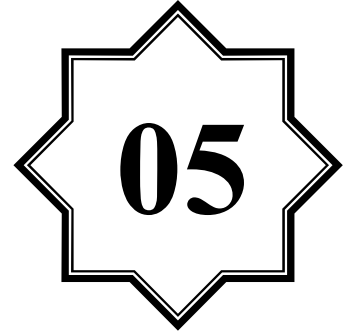


# مركز نظري و تمارين

التطورات الرتيبة

تطور جملة ميكانيكية



الشعب : علوم تجريبية  
رياضيات ، تقني رياضي

\*\*\*\*\*

[www.sites.google.com/site/faresfergani](http://www.sites.google.com/site/faresfergani)

السنة الدراسية : 2016/2015

# 10

## المحتوى المفاهيمي :

## تمارين مقترحة

**التمرين (7) :** (الحل المفصل : تمرين مقترح 47 على الموقع)

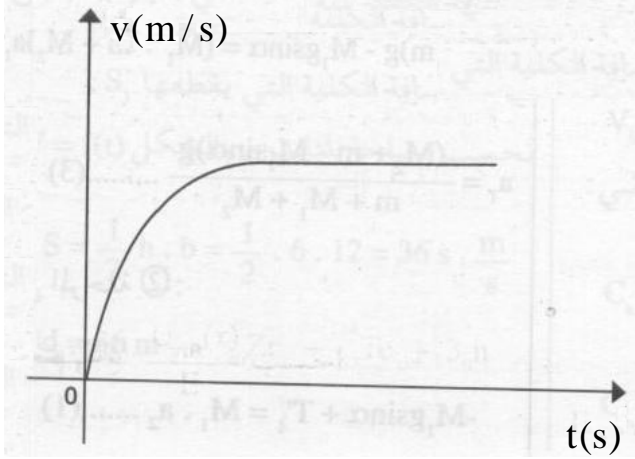
عند اللحظة  $t = 0$  نترك كرة تنس كتلتها  $m = 57 \text{ g}$  لتسقط في الهواء ، ندرس حركة مركز العطالة للكرة في المرجع السطحي الأرضي المزود بالمعلم المستقيم  $(O, \vec{k})$  حيث  $\vec{k}$  شاقولي و موجه نحو الأسفل .  
تظهر نتائج الدراسة أن سرعة مركز عطالة الكرة تحقق المعادلة التفاضلية التالية :

$$\frac{dv}{dt} = A - B.v^2$$

حيث :  $A = 9.8 \text{ m/s}^2$  ،  $B = 0.02 \text{ m}$  .

تخضع الكرة أثناء سقوطها لقوة احتكاك ، شدتها تعطى بالعلاقة :  $\|\vec{f}\| = k.v^2$  .

- 1- ما هي القيمة الابتدائية لشدة هذه القوة ؟ كيف تتغير شدة القوة مع الزمن أثناء السقوط ؟
- 2- ما هي القوى الخارجية الأخرى المطبقة على الكرة ؟ هل تتغير شدة هذه القوى أثناء السقوط ؟
- 3- باستعمال المعادلة التفاضلية أوجد قيمة تسارع مركز عطالة الكرة عند اللحظة  $t = 0$  .
- 4- أكتب عند  $t = 0$  قانون نيوتن الثاني و استنتج أنه يمكن إهمال إحدى القوى الخارجية المطبقة على الكرة أثناء دراسة حركتها .
- 5- باستعمال المعادلة التفاضلية ، أوجد قيمة السرعة الحدية  $v_f$  .
- 6- إن المنحنى البياني الذي يمثل تغيرات السرعة  $v$  بدلالة الزمن له الشكل التالي :



أ- مثل المماس عند اللحظة  $t = 0$  ، وكذا المستقيم المقارب للمنحنى عند  $t \rightarrow \infty$  ، أكتب معادلة هذا الأخير .

ب- هي قيمة معامل توجيه هذا المستقيم ؟

ب- كيف نسمي اللحظة الموافقة لفاصلة نقطة تقاطع مماس المنحنى  $v(t)$  عند  $t = 0$  والمستقيم المقارب لنفس المنحنى عند  $t = \infty$  ، أوجد قيمة هذه اللحظة .  
يعطى :  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$  .

### أجوبة مختصرة :

(1)  $f = 0$  ،  $\vec{P}$  الثقل حيث :  $P = m.g$  ، دافعة  $\vec{\Pi}$  أرخميدس حيث :  $\vec{\Pi} = \rho_{\text{air}} . V . g$  ،  
هاتين القوتين  $(\vec{P} , \vec{\Pi})$  ثابتتين في الشدة كون :  $\rho_{\text{air}} , g , m$  .  
(3)  $a_0 = 9.8 \text{ m/s}^2$  .

(4)  $\vec{P} + \vec{\Pi} + \vec{f} = m \vec{a}_{(t=0)}$  ، بتحليل العلاقة الشعاعية :  $P - \Pi = m . a_{(t=0)} \leftarrow g - \frac{\Pi}{m} = a_{(t=0)}$  ، و حيث أن  $g = 9.8$  يكون بالتعويض :  $\Pi = 0$  .

### التمرين (14) : (الحل المفصل : تمرين مقترح 21 على الموقع) (\*\*)

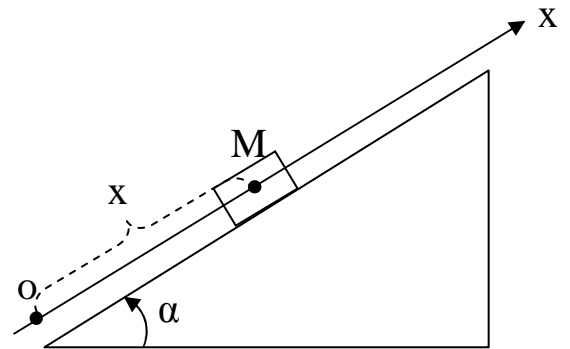
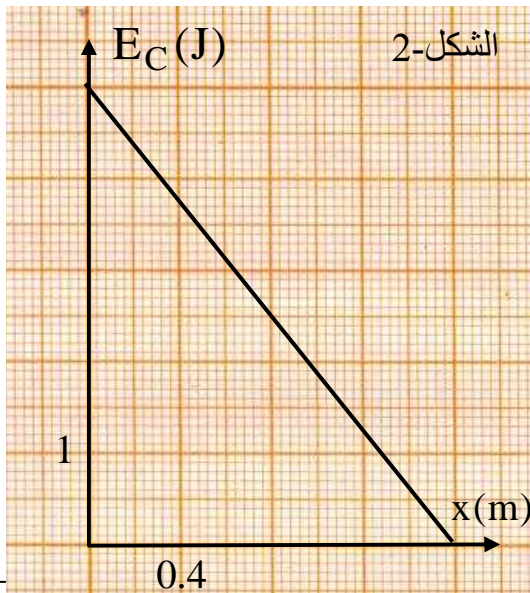
عند اللحظة  $t = 0$  و من نقطة (o) نعتبرها مبدأ الأحداثيات ، نقذف جسما نقطيا (S) كتلته  $m = 400 \text{ g}$  بسرعة ابتدائية  $v_0$  ، فينسحب على مستوي مائل عن الأفق بزاوية  $\alpha = 30^\circ$  (الشكل-1) ، يخضع الجسم (S) أثناء حركته إلى قوى الاحتكاك تكافئ قوة  $\vec{f}$  ثابتة الشدة معاكسة لجهة الحركة . يعطى :  $g = 10 \text{ m/s}^2$  .

1- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة على الجملة جسم (S) بين اللحظة  $t = 0$  ولحظة مروره من موضع كيفي M تكون عنده الفاصلة  $x$  ، و الطاقة الحركية  $E_C$  ، اثبت أن :

$$E_C = - (m.g.\sin\alpha + f) x + E_{C0}$$

حيث :  $E_{C0}$  هي الطاقة الحركية لحظة قذف (S) .

2- نقيس  $E_C$  عند أوضاع مختلفة فاصلتها  $x$  فنحصل على المنحنى البياني  $E_C = f(x)$  كما في (الشكل-2) .



