	عند التوازن

$$x_{\max} = 0,20mol \quad -3$$

$$x_{eq} = 0,13 \quad -1-4 \quad -4$$

acide + alcool → ester + eau				معادلة التفاعل	
كميات المادة				التقدم	الحالة
0,20	0,20	0	0	0	البدئية
0,20-x	0,20-x	x	x	x	خلال التفاعل
0,07	0,07	0,13	0,13	0,13	عند التوازن

-2-4 المردود:

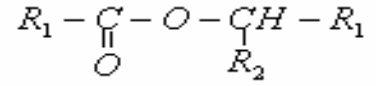
$$r = \frac{x_{\text{exp}}}{x_{\max}} = \frac{0,13}{0,20} = 0,65 = 65\%$$

-3-4 بما ان الكحول المستعمل اولي فإن مردود هذا التفاعل :  $r = 67\%$  وبالتالي التفاعل لا زال لم يصل على حده . أي لا زال في حالة تطور

-5

1-5 - الصيغة النصف منشورة للإستر الناتج .

الكحول المستعمل ثالثي .



-2-5

$$x_f = r \cdot x_{\max} = 0,60 \cdot (0,20) = 0,12 \text{ mol} \Leftarrow \quad r = \frac{x_f}{x_{\max}} = 60\% = 0,60$$

-3-5

تركيب الخليط عند التوازن :  $x_{\max} = 0,20 \text{ mol}$  و  $x_f = 0,12 \text{ mol}$

كميات المادة				معادلة التفاعل				
<i>acide</i>	+	<i>alcool</i>	$\rightarrow$	<i>ester</i>	+	<i>eau</i>	التقدم	الحالة
0,20		0,20		0		0	0	البدئية
0,20-x		0,20-x		x		x	x	خلال التفاعل
0,08		0,08		0,12		0,12	0,12	عند التوازن

$$k = \frac{[ester][eau]}{[acide][alcool]} = \frac{\frac{0,12}{V_s} \cdot \frac{0,12}{V_s}}{\frac{0,08}{V_s} \cdot \frac{0,08}{V_s}} = 2,25$$