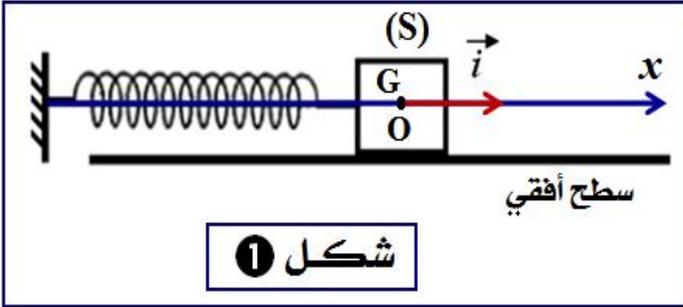


## تمرين 1 :

تستعمل المجموعات الميكانيكية المتذبذبة في عدة مجالات منها المجال التكنولوجي ، حيث تستعمل في السيارات والساعات وألعاب الأطفال وغيرها . من بين هذه المتذبذبات ندرس نواسا مرنا أفقيا مكونا من :

\* جسم صلب (S) كتلته  $m$  يمكنه أن يتحرك بدون احتكاك فوق سطح أفقي .

\* نابض لظاته غير متصل وكتلته مهملة وصلابته  $k$  ، ثبت أحد طرفيه بالجسم (S) . الطرف الثاني للنابض مثبت بحامل (أنظر الشكل - 1) .



عند التوازن يكون النابض غير مشوه وينطبق مركز القصور G للجسم (S) مع الأصل O لمعلم الفضاء  $(O, \vec{i})$  المرتبط بالأرض .

نزيح الجسم (S) عن موضع توازنه في المنحنى الموجب بمسافة  $x_m$  ثم نحرره بدون سرعة بدئية عند اللحظة  $t = 0$  .

### 1 - الدراسة التحريكية :

1-1 - أجد القوى المطبقة على الجسم (S) خلال حركته .

1-2 - بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الجسم (S) ، أوجد المعادلة التفاضلية لحركة G مركز القصور للجسم (S) .

1-3 - أوجد التعبير الحرفي للدور الخاص  $T_0$  للمتذبذب ليكون حل المعادلة التفاضلية هو :  $x(t) = x_m \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t + \varphi\right)$

1-4 - لدراسة تأثير صلابته النابض  $k$  على قيمة الدور الخاص  $T_0$  لحركة المتذبذب ، نقوم بتغيير النابض ونحدد قيمة  $T_0$  في كل حالة . مكنت النتائج التجريبية المحصلة

من تمثيل تغيرات  $T_0^2$  بدلالة  $\frac{1}{k}$  . (أنظر الشكل - 2) .

حدد قيمة الكتلة  $m$  للجسم الصلب (S) . نأخذ :  $\pi^2 = 10$  .

### 2 - الدراسة الطاقية :

نعتبر طاقتي الوضع المرنة والثقلية للمجموعة المتذبذبة منعدمتان عند موضع توازن الجسم (S) .

1-2 - أكتب تعبير الطاقة الميكانيكية  $E_m$  لهذه المجموعة بدلالة  $x$  و  $\dot{x}$  و  $m$  و  $k$  .

استنتج من جديد المعادلة التفاضلية لحركة المتذبذب .

2-2 - بين أن تعبير  $E_m$  يكتب على الشكل التالي :