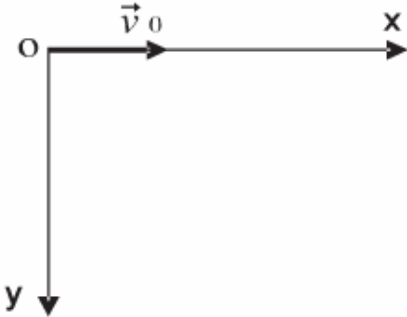
- أ- أكتب العلاقة الرياضية بين  $E_C$  و  $x$  .  
 ب- بمطابقة هذه العلاقة الرياضية بالعلاقة النظرية السابقة ، استنتج قيمة السرعة الابتدائية  $v_0$  و شدة قوة الاحتكاك  $f$  .  
 3- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، أدرس طبيعة حركة الجسم (S) ثم أحسب قيمة تسارعه .  
 4- أكتب المعادلات الزمنية للحركة  $x(t)$  ،  $v(t)$  .

### أجوبة مختصرة :

- 2- أ)  $E_C = Ax + B$  ، حيث  $A = -0.5$  هو ميل المنحنى (المستقيم) ،  $B = 5$  قيمة  $E_C$  من أجل  $x = 0$  .  
 ب)  $v_0 = \sqrt{\frac{2B}{m}} = 5 \text{ m/s}$  ،  $f = -A - m.g.\sin\alpha = 0.5 \text{ N}$   
 3)  $a = \frac{-m.g.\sin\alpha - f}{m} = -6.25 \text{ m/s}^2$  ، طبيعة الحركة مستقيمة متغيرة بانتظام .  
 4)  $x = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 t$  ،  $v = at + v_0$

### التمرين (15) : (الحل المفصل : تمرين مقترح 32 على الموقع) (\*\*)

تدفع كرة كتلتها  $m$  نعتبرها نقطة مادية مركز عطالتها  $G$  على طاولة أفقية ، عند وصولها حافة الطاولة تندفع في الهواء بسرعة أفقية  $\vec{v}_0$  .



نعتبر مبدأ الفواصل  $O$  و الأزمنة  $t=0$  لحظة تحرر الكرة من الطاولة .

- 1- ما هو المرجع المناسب لدراسة حركة الكرة ؟
- 2- اعتمادا على القانون الثاني لنيوتن :  
 أ- عين طبيعة مسقط حركة الكرة وفق المحورين  $(ox)$  و  $(oy)$  .  
 ب- أوجد المعادلتين الزميتين للحركة  $x(t)$  ،  $y(t)$  ، ثم استنتج معادلة المسار .
- 3- تم التصوير المتعاقب خلال مجالات زمنية نفسها  $\tau = 40 \text{ ms}$  لحركة الكرة عند تحررها من الطاولة ، عولجت الصور ببرمجية مناسبة و حصلنا على النتائج التالية :

t (ms)	0	40	80	120	160	200
x (m)	0	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00
y (m)	0	0.008	0.032	0.072	0.128	0.200

- أ- أرسم المنحنى البياني لكل من  $x(t)$  و  $y(x^2)$  .  
 ب- استنتج من البيانيين السابقين :  
 • قيمة السرعة الابتدائية  $v_0$  .  
 • قيمة الجاذبية  $g$  .

### أجوبة مختصرة :

- 1) المرجع المناسب لدراسة الحركة ، هو المرجع السطحي الأرضي نعتبره غاليلي (مرجع المخبر) .  
 2- أ) - مسقط حركة الكرة على المحور  $ox$  هي حركة مستقيمة منتظمة .

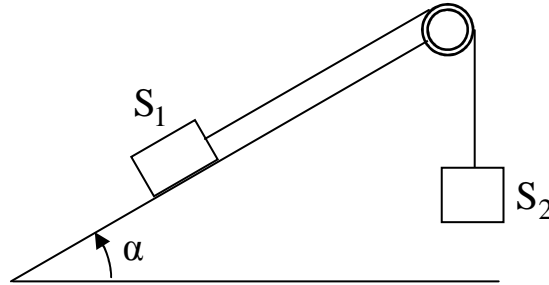
- مسقط حركة الكرة على المحور oy هي حركة مستقيمة متغيرة بانتظام .

$$y = \frac{1}{2} g t^2 , x = v_0 t \quad (\text{ب})$$

3- أ) اعتمادا على المنحنى  $x(t)$  و بالمطابقة بين العلاقتين البيانية و النظرية نجد :  $v_0 = 5 \text{ m/s}$  ، و من المنحنى  $y(x^2)$  و بنفس الطريقة نجد :  $g = 10 \text{ m/s}^2$  .

### التمرين (16) : (الحل المفصل : تمرين مقترح 33 على الموقع) (\*\*)

لتكن الجملة الميكانيكية المبينة في الشكل المقابل ، و المتكونة من بكرة مهمة الكتلة ، خيط عديم الإمتطاط و مهملة الكتلة أيضا ، جسمين صليبيين  $(S_1)$  ،  $(S_2)$  نعتبرهما نقطيين ، كتلتها  $m_1 = 600 \text{ g}$  ،  $m_2 = 400 \text{ g}$  على الترتيب . في اللحظة  $t = 0$  و من نقطة O نعتبرها مبدأ للفواصل ينطلق الجسم  $(S_2)$  من السكون و يجر معه الجسم  $(S_1)$  الذي يتحرك على مستوي مائل يميل على الأفق بزاوية  $\alpha = 30^\circ$  .



1- مثل القوى المؤثرة على كل من  $(S_1)$  ،  $(S_2)$  .

2- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن بين أن تسارع كل من  $(S_1)$  ،  $(S_2)$  يعطى بالعلاقة التالية :

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

3- عند اللحظة  $t_1 = 0.5 \text{ s}$  يقطع الجسم  $(S_2)$  مسافة شاقولية  $x_1$  و تكون عنده الطاقة الحركية هي  $E_{C1}$  . أحسب  $x_1$  ثم  $E_{C1}$  .

4- أ) كيف تصبح حركة الجسم  $S_2$  بعد انقطاع الخيط في اللحظة  $t_1$  .

ب- أحسب لحظة وصول الجسم  $(S_2)$  إلى الأرض علما أنه في اللحظة  $t_1$  كان على ارتفاع  $h = 0.875 \text{ m}$  من سطح الأرض .

يعطى :  $g = 10 \text{ m/s}^2$  .

### أجوبة مختصرة :

3)  $E_{C1} = 0.05 \text{ J}$  ،  $x_1 = 0.125 \text{ m}$  .

4- أ) بعد انقطاع الخيط تصبح عبارة التسارع :  $a = g$  و منه الحركة تصبح مستقيمة متغيرة بانتظام ،

ب)  $t = 0.37 \text{ s}$  .

**التمرين (24) :** (الحل المفصل : تمرين مقترح 29 على الموقع) (\*\*\*)

- نعتبر أن توزع كتلتي الأرض (T) و القمر الإصطناعي (S) ذو تناظر مركزي كروي .

- ينتقل القمر الإصطناعي في مدار دائري حول الأرض ذات نصف القطر R .

1- أرسم شكلا لمدار القمر في مرجع جيو مركزي و مثل قوة التجاذب التي تؤثر بها الأرض على القمر الإصطناعي .

2- يعطى حقل التجاذب الأرض في نقطة M من الفضاء بالعلاقة :  $g = G \frac{M}{r^2}$  .

حيث : M هي كتلة الأرض ، G : ثابت الجذب العام و المقدر بـ  $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{Kg}^2$  ، r : بعد النقطة M من مركز الأرض .

حدد عبارة g بدلالة  $g_0$  ( حقل التجاذب على سطح الأرض ) و R نصف قطر الأرض و r .

3- أ- طبق القانون الثاني لنيوتن على القمر الإصطناعي في المرجع الجيو مركزي المعتبر غاليليا و عبر عن تسارع مركز عطالة القمر بدلالة  $g_0$  ، R ، r .

ب- لتكن v سرعة القمر على مداره . أعط خصائص شعاع سرعة مركز عطالة القمر الاصطناعي المتحرك بحركة دائرية منتظمة . معبرا عن شدته بدلالة :  $R$  ، r ،  $g_0$  .

ج- عبر عن دور حركة القمر الاصطناعي T بدلالة  $\pi$  ، r ، R ،  $g_0$  .

4- عرف منذ القدم أن  $r = 60 R$  و أن دور القمر  $T = 27j , 7h , 43 \text{ min}$  . استطاع جان بيكار سنة 1670 بطريقة مثلية من تحديد قيمة R و المساوية 6370 Km و في سنة 1686 استعمل اسحاق نيوتن هذه النتيجة من أجل تحديد قيمة  $g_0$  ، عبر عن v بدلالة T ، r ثم أوجد قيمة  $g_0$  المحددة من طرف اسحاق نيوتن .

5- قاس كافنديش سنة 1798 قيمة G بواسطة ميزان القتل فحصل على  $G = 6.670 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{Kg}^2$  . أحسب كتلة الأرض باستخدام المعطيات :  $g_0 = 9.81 \text{ m/s}^2$  ،  $R = 6370 \text{ Km}$  .

**أجوبة مختصرة :**

$$a_G = g = g_0 \frac{R^2}{r^2} \quad (3- \text{ أ} , \quad g = g_0 \frac{R^2}{r^2} \quad (2)$$

$$v = \sqrt{\frac{g_0 R^2}{r}} \quad \text{ب) الحامل : مماسي للمسار الدائري ، الجهة : جهة الحركة ، الشدة :}$$

$$M = \frac{g_0 R^2}{G} = 5.97 \cdot 10^{24} \text{ kg} \quad (5 , \quad g_0 = \frac{4\pi^2 r^3}{T^2 R^2} = 9.74 \text{ m/s}^2 \quad (4 , \quad T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{g_0 R^2}} \quad \text{ج)}$$

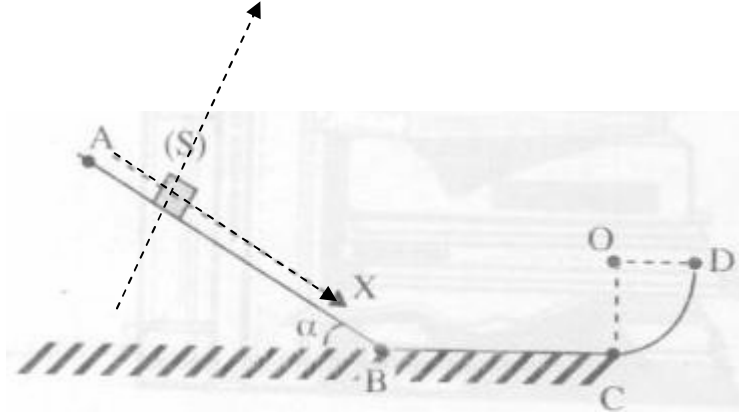
**التمرين (25) :** (الحل المفصل : تمرين مقترح 30 على الموقع) (\*\*\*)

يتحرك جسم صلب (S) نعتبره نقطيا كتلته  $m = 10 \text{ kg}$  ، انطلاقا من الموضع A مرورا بالمواضع B ، C ، D التي تقع في مستوي شاقولي (الشكل) حيث :

• (AB) مستوي مائل ، يميل عن المستوي الأفقي (BC) بزاوية  $\alpha$  .

• (CD) ربع دائرة مركزها O و نصف قطرها  $R = 8.75 \text{ m}$  .

ينطلق (S) من الموضع A دون سرعة ابتدائية .



1- يخضع (S) على طول المسار (AB) إلى قوة احتكاك  $\vec{f}$  ، و عبارة تسارعه من الشكل :

$$a = 0.5 g - 2 \text{ (m.s}^{-2}\text{)}$$

أ- مثل القوى المطبقة على (S) أثناء انتقاله من الموضع A إلى الموضع B .  
ب- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، عين قيمتي كل من  $f$  ،  $\alpha$  .

2- تهمل كل المقاومات في المسارين (BC) و (CD) : يصل (S) إلى الموضع D بسرعة  $v_D = 15 \text{ m.s}^{-1}$  .

أ- باعتبار الجملة (الجسم (S) + الأرض) ، مثل الحصلة الطاقوية بين A و B ثم بين B و C و كذلك بين C و D .  
ب- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة على الجملة (جسم + أرض) بين الموضعين C و D عين قيمتي سرعة مركز عطالة (S) عند الموضع C . نعتبر المستوي الأفقي المار من الموضع C مرجعا لحساب الطاقة الكامنة الثقالية .

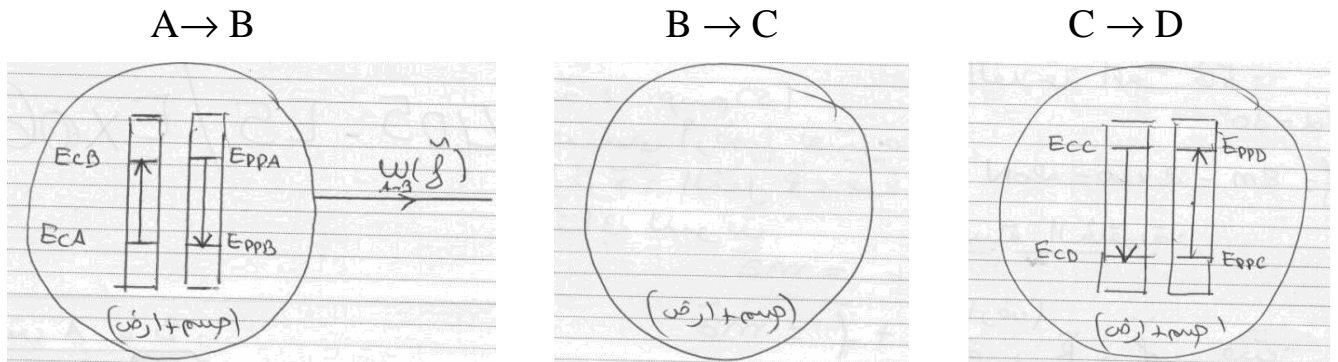
3- يغادر الجسم (S) الموضع D .

أ- ادرس طبيعة حركة (S) بعد مغادرة (S) الموضع D ، و أكتب المعادلتين  $v(t)$  ،  $z(t)$  ، باعتبار مبدأ الأزمنة لحظة مغادرة الجسم (S) الموضع D .  
ب- بعد كم من الزمن يعود (S) إلى للموضع D .

### أجوبة مختصرة :

1- ب)  $\alpha = 30^\circ$  ،  $f = 2 \text{ m} = 20 \text{ N}$

2- الحصلة الطاقوية :



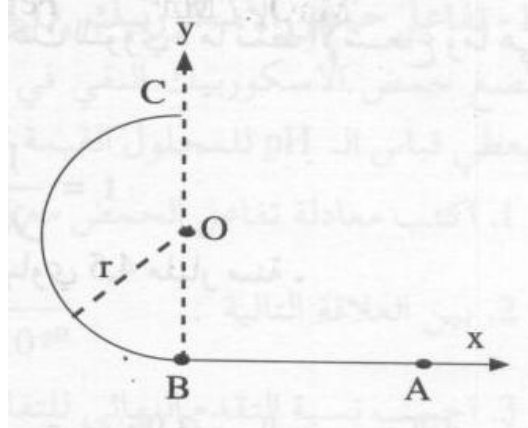
ب)  $v_C = \sqrt{v_D^2 + 2gR} = 20 \text{ m/s}$  ،  $a = -g$  (أ-3) ← طبيعة الحركة مستقيمة متغيرة بانتظام ،  $v_B = -$

$$t_D = \frac{2v_D}{g} = 3 \text{ s} \text{ (ب) ، } z = -\frac{1}{2}gt^2 + v_D t \text{ ، } gt + v_D$$