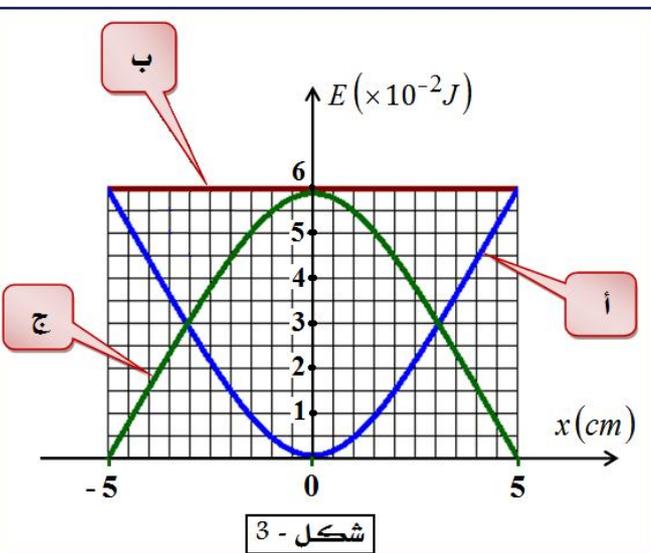
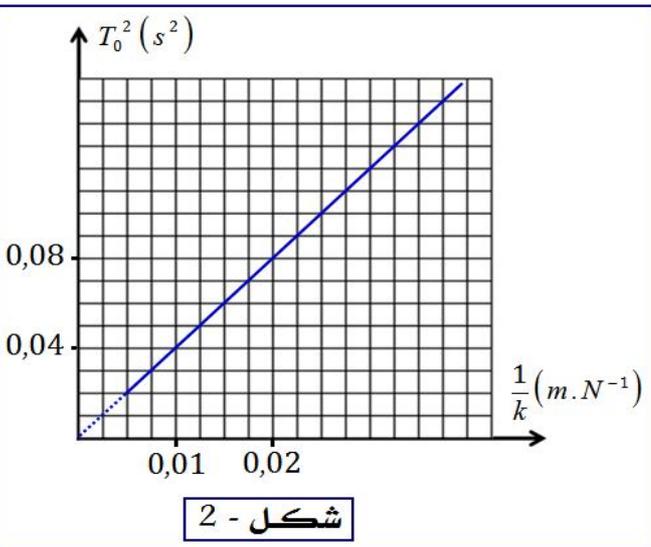
$$E_m = \frac{1}{2} k \cdot x_m^2$$

حيث  $k$  صلابته النابض و  $x_m$  وسع التذبذبات .

2-3 - يمثل الشكل (3) مخطط كل من الطاقة الحركية  $E_C$  وطاقة الوضع المرنة  $E_P$  والطاقة الميكانيكية  $E_m$  للمجموعة المتذبذبة .

أ - حدد معللا جوابك ، المنحنى الموافق لكل طاقة .

ب - استنتج الصلابته  $k$  للنابض المستعمل في هذه الحالة .



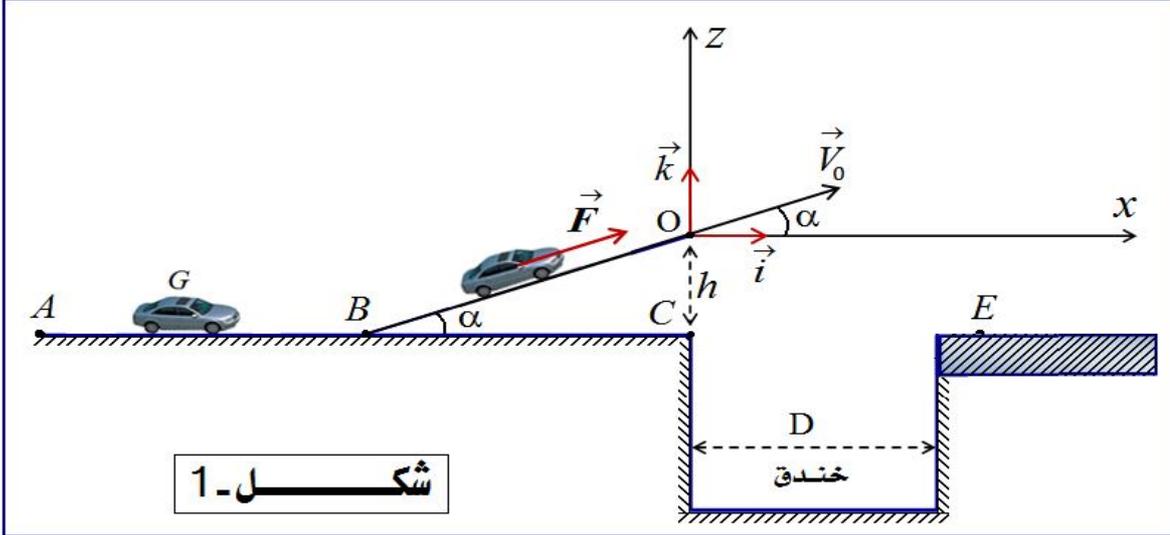
## تمرين 2:

يعتبر القفز على الخنادق أو الحواجز بواسطة السيارات أو الدراجات النارية أحد التحديات التي يواجهها المجازفون .  
يهدف هذا التمرين إلى التعرف على بعض الشروط التي يجب توفرها لتحقيق هذا التحدي .