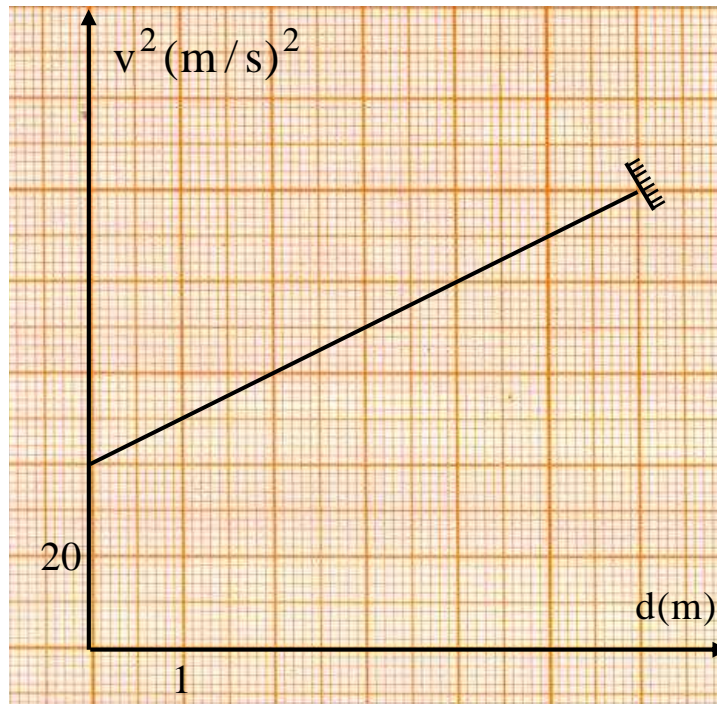


**التمرين (26) : (الحل المفصل : تمرين مقترح 34 على الموقع) (\*\*\*)**

ينتقل جسم نقطي (S) كتلته  $m = 5 \text{ kg}$  من موضع A بسرعة ابتدائية  $v_0$  باتجاه موضع B وفق مسار أفقي مستقيم AB ، يخضع على طول هذا الجزء من المسار لقوة محركية أفقية  $\vec{F}$  وقوى احتكاك تكافئ قوة وحيدة ثابتة شدتها  $f = 20 \text{ N}$  ، و عند مروره بالموضع B عند اللحظة  $t = 6 \text{ s}$  يصادف مسار دائري نصف قطره  $R = 2.1 \text{ m}$  (الشكل) .



يمثل البيان الموضح في الشكل التالي تغيرات مربع السرعة  $v^2$  بدلالة المسافة المقطوعة  $d$  ، بين الموضع A و موضع كفي M .



- 1- أكتب العلاقة الرياضية للبيان .
- 2- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، أدرس طبيعة حركة الجسم (S) على المسار AB .
- 3- أوجد العلاقة النظرية التي تعبر عن  $v^2$  بدلالة  $d$  .
- 4- بمقارنة العلاقتين السابقتين ، أوجد :
  - قيمة  $v_0$  ، سرعة الجسم النقطي (S) عند مروره بالموضع A .
  - قيمة  $F$  شدة القوة المحركة .

5- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة على الجملة  
الموضع C .  
نعتبر المستوي الأفقي AB مرجعا لحساب الطاقة الكامنة الثقالية . يعطى :  $g = 10 \text{ m/s}^2$  .

### أجوبة مختصرة :

$$v^2 = A d + B \quad \text{حيث } A = 10 \text{ هو ميل المنحنى (المستقيم) ، } B = 40 \text{ قيمة } v^2 \text{ من أجل } d = 0 .$$

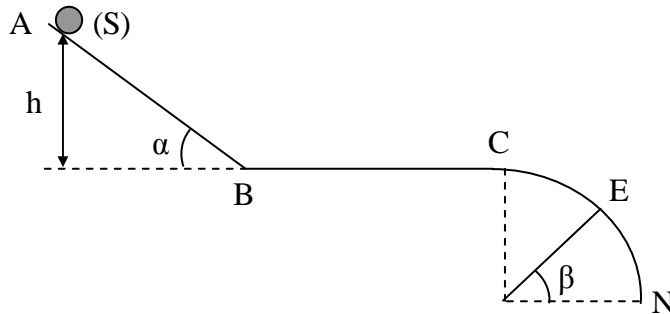
$$a = \frac{F - f}{m} \leftarrow \text{طبيعة الحركة مستقيمة متغيرة بانتظام .}$$

$$v_B = 10 \text{ m/s} , F = \frac{Am + 2f}{2} = 4.5 \text{ N} \quad (4 , v^2 = \frac{2(F - f)}{m} d + v_0^2)$$

$$v_C = \sqrt{v_B^2 - 4g.R} = 4 \text{ m/s} \quad (5)$$

### التمرين (27) : (بكالوريا 2003 - علوم دقيقة) (الحل المفصل : تمرين مقترح 41 على الموقع) (\*\*\*)

ينزلق جسم صلب (S) يمكن اعتباره نقطيا كتلته  $m = 0.1 \text{ kg}$  ، على طريق ABCN (أنظر الشكل أدناه) .



- AB منحدر ، تقع (A) على ارتفاع " h " من المستوي الأفقي المار من (B) طوله  $AB = 10 \text{ m}$  .
- BC طريق أفقي طوله  $22.75 \text{ m}$  .
- CN طريق على شكل ربع دائرة مركزها (O) و نصف قطرها  $R = 3 \text{ m}$  ، تقع على مستوي شاقولي . تهمل كل قوى الاحتكاك على هذا الجزء من المسار . يعطى :  $g = 10 \text{ m/s}^2$  .
- 1- ينطلق الجسم (S) من النقطة (A) دون سرعة ابتدائية ليصل إلى (B) بسرعة  $v_B = 10 \text{ m/s}$  ، بفرض قوى الاحتكاك مهمة:
  - أ- أوجد الارتفاع الذي هبط منه الجسم .
  - ب- ما هي طبيعة حركة مركز عطالة الجسم (S) عند انتقاله من (A) إلى (B) ؟
  - ج- أحسب تسارع هذه الحركة إن وجد .
- 2- يواصل الجسم (S) حركته على الجزء (BC) في وجود قوة احتكاك شدتها ثابتة .
  - أ- أرسم القوى الخارجية المطبقة على الجسم (S) على الجزء من هذا المسار ؟
  - ب- أحسب شدة قوة الاحتكاك إذا علمت أن السرعة في (C) هي  $v_C = 3 \text{ m/s}$  .
- 3- يغادر الجسم (S) المسار الدائري في النقطة (M) حيث  $\widehat{NoE} = \beta$  .



- أ- أوجد عبارة سرعة الجسم (S) في النقطة M بدلالة  $\beta$  ،  $g$  ،  $r$  .  
 ب- أوجد قيمة الزاوية  $\beta$  .

### أجوبة مختصرة :

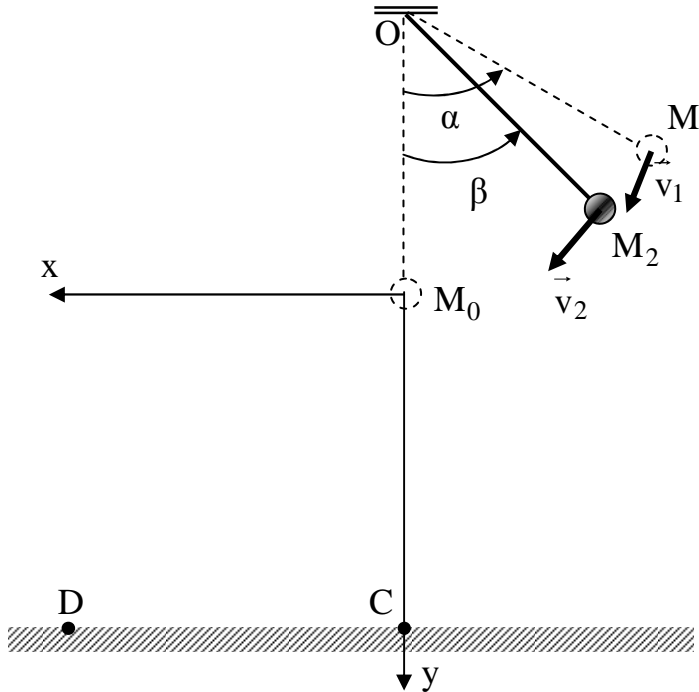
أ-1  $h = \frac{v_b^2}{2g} = 5 \text{ m}$  (ب ،  $a = g \cdot \sin \alpha$  ← طبيعة الحركة مستقيمة متغيرة بانتظام ،  $a = 5 \text{ m/s}$  (ج

ب-2  $f = \frac{m(v_b^2 - v_c^2)}{2BC} = 0.2 \text{ N}$  (ب-3 ،  $v_M = \sqrt{v_c^2 + 2gr(1 - \sin \beta)}$  (أ

ب  $\sin \beta = \frac{v_c^2 + 2gr}{3gr} = 0.77$  ←  $\beta = 50^\circ$  .

### التمرين (28) : (الحل المفصل : تمرين مقترح 43 على الموقع) (\*\*\*)

يتكون نواس بسيط من كرية نعتبرها نقطية كتلتها  $m = 100 \text{ g}$  معلقة بواسطة خيط مهمل الكتلة و عديم الامتطاط ، طوله  $\ell = 0.5 \text{ m}$  ، يزاح النواس عن وضع توازنه المستقر بزاوية  $\alpha = 60^\circ$  ، ثم تدفع الكرية بسرعة  $v_1 = 2 \text{ m/s}$  حاملها عمودي على الخيط و يقع في المستوي الشاقولي الذي يحتوي على  $(OM_0)$  (الشكل) .



- 1- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة على الجملة (كرية) بين اللحظتين  $t_1$  ،  $t_2$  الموافقتين للوضعين  $(M_1)$  ،  $(M_2)$  أوجد عبارة سرعة الكرية  $v_2$  عند الموضع  $M_2$  يعبر عنها بالعلاقة التالية ثم أحسب قيمتها من أجل  $\beta = 30^\circ$  :

$$v_2 = \sqrt{v_1^2 + 2g\ell(\cos \beta - \cos \alpha)}$$

2- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن أوجد عبارة شدة التوتر الخيط T في الوضع  $M_2$  بدلالة  $m$  ،  $g$  ،  $v_2$  ،  $\beta$  ثم احسب T من أجل  $\beta = 30^\circ$  .

3- أحسب سرعة الكرة  $v_0$  لحظة مرورها بوضع التوازن ( $M_0$ ) .

4- في اللحظة التي تصل فيها الكرة إلى النقطة ( $M_0$ ) ينقطع الخيط فتواصل الكرة حركتها و تسقط على الأرض عند النقطة (D) (الشكل) .

أ- أدرس طبيعة حركة الكرة بعد انقطاع الخيط في المعلم ( $\overrightarrow{Ox}, \overrightarrow{Oy}$ ) و اكتب المعادلتين الزمنيتين  $x(t)$  ،  $y(t)$  ، ثم معادلة المسار  $y(x)$  ، نعتبر مبدأ الأزمنة لحظة انقطاع الخيط عند الموضع  $M_0$  .

ب- أحسب المسافة (CD) علما أن  $M_0C = 1.25 \text{ m}$  .

يعطى :  $\cos 30^\circ = 0.86$  ،  $g = 10 \text{ m/s}^2$  .

**أجوبة مختصرة :**

$$T = m \cdot g \cdot \cos \beta + \frac{mv_A^2}{\ell} = 2.4 \text{ N} \quad (2) \quad , \quad v_2 = \sqrt{v_1^2 + 2g\ell (\cos \beta - \cos \alpha)} = 2.76 \text{ m/s} \quad (1)$$

$$v_2 = \sqrt{v_1^2 + 2g\ell (1 - \cos 60^\circ)} = 3 \text{ m/s} \quad , \quad v_2 = \sqrt{v_1^2 + 2g\ell (\cos \beta - \cos \alpha)} \quad (3)$$

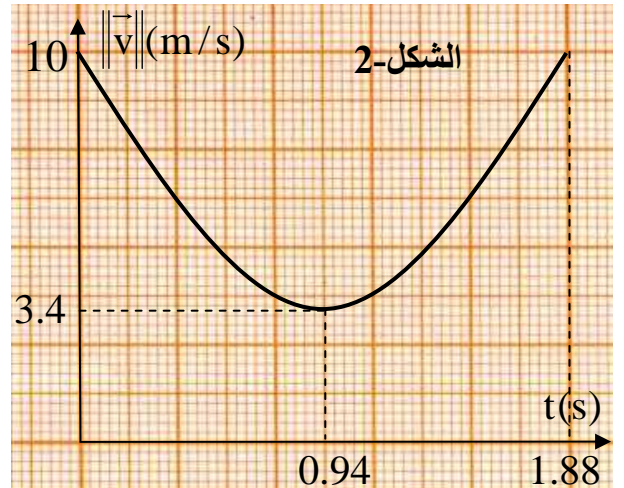
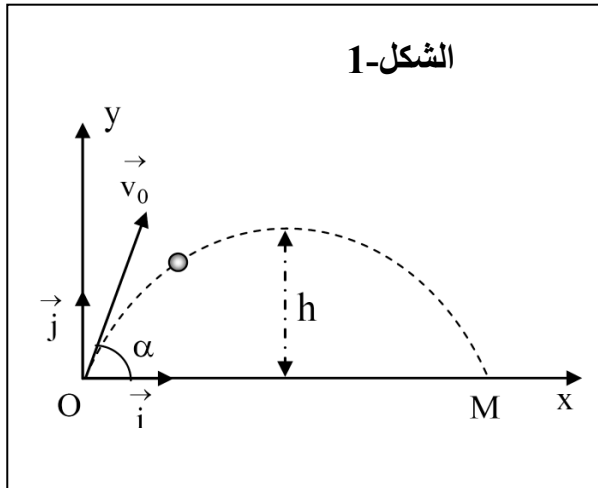
4- أ) - مسقط حركة الكرة على المحور (ox) هي حركة مستقيمة منتظمة .  
- مسقط حركة الكرة على المحور (oy) هي حركة مستقيمة متغيرة بانتظام .

$$CD = 1.5 \text{ m} \quad (\text{ب} \quad , \quad y = \frac{g}{2v_0^2} g t^2 \quad , \quad y = \frac{1}{2} g t^2 \quad , \quad x = v_0 t \quad , \quad v_y(t) = g \cdot t \quad , \quad v_x(t) = v_0$$

**التمرين (29) :** (الحل المفصل : تمرين مقترح 45 على الموقع) (\*\*\*)

نقذف جسم صلب (S) ، كتلته  $m$  و مركز عطالته  $G$  ، بسرعة ابتدائية  $v_0$  يصنع شعاعها الزاوية  $\alpha$  مع المحور ox كما مبين على (الشكل-1) . نهمل كل من مقاومة الهواء و دافعة أرخميدس .

يمثل (الشكل-2) تغيرات طويلة شعاع سرعة القذيفة  $\|\vec{v}\|$  بدلالة الزمن .



1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، أدرس طبيعة حركة الجسم (S) على المحورين ox ، oy (المعادلات غير مطلوبة)

2- أوجد من البيان :

أ- قيمة  $v_0$  .

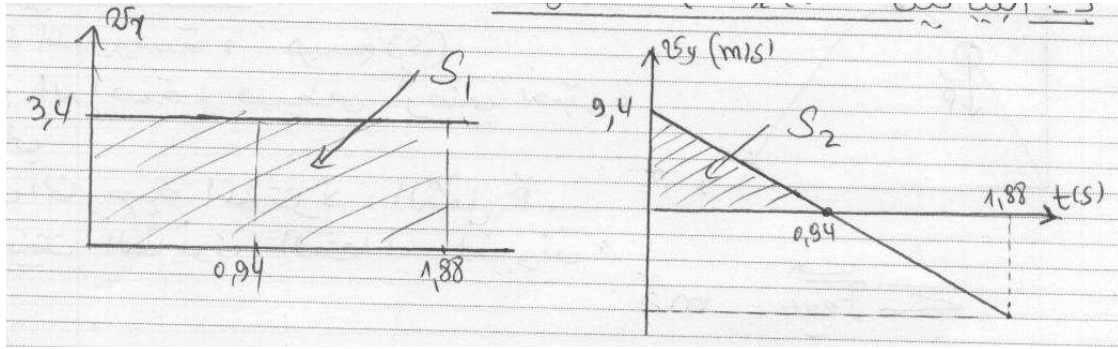
ب- قيمة  $v_{0x}$  مركبة شعاع السرعة  $\vec{v}_0$  على المحور ox .