يتكون مدار للمجازفة من قطعة  $AB$  مستقيمة ومن قطعة  $BO$  مائلة بزاوية  $\alpha$  بالنسبة للمستوى الأفقي  $AC$  وخندق عرضه  $D$  ( أنظر الشكل - 1 )

ننمذج { السائق + السيارة } بمجموعة  $(S)$  غير قابلة للتشويه كتلتها  $m$  ومركز قصورها  $G$  .

ندرس حركة مركز القصور  $G$  في معلم أرضي نعتبره غاليليا ، ونهمل تأثير الهواء على المجموعة  $(S)$  وأبعادها بالنسبة للمسافات المقطوعة .



شكل - 1

المعطيات : كتلة المجموعة  $(S)$  :  $m = 1200 \text{ kg}$  ، الزاوية  $\alpha = 10^\circ$  ، شدة الثقالة :  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$  .

### 1 - دراسة الحركة المستقيمة للمجموعة $(S)$ :

تمر المجموعة  $(S)$  عند اللحظة  $t_0 = 0$  من النقطة  $A$  ذات الأفصول المنعدم  $(x_A = 0)$  بسرعة بدئية  $V_A$  غير منعدمة ، وعند اللحظة  $t_1 = 9,45 \text{ s}$  تمر من النقطة  $B$  ذات الأفصول  $x_B = AB$  بسرعة  $V_B$  .

معادلة السرعة  $V$  لحركة  $G$  تكتب على الشكل التالي :  $V = 2t + 10$  ، حيث  $V$  بالوحدة  $\text{m.s}^{-1}$  و  $t$  بالثانية (s) .

1-1 - ما طبيعة حركة  $G$  على القطعة  $AB$  ؟ علل جوابك .

1-2 - حدد قيمة التسارع  $a$  لحركة  $G$  وقيمتي السرعة  $V_A$  و  $V_B$  .

1-3 - أحسب المسافة  $AB$  .

1-4 - تخضع المجموعة  $(S)$  على القطعة  $BO$  لقوة الدفع  $\vec{F}$  للمحرك لها نفس منحنى حركة المجموعة وقوة

احتكاك  $f$  شدتها  $f = 500 \text{ N}$  ومنحاهما معاكس لمنحنى الحركة . نعتبر القوتين ثابتتين وموازيين للقطعة  $BO$  .

أوجد ، بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، الشدة  $F$  لقوة الدفع لكي تبقى المجموعة نفس قيمة التسارع  $a$  لحركتها على القطعة  $AB$  .

### 2 - دراسة حركة المجموعة $(S)$ في مجال الثقالة المنتظم :

تصل المجموعة  $(S)$  إلى النقطة  $O$  بسرعة  $\vec{V}_0$  قيمتها  $V_0 = 30 \text{ m.s}^{-1}$  وتتابع حركتها لتسقط في النقطة  $E$  التي تبعد عن النقطة  $C$  بالمسافة  $CE = 43 \text{ m}$  . نأخذ لحظة بدايتها تجاوز المجموعة  $(S)$  للخندق أصلا جديدا لمعلم الزمن حيث

يكون  $G$  منطبقا مع  $O$  أصل المعلم  $(O, \vec{i}, \vec{k})$  أنظر الشكل (1) .

1-2 - أكتب المعادلتين الزميتين  $x(t)$  و  $z(t)$  لحركة  $G$  في المعلم  $(O, \vec{i}, \vec{k})$  .

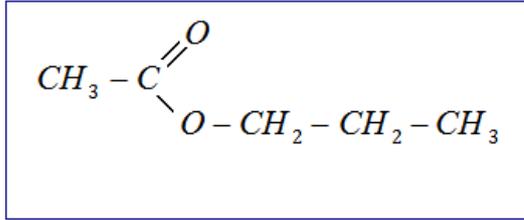
2-2 - استنتج معادلة المسار  $z = f(x)$  .

2-3 - حدد إحداثيتي النقطة  $F$  قيمة المسار .

2-4 - حدد الارتفاع  $h$  بين النقطتين  $C$  و  $O$  .

### تمرين 3 :

يحتوي العديد من الفواكه على إسترات ذات نكهة متميزة ، فمثلا نكهة الإجاص تعزى إلى أسيتات البروبيل ، وهو إستر ذو الصيغة نصف المنشورة التالية :



1 - نحصل على  $m = 102 g$  من إستر (E) مصنع مماثل للإستر الطبيعي المستخرج من الإجاص بواسطة التسخين بالإرتداد لخليط مكون من  $1,5 mol$  من حمض الإيثانويك (A) و  $1,5 mol$  من كحول (B) إسمه بروبان-1- أول ، بوجود حمض الكبريتيك المركز .

1 - 1 - باعتماد طريقة تسمية الإسترات ، اعط إسم آخر لأسيتات البروبيل .

1 - 2 - عين الصيغة نصف المنشورة لكل من الحمض الإيثانويك (A) والكحول (B) ، محددا صنف هذا الأخير .

1 - 3 - أكتب معادلتا تفاعل هذه الأسترة باستعمال الصيغ نصف المنشورة .

1 - 4 - اعتمادا على الجدول الوصفي لتفاعل الأسترة ، أوجد :

أ - التقدم النهائي للتفاعل .

ب - ثابتة التوازن  $K$  المقرونة بمعادلتا تفاعل هذه الأسترة .

ج - المردود  $r$  لهذا التفاعل .

1 - 5 - فيما يلي بعض الإقتراحات لتحسين مردود التفاعل :

أ - إنجاز التحول نفسه ، انطلاقا من خليط مكون من  $1,5 mol$  من حمض الإيثانويك (A) و  $2,4 mol$  من الكحول (B) .

ب - إضافة حمض الكبريتيك المركز .

ج - إنجاز التجربة الممثلة في الشكل (1) أسفله .

د - إنجاز التجربة الممثلة في الشكل (2) أسفله .

هـ - تعويض حمض الإيثانويك (A) بأندريد الإيثانويك .

حدد معلا جوابك كل اقتراح صحيح من بين الإقتراحات السابقة .

1 - 6 - أكتب باستعمال الصيغ نصف المنشورة ، معادلتا تفاعل الإقتراح (هـ) ، محددا أسماء المتفاعلات والنواتج . ما الفرق بين هذا التفاعل والتفاعل السابق ؟

2 - يتفاعل أسيتات البروبيل مع محلول الصودا  $(Na^+ + OH^-)$  .

1 - 2 - ما اسم هذا التفاعل ؟ وما هي مميزاته ؟

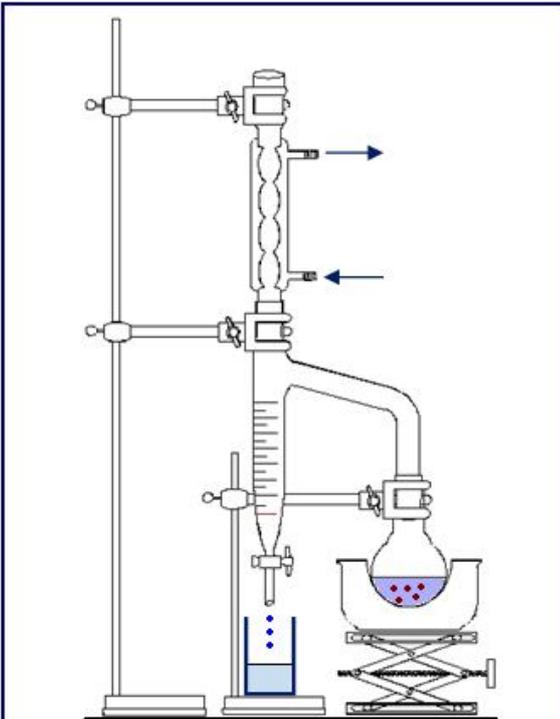
2 - 2 - أكتب معادلتا تفاعل استعمال الصيغ نصف المنشورة ، محددا أسماء المتفاعلات والنواتج .