- 3- استنتج قيمة كل من الزاوية  $\alpha$  الذي قذف بها الجسم (S) و قيمة  $v_{0y}$  مركبة شعاع السرعة  $\vec{v}_0$  على المحور oy .
- 4- مثل بشكل كيفي المنحنيين  $v_x(t)$  ،  $v_y(t)$  في المجال الزمني ( $0 \leq v_0 \leq 1.88$  s) .
- 5- استنتج من هذين المنحنيين السابقين المسافة الأفقية OM و الذروة h .
- يعطى :  $\sin 70^\circ = 0.94$  ،  $\cos 70^\circ = 0.34$  .

### أجوبة مختصرة :

- (1) - مسقط حركة الكرة على المحور (ox) هي حركة مستقيمة منتظمة .
- مسقط حركة الكرة على المحور (oy) هي حركة مستقيمة متغيرة بانتظام .
- 2- (أ)  $v_0 = 10$  m/s ، (ب)  $v_{0x} = 10$  m/s ،  $\alpha = 37^\circ$  ،  $v_{0y} = v_0 \sin \alpha = 9.4$  m/s .

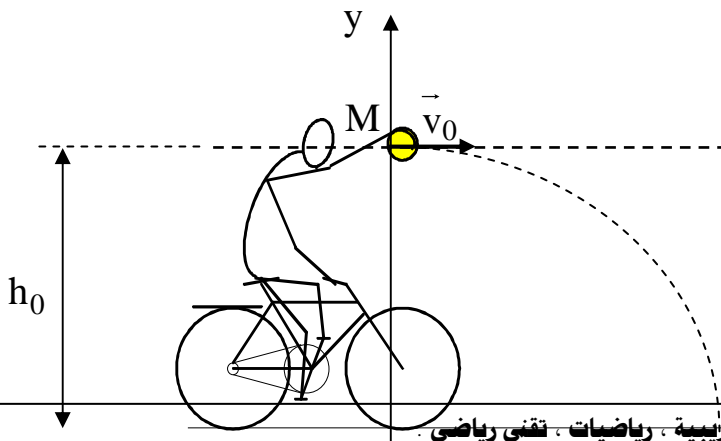
(4) المنحنيين  $v_x(t)$  ،  $v_y(t)$  :



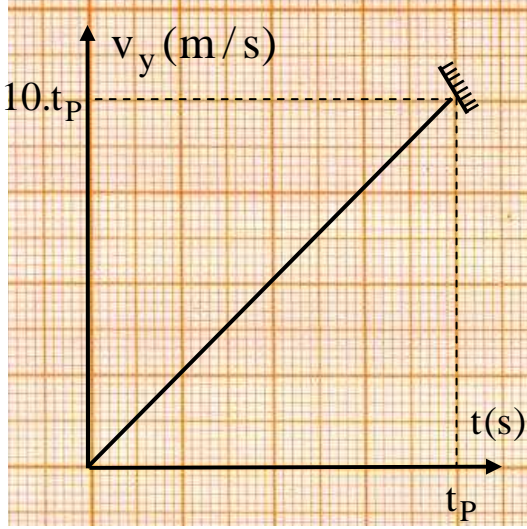
$h = 4.42$  m ،  $OM = 6.40$  m (5)

### التمرين (30) : (الحل المفصل : تمرين مقترح 44 على الموقع) (\*\*\*)

من موضع M ، ترك دراج كرة تنس كتلتها m تسقط في اللحظة  $t = 0$  من نقطة ترتفع عن سطح الأرض بمقدار  $h_0 = 1.8$  m و هو يتحرك بحركة مستقيمة منتظمة بسرعة  $v = 2$  m.s<sup>-1</sup> ، بالنسبة لمرجع سطحي أرضي منسوب إليه معلم  $(O, \vec{i}, \vec{j})$  متعامد و باعتبار مقاومة الهواء مهملة و  $g = 10$  m.s<sup>-2</sup> .



P



- 1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن . أدرس طبيعة حركة الكرة .
- 2- عين خصائص شعاع السرعة الابتدائية  $\vec{v}_0$  للكرة .
- 3- أوجد المعادلات الزمنية للحركة ثم استنتج معادلة المسار  $y = f(x)$
- 4- اعتمادا على المنحنى  $v_y(t)$  المقابل أوجد لحظة وصول الكرة إلى الأرض في الموضع P .
- 5- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة على الجملة (كرة + أرض) ، بين أن عبارة سرعة الكرة عند وصولها لسطح الأرض تعطى بالعبارة :

$$v_P = \sqrt{v_0^2 + 2 g \cdot h_0}$$

- نعتبر المستوي الأفقي المار من P مرجعا لحساب الطاقة الكامنة الثقالية .

### أجوبة مختصرة :

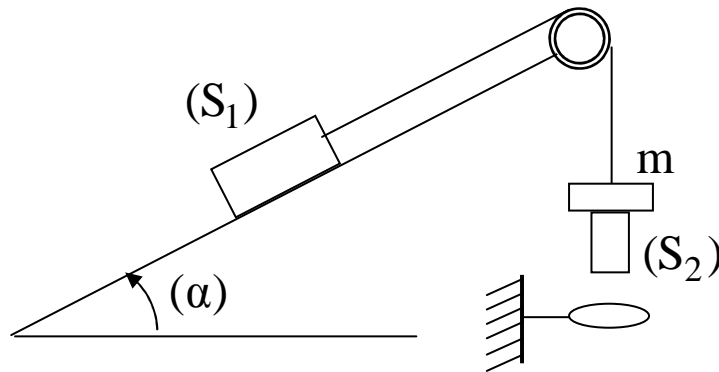
- (1) - مسقط حركة الكرة على المحور (ox) هي حركة مستقيمة منتظمة .  
- مسقط حركة الكرة على المحور (oy) هي حركة مستقيمة متغيرة بانتظام .
- (2) نقطة التأثير : موضع ترك الكرة ، الجهة : جهة حركة الدراج ، الطويلة : سرعة الدراج  $v_0 = 2 \text{ m/s}$  .

$$y = -\frac{g}{2v_0^2} x^2 + h_0 \quad , \quad y = -\frac{1}{2} g t^2 + h_0 \quad , \quad x = v_0(t) \quad , \quad v_y = -gt \quad , \quad v_x = v_0 \quad (3)$$

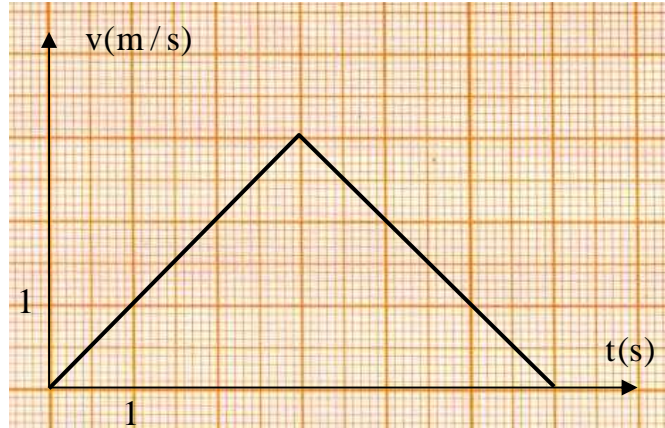
$$t_P = \sqrt{\frac{h_0}{5}} = 0.6 \text{ s} \quad (4)$$

### التمرين (31) : (الحل المفصل : تمرين مقترح 46 على الموقع) (\*\*\*)

ينزلق جسم صلب ( $S_1$ ) كتلته  $m_1 = 1.1 \text{ kg}$  بدون احتكاك على مستوي مائل يميل على الأفق بزاوية  $\alpha = 30^\circ$  ، يربط هذا الجسم بخيط عديم الامتطاط و مهمل الكتلة ، يمر على محز بكرة مهملة الكتلة و تدور حول محورها الأفقي بدون احتكاك . يربط الطرف الثاني للخيط بجسم صلب  $S_2$  كتلته  $m_2$  يتحرك شاقوليا و يحمل كتلة إضافية مجنحة  $m$  كما مبين في الشكل المقابل :



تترك الجملة دون سرعة ابتدائية ، و عند مرور الجسم ( $S_2$ ) عبر الحلقة تحجز هذه الأخيرة الكتلة  $m$  و تواصل الجملة حركتها من دون الكتلة  $m$  . البيان المرفق يمثل تغيرات السرعة اللحظية للجسم ( $S_1$ ) بدلالة الزمن .