معطيات :

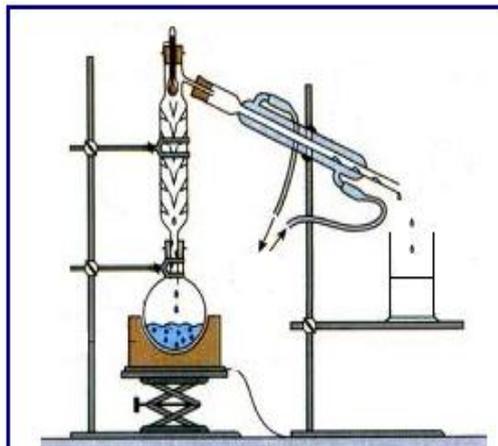
$$M(H) = 1 g \cdot mol^{-1}$$

$$M(C) = 12 g \cdot mol^{-1}$$

$$M(O) = 16 g \cdot mol^{-1}$$

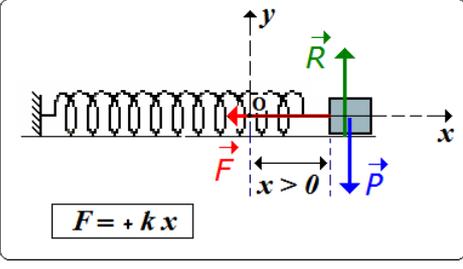


شكل 2 : جهاز دين ستارك (Dean stark) يمكن من إزالة الماء



شكل 1 : عملية تقطير الإستر

**تمرين 1 :**

التنقيط	الإجابة
0,75	<p>(1) 1-1 - القوى المطبقة على الجسم (S) خلال حركته :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- وزن الجسم : <math>\vec{P}</math></li> <li>- تأثير النابض : <math>\vec{F}</math></li> <li>- تأثير السطح الأفقي : <math>\vec{R}</math></li> </ul> 
0,75	<p>2-1 - المعادلة التفاضلية لحركة G مركز القصور للجسم (S) :</p> <p>* بتطبيق القانون الثاني لنيوتن عند لحظة t ، نكتب : <math>\vec{F} + \vec{P} + \vec{R} = m \cdot \vec{a}</math></p> <p>* إسقاط العلاقة على المحور (Ox) :</p> $-F + 0 + 0 = m \cdot a_x = m \ddot{x}$ $\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0 \iff -kx = m \ddot{x} \iff$
0,75	<p>3-1 - لدينا : <math>x = x_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \phi\right) \iff \ddot{x} = -x_m \left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \phi\right)</math></p> <p>نعوض x و <math>\ddot{x}</math> في المعادلة التفاضلية ، فنجد :</p> $-x_m \left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \phi\right) + \frac{k}{m}x_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \phi\right) = 0$ <p>أي : <math>-\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 + \frac{k}{m} = 0</math> ، نستنتج أن : <math>T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}</math></p>
0,75	<p>4-1 - المنحنى <math>T_0^2 = f\left(\frac{1}{k}\right)</math> عبارة عن دالة خطية ، إذن : <math>T_0^2 = a \times \frac{1}{k}</math> حيث a المعامل الموجه للمستقيم :</p> $a = \frac{0,08 - 0,04}{0,02 - 0,01} = 4 \text{ s}^2 \cdot \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$ <p>ولدينا : <math>T_0^2 = \frac{4\pi^2 m}{k} \iff T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}</math></p> <p>نستنتج أن : <math>a = 4\pi^2 m</math> ، <math>m = 100 \text{ g} \iff m = \frac{a}{4\pi^2} = \frac{4}{4 \times 10} = 0,1 \text{ kg}</math></p>
0,75	<p>2</p> <p>1-2 - تعبير الطاقة الميكانيكية : <math>E_m = E_C + E_P \iff E_m = \frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}kx^2</math></p> $E_m = \frac{1}{2}m\left(\dot{x}\right)^2 + \frac{1}{2}kx^2 \iff$ <p>بما أن الاحتكاكات مهملة ، فإن : <math>E_m = cte</math> ، فإن :</p> $\frac{dE_m}{dt} = 0 \iff m \cdot \left(\ddot{x}\right) + kx = 0 \iff \frac{1}{2}m \times 2 \times \left(\dot{x}\right) \cdot \left(\ddot{x}\right) + \frac{1}{2}k \times 2x \cdot \left(\dot{x}\right) = 0 \iff$ $\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0 \iff$