1- بالاعتماد على البيان أوجد في كل طور :

- طبيعة حركة الجسم ( $S_1$ ) .
- تسارع الجسم ( $S_1$ ) .
- المسافة الكلية التي يقطعها الجسم ( $S_1$ ) .

2- بتطبيق القانون الثاني لنيتون أوجد العبارة الحرفية لتسارع الجسم ( $S_1$ ) في كل طور .

3- بالاعتماد على الدراسة البيانية و النظرية أوجد كتلة كل من الجسم ( $S_2$ ) و الكتلة الإضافية  $m$  . يعطى :  $g = 10 \text{ m/s}^2$  .

### أجوبة مختصرة :

1) الطور I ← الحركة مستقيمة متسارعة بانتظام ،  $a_1 = 1 \text{ m/s}^2$  ،  $d_1 = 18 \text{ m}$  .

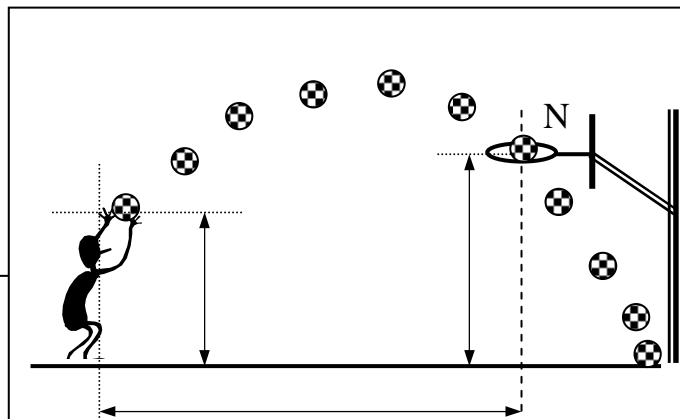
الطور II ← الحركة مستقيمة متباطئة بانتظام ،  $a_2 = -1 \text{ m/s}^2$  ،  $d_2 = 18 \text{ m}$  .

$$(2) \text{ الطور I} \leftarrow a_1 = \frac{(m_2 + m)g - m_1 g \sin \alpha}{m_1 + m_2 + m_3} \quad \text{الطور II} \leftarrow a_1 = \frac{m_2 g - m_1 g \sin \alpha}{m_1 + m_2}$$

$$(3) \quad m = \frac{m_2 g - m_1 g \sin \alpha - (m_1 + m_2)g}{a_1 - g} = 0.33 \text{ kg} \quad , \quad m_2 = \frac{-m_1 g \sin \alpha - m_1 a_2}{a_2 - g} = 0.4 \text{ kg}$$

### التمرين (32) : (الحل المفصل : تمرين مقترح 42 على الموقع) (\*\*\*)

في النقطة (o) من أرضية ملعب كرة السلة يوجد لاعب (A) يريد أن يقذف كرة بسرعة ابتدائية  $v_0$  يصنع شعاعها مع الأفق الزاوية  $\alpha = 45^\circ$  باتجاه السلة التي نعتبرها حلقة دائرية مركزها (N) ، و موجودة على ارتفاع  $h_2 = 3 \text{ m}$  من سطح الأرض ، عندما تغادر الكرة يد اللاعب في نقطة (M) من الملعب يكون مركز عطالتها (الكرة) على ارتفاع  $h_1 = 2 \text{ m}$  من سطح الأرض (الشكل) . نعتبر أن الهدف يسجل عندما يمر مركز الكرة بمركز السلة .





$$h_1 \quad h_2$$

L

- 1- باعتبار مبدأ الأزمنة لحظة قذف اللاعب للكرة ، و مبدأ الإحداثيات عند النقطة (o) موضع اللاعب (A) على أرضية الملعب ، بحيث يكون المحور (ox) منطبق على الأرض و متجه نحو الشاقول المار من مركز السلة ، و المحور (oy) يكون عمودي على أرضية الملعب و متجه نحو الأعلى . نعتبر  $g = 10 \text{ m/s}^2$  .
- أ- أدرس طبيعة حركة الكرة في الملعب .
- ب- أكتب المعادلات الزمنية للحركة و كذا معادلة المسار مبينا طبيعته .
- 2- إذا كان اللاعب (A) متوقف لحظة قذفه للكرة ، و هو يبعد عن الشاقول المار من مركز السلة بمقدار  $L = 11 \text{ m}$  .
- أ- بأي سرعة ابتدائية  $v_0$  يجب أن يقذف اللاعب الكرة حتى يسجل الهدف .
- ب- ما هي المدة الزمنية التي تستغرقها الكرة منذ لحظة قذفها من طرف اللاعب إلى غاية دخولها السلة .
- ج- أحسب سرعة الكرة لحظة مرورها بمركز السلة و كذا الزاوية  $\beta$  التي يصنعها مع الأفق .
- 3- بإهمال نصف قطر الكرة أمام أبعاد أرضية الملعب ، أوجد موقع سقوط الكرة على الأرض ، بالنسبة إلى اللاعب (A) .
- 4- نفرض أن اللاعب (B) من الفريق المنافس يقف بين اللاعب (A) و السلة وذلك على بعد  $L' = 1 \text{ m}$  من اللاعب (A) ويحاول اعتراض مسار الكرة بالقفز شاقوليا رافعا يديه إلى الأعلى حيث تبلغ أطراف أصابعه الارتفاع  $h_3 = 3.2 \text{ m}$  ، فإذا قذف اللاعب (A) الكرة بنفس السرعة السابقة  $v_0$  . فهل يتمكن من تسجيل الهدف هذه المرة . اشرح .

### أجوبة مختصرة :

- 1- أ) مسقط الحركة على المحور (ox) هي حركة مستقيمة منتظمة .  
مسقط الحركة على المحور (oy) هي حركة ممستقيمة متغيرة بانتظام .
- ب) 
$$v_D = \sqrt{\frac{g \cdot x_1^2}{2 \cos^2 \alpha (\tan \alpha \cdot x_1 + h_1 - y)}} = 11 \text{ m/s} \quad (2- \text{أ} , \quad y = -\frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 + \tan \alpha \cdot x + h_1)$$
- ب) 
$$\beta = 39^\circ , \quad v_N = 10 \text{ m/s} \quad (ج , \quad t_N = \frac{x_N}{v_0 \cos \alpha} = 1.41 \text{ s})$$
- 4) اللاعب (B) يبعد عن اللاعب (A) الموجود في مبدأ المعلم بمقدار  $x_2 = 1 \text{ m}$  ، هذا يعني أن فاصلة النقطة (B) التي تنتمي إلى المحور (ox) و الموافقة للموضع الموجود على أرضية الملعب و الذي قفز منه اللاعب (B) هي  $x_B = x_2 = 1 \text{ m}$
- اللاعب (B) تبلغ أطراف أصابعه علو لا يتعدى  $h_3 = 3.2 \text{ m}$  ، و منه إذا مرت الكرة فوق هذا العلو لا يمكن لهذا اللاعب أن يتصدى لها ، و بالتالي يسجل الهدف ، بينما إذا مرت الكرة على علو يساوي أو أقل من هذا الارتفاع  $h_3 = 3 \text{ m}$  الذي تبلغه أصابع اللاعب (B) عند قفزه ، فإنه يمكنه أن يتصدى للكرة و بالتالي يمنع اللاعب (A) من تسجيل الهدف .
- إذن لمعرفة إمكانية تسجيل الهدف أم لا ، نحسب علو الكرة عن الأرض في النقطة التي تنتمي إلى المحور (ox) و الموافقة للموضع الذي قفز منه اللاعب (B) ، نجد في النهاية :  $y_B = 2.94 \text{ m}$  ، نلاحظ أن علو الكرة أقل من أقصى علو تبلغه أطراف أصابع اللاعب (B) ( $2.94 < 3.2$ ) ، نستنتج أن اللاعب (B) يمكنه أن يتصدى للكرة و بالتالي الهدف لا يسجل .

www.sites.google.com/site/faresfergani  
Fares\_Fergani@yahoo.Fr

## تمارين مقترحة

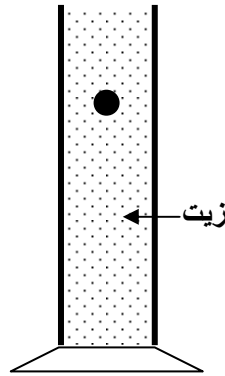
### 3AS U05 - Exercice 056

المحتوى المعرفي : تطور جملة ميكانيكية .