0,75	<p>2-2 - تعبير <math>E_m</math> بدلالة <math>k</math> و <math>x_m</math> ،</p> <p>نعوض <math>x = x_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \phi\right)</math> و <math>x = -x_m \times \frac{2\pi}{T_0} \sin\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \phi\right)</math> في تعبير <math>E_m</math> ، فنجد :</p> $E_m = \frac{1}{2} k x_m^2 = cte$
0,75	<p>3-2 - أ - الطاقة الميكانيكية <math>E_m</math> ثابتة <math>\Leftarrow</math> المنحنى (ب)</p> <p>- طاقة الوضع المرنة : <math>E_p = \frac{1}{2} k x^2</math> عبارة عن شلجم يمر من أصل المعلم <math>\Leftarrow</math> المنحنى (أ)</p> <p>- الطاقة الحركية : <math>E_c = \frac{1}{2} m (\dot{x})^2</math> تكون قصوية بالنسبة لـ <math>x = 0</math> <math>\Leftarrow</math> المنحنى (ج)</p>
0,75	<p>ب - لدينا : حسب الشكل (3) : <math>E_m = 6.10^{-2} J</math> و <math>x_m = 5cm</math> ولدينا : <math>E_m = \frac{1}{2} k x_m^2</math></p> <p>إذن : <math>k = \frac{2E_m}{x_m^2}</math> ت.ع. <math>k = \frac{2 \times 0,06}{(0,05)^2} = 48 N.m^{-1}</math></p>

## تمرين 2 :

التنقيط	الإجابة
0,75	<p>(1) 1-1 - معادلت السرعة عبارة عن دالة تألفية <math>V(t) = at + V_{(t=0)}</math> والمسار مستقيمي ، إذن حركة <math>G</math> على القطعة <math>AB</math> مستقيمية متغيرة بانتظام .</p>
0,75	<p>2-1 - حسب معادلت السرعة <math>V = 2t + 10</math> ، نستنتج :</p> <p>- قيمة التسارع : <math>a = 2 m.s^{-2}</math></p> <p>- قيمة السرعة <math>V_A</math> : <math>V_A = V(t=0) \Leftarrow V_A = 10 m.s^{-1}</math></p> <p>- قيمة السرعة <math>V_B</math> : <math>V_B = V(t=9,45s) = (2 \times 9,45) + 10 \Leftarrow V_B = 28,9 m.s^{-1}</math></p>
0,75	<p>3-1 - حساب المسافة <math>AB</math> :</p> <p>* الطريقة الأولى : لدينا : <math>x(t) = \frac{1}{2} at^2 + V_{t=0} t + x_0 \Leftarrow x = t^2 + 10t</math></p> <p>بالنسبة لـ <math>t = 9,45 s \Leftarrow AB = x_B = (9,45)^2 + (10 \times 9,45) \Leftarrow AB = 183,8 m</math></p> <p>* الطريقة الثانية : العلاقة المستقلة عن الزمن : <math>V_B^2 - V_A^2 = 2a.(x_B - x_A)</math></p> $V_B^2 - V_A^2 = 2a.AB \Leftarrow$ $AB = \frac{(28,9)^2 - 10^2}{2 \times 2} = 183,8 m \text{ ت.ع. } AB = \frac{V_B^2 - V_A^2}{2a} \Leftarrow$
1,00	<p>4-1 - تطبيق القانون الثاني لنيوتن : <math>\vec{P} + \vec{F} + \vec{R} = m \cdot \vec{a}</math></p> <p>- الإسقاط على المستقيم <math>(BO)</math> الموجه في منحنى الحركة :</p> $-mg \sin \alpha - f + F = m \cdot a_x = m a$ $\Rightarrow F = m a + f + mg \sin \alpha$ <p>ت.ع. <math>F = (1200 \times 2) + 500 + (1200 \times 10 \times \sin(10^\circ)) = 4983,77 N</math></p>

1-2 - عند مغادرة المجموعة للقطعة  $BO$ ، تكون خاضعة لوزنها  $\vec{P}$  فقط .

- تطبيق القانون الثاني لنيوتن :  $\vec{P} = m \vec{a}_G \Leftrightarrow \vec{a}_G = \vec{g}$

- إسقاط العلاقة  $\vec{a}_G = \vec{g}$  على المحورين  $(O, i)$  و  $(O, k)$  :

$$\begin{cases} a_x = \ddot{x} = 0 \\ a_z = \ddot{z} = -g \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_x = \dot{x} = cte = V_{0x} \\ V_z = \dot{z} = -gt + V_{0z} \end{cases}$$

1,00

حيث :  $V_{0z} = V_0 \sin \alpha$  و  $V_{0x} = V_0 \cos \alpha$

$$\begin{cases} x = (V_0 \cos \alpha)t + x_0 \\ z = -\frac{1}{2} g t^2 + (v_0 \sin \alpha)t + z_0 \end{cases} \quad \text{وبالتالي :} \quad \begin{cases} V_x = \dot{x} = V_0 \cos \alpha \\ V_z = \dot{z} = -gt + V_0 \sin \alpha \end{cases} \quad \text{نستنتج أن :}$$

$$\begin{cases} x = 29,54 t \\ z = -5 t^2 + 5,21 t \end{cases} \quad \leftarrow \quad \begin{cases} x = (V_0 \cos \alpha)t \\ z = -\frac{1}{2} g t^2 + (v_0 \sin \alpha)t \end{cases} \quad \text{لدينا : } x_0 = z_0 = 0 \text{ ، إذن :}$$

0,75

2-2 - معادلة المسار :

$$z = -5 \times \left( \frac{x}{29,54} \right)^2 + 5,21 \times \left( \frac{x}{29,54} \right) \quad \leftarrow \quad t = \frac{x}{29,54} \quad \text{لدينا :}$$

$$z = -5,73 \cdot 10^{-3} x^2 + 0,176 x \quad \leftarrow$$

1,00

3-2 - إحداثيتي  $F$  قيمة المسار :

\* بالنسبة لـ  $x = x_F$  ، لدينا :  $\left( \frac{dz}{dx} \right)_F = 0$  ، ومنه :  $-11,46 \cdot 10^{-3} x + 0,176 = 0$

$$x_F = 15,35 m \quad \leftarrow \quad x = x_F = \frac{0,176}{11,46 \cdot 10^{-3}} \quad \leftarrow$$

نعوض  $x_F$  في معادلة المسار ، فنجد :

$$z_F = -5,61 \cdot 10^{-3} x_F^2 + 0,176 x_F \quad \leftarrow$$

$$z_F = -[5,73 \cdot 10^{-3} \times (15,35)^2] + [0,176 \times 15,35] \quad \leftarrow$$

$$z_F = 1,35 m \quad \leftarrow$$

طريقة أخرى : في النقطة  $F$  :  $V_z = \dot{z} = 0 \Leftrightarrow t_F = \frac{V_0 \sin \alpha}{g} = 0,52 s \quad \leftarrow$

$$x_F = 29,54 \times 0,52 = 15,36 m$$

إذن :

$$z_F = [-5 \times (0,52)^2] + (5,21 \times 0,52) = 1,35 m \quad \text{و}$$

1,00

4-2 - في النقطة  $E$  :  $x_E = CE = 43 m$  و  $z_E = -h$

$$-h = -5,73 \cdot 10^{-3} x_E^2 + 0,176 x_E \quad \text{إذن :}$$

$$h = 5,73 \cdot 10^{-3} \times x_E^2 - 0,176 x_E \quad \leftarrow$$

$$h \approx 3 m \quad \leftarrow \quad h = 5,73 \cdot 10^{-3} \times (43)^2 - (0,176 \times 43) \quad \leftarrow$$

### تمرين 3 :

التنقيط	عناصر الإجابة																														
0,5	( 1 - 1 - 1 ) اسم الإستر (E) : إيثانوات البروبيل .																														
0,75	1 - 2 - 1 الصيغة نصف المنشورة لحمض الإيثانويك (A) : $CH_3COOH$ - - الصيغة نصف المنشورة للكحول (B) : $HO - CH_2 - CH_2 - CH_3$ ، وهو كحول أولي .																														
0,75	1 - 3 - معادلة التفاعل : $CH_3COOH + HO - CH_2 - CH_2 - CH_3 \rightleftharpoons CH_3 - \overset{O}{\parallel} C - O - CH_2 - CH_2 - CH_3 + H_2O$																														
1,00	( 1 - 4 ) الجدول الوصفي : <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="4">معادلة التفاعل</th> <th colspan="2">معادلة التفاعل</th> </tr> <tr> <th colspan="4"><math>A + B \longrightarrow E + H_2O</math></th> <th>التقدم</th> <th>حالة المجموعة</th> </tr> <tr> <th colspan="4">كميات المادة بـ mol</th> <th>الحالة البدئية</th> <th>عند التوازن</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1,5</td> <td>1,5</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>1,5 - x_f</math></td> <td><math>1,5 - x_f</math></td> <td><math>x_f</math></td> <td><math>x_f</math></td> <td><math>x_f</math></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>لدينا كتلة الإستر الناتج <math>m = 102 g</math> وكتلته المولية : <math>M = 102 g \cdot mol^{-1}</math> ،  اذن : <math>x_f = n(E) = \frac{m(E)}{M(E)}</math> ت . ع : <math>x_f = \frac{102}{102} = 1 mol</math></p>	معادلة التفاعل				معادلة التفاعل		$A + B \longrightarrow E + H_2O$				التقدم	حالة المجموعة	كميات المادة بـ mol				الحالة البدئية	عند التوازن	1,5	1,5	0	0	0		$1,5 - x_f$	$1,5 - x_f$	$x_f$	$x_f$	$x_f$	
معادلة التفاعل				معادلة التفاعل																											
$A + B \longrightarrow E + H_2O$				التقدم	حالة المجموعة																										
كميات المادة بـ mol				الحالة البدئية	عند التوازن																										
1,5	1,5	0	0	0																											
$1,5 - x_f$	$1,5 - x_f$	$x_f$	$x_f$	$x_f$																											
0,5	ب - ثابتة التوازن : $K = \frac{[E]_f \cdot [H_2O]_f}{[A]_f \cdot [B]_f} = \frac{\left(\frac{x_f}{V}\right)^2}{\left(\frac{1,5 - x_f}{V}\right)^2} \leftarrow K = \frac{(x_f)^2}{(1,5 - x_f)^2} = \frac{(1)^2}{(1,5 - 1)^2} = 4$																														
0,5	ج - مردود التفاعل : $r = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{1}{1,5} = 0,67$ $\leftarrow r = 67\%$																														
1	1 - 5 - الاقتراحات الصحيحة لتحسين مردود التفاعل هي : أ - استعمال الكحول ( متفاعل ) بوفرة . ج - إزالة أحد النواتج : تمكن عملية تقطير الإستر من إزالته من الخليط أثناء تكوينه . د - إزالة أحد النواتج : يمكن جهاز دين ستارك من إزالة الماء أثناء تكوينه ، وبالتالي تضادي حلمأة الإستر المتكون . هـ - تعويض حمض الإيثانويك بأندريد الإيثانويك للحصول على تفاعل كلي وسريع .																														
0,75	1 - 6 - معادلة التفاعل بين أندريد الإيثانويك (D) و الكحول (B) : $2 \text{CH}_3 - \overset{O}{\parallel} C - O - \text{CH}_3 + HO - CH_2 - CH_2 - CH_3 \rightleftharpoons \text{CH}_3 - \overset{O}{\parallel} C - O - CH_2 - CH_2 - CH_3 + CH_3COOH$ <p style="text-align: center;"> <span style="margin-right: 150px;">أندريد الإيثانويك</span> <span>بروبان - 1 - أول</span> <span style="margin-left: 150px;">إيثانوات البروبيل</span> <span>حمض الإيثانويك</span> </p> <p>هذا التفاعل كلي وسريع ، بينما التفاعل السابق بطيء ومحدود .</p>																														
0,5	( 2 - 1 - 2 ) اسم التفاعل : تفاعل التصبن . - مميزاتة : تفاعل كلي وسريع .																														
0,75	2 - 2 - معادلة تفاعل التصبن + أسماء المتفاعلات والنواتج : $CH_3 - \overset{O}{\parallel} C - O - CH_2 - CH_2 - CH_3 + OH^- \longrightarrow HO - CH_2 - CH_2 - CH_3 + CH_3COO^-$ <p style="text-align: center;"> <span style="margin-right: 100px;">إيثانوات البروبيل</span> <span>أيون هيدروكسيد</span> <span style="margin-left: 100px;">بروبان - 1 - أول</span> <span>أيون إيثانوات</span> </p>																														