السنة الدراسية : 2016/2015

#### نص التمرين : (\*\*\*)

ندرس حركة كرة معدنية (S) كتلتها الحجمية  $\rho_s$  وكتلتها  $m_s = 37.5 \text{ g}$  تسقط شاقوليا داخل إناء يحتوي على الزيت ، الكتلة الحجمية للزيت  $\rho_f = 860 \text{ kg/m}^3$  ، يعطى :  $g = 10 \text{ m/s}^2$  .



تنطلق الكرة من السكون في اللحظة  $t = 0$  وبتسارع قدره  $a_0 = 8,0 \text{ m/s}^2$  وابتداء من اللحظة  $t_1$  تصبح سرعتها ثابتة وتأخذ القيمة  $v_\ell = 1,0 \text{ m/s}$  . تخضع الكرة أثناء سقوطها إلى : قوة ثقلها  $\vec{P}$  ، ودافعة أرخميدس  $\vec{\Pi}$  ، قوة الاحتكاك  $\vec{f}$  التي تتناسب مع سرعتها  $v$  ( $f = kv$ ) .

- المعادلة التفاضلية لحركة الكرة من الشكل :  $\frac{dv}{dt} + C_1 v = g(1 - C_2)$  حيث  $C_1$  ،  $C_2$  ثابتين .

- 1- بين أنه من الشروط الابتدائية السابقة ، يمكن إثبات أن دافعة أرخميدس غير مهمة .
- 2- بتطبيق القانون الثاني للنيوتن أوجد عبارتي  $C_1$  ،  $C_2$  بدلالة كل من  $\rho_s$  ،  $\rho_f$  ،  $m_s$  ،  $k$  .
- 3- احسب قيمة الثابتين  $C_1$  ،  $C_2$  .
- 4- استنتج قيمة كل من  $\rho_s$  ،  $k$  .
- 5- أحسب شدة دافعة أرخميدس  $\Pi$  .

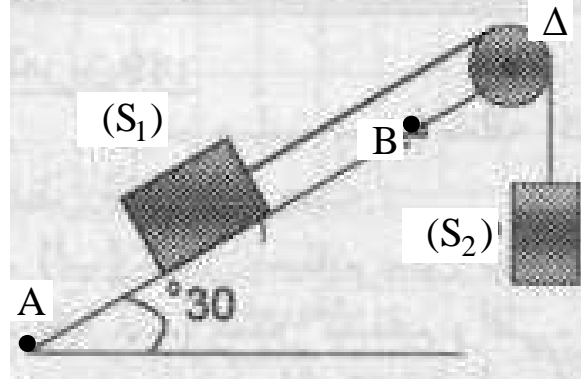
Fares\_Fergani@yahoo.Fr

### 3AS U05 - Exercice 057

**نص التمرين :** ( بكالوريا سبتمبر 1995 - ع د - وسط ) (\*\*)

لتعيين الكتلة  $m_1$  لجسم صلب ( $S_1$ ) و شدة قوة الاحتكاك  $\vec{f}$  المعيقة لحركته على مستوي مائل على الأفق بزاوية  $\alpha = 30^\circ$  و التي نعتبر شدتها ثابتة و مستقلة عن سرعته ، نحقق التجربة التالية :

نوصل الجسم ( $S_1$ ) بجسم ثان ( $S_2$ ) كتلته  $m_2$  بواسطة خيط مهمل الكتلة و عديم الامتطاط يمر على محز بكرة مهمل الكتلة تدور حول محور أفقي ثابت ( $\Delta$ ) .



تحرر الجملة من السكون فيقطع الجسم ( $S_1$ ) مسافة  $x = AB$  (الشكل) خلال زمن معين .

- 1- أدرس حركة هذه الجملة و حدد طبيعتها .
- 2- كررنا التجربة السابقة من أجل قيم مختلفة  $m_2$  للجسم ( $S_2$ ) و قسنا كل مرة الزمن اللازم لقطع المسافة  $x = 1 \text{ m}$  فحصلنا على جدول القياسات التالي :

$m_2 \text{ (kg)}$	0.50	0.80	1.00	1.18	1.70
$t^2 \text{ (s}^2\text{)}$	1.79	0.59	0.46	0.40	0.32
$a \text{ (m/s}^2\text{)}$					
$T \text{ (N)}$					

أ- اعتمادا على نتائج الدراسة السابقة ، أكمل الجدول .

ب- أرسم المنحنى البياني  $T = f(a)$  معتمدا السلم التالي :

$$1 \text{ cm} \rightarrow 0.5 \text{ N}$$

$$1 \text{ cm} \rightarrow 0.5 \text{ m/s}^2$$

ج- استنتج من المنحنى البياني قيمة كل من  $m_1$  (كتلة الجسم  $S_1$ ) و  $f$  (شدة قوة الاحتكاك) .  
نعتبر :  $g = 10 \text{ m/s}^2$  .

www.sites.google.com/site/faresfergani  
Fares\_Fergani@yahoo.Fr

## تمارين مقترحة

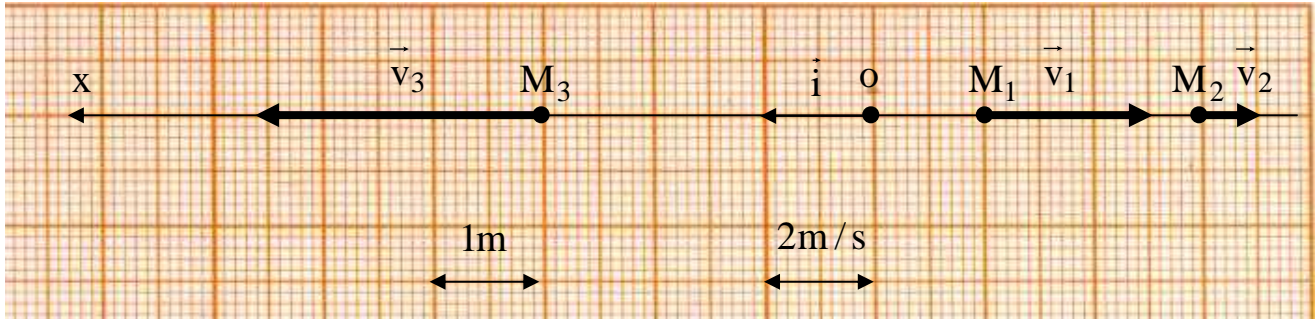
### 3AS U05 - Exercice 058

المحتوى المعرفي : تطور جملة ميكانيكية .

السنة الدراسية : 2016/2015

#### نص التمرين : (\*\*\*)

نقذف بسرعة ابتدائية  $v_0$  جسم صلب (S) كتلته  $m$  من أسفل مستوي مائل باتجاه أعلاه ، و بعد قطعه مسافة  $d$  يغير جهة حركته راجعا إلى أسفل المستوي المائل .  
حركة مركز عطالة (S) تتم في طورين خلال المجال الزمني  $[0, 5s]$  ، يمر على التوالي بالمواضع  $M_1$  ،  $M_2$  ،  $M_3$  في اللحظات الزمنية  $t_1 = 1s$  ،  $t_2 = 2s$  ،  $t_3 = 5s$  على الترتيب ، و تكون أشعة سرعته اللحظية الموافقة كما في الشكل التالي :



1- أكتب بدلالة  $\vec{i}$  العبارات الشعاعية للمقادير :  $\overrightarrow{OM_1}$  ،  $\overrightarrow{OM_2}$  ،  $\overrightarrow{OM_3}$  الممثلة لأشعة الموضع ، و العبارات الشعاعية للمقادير :  $\vec{v}_1$  ،  $\vec{v}_2$  ،  $\vec{v}_3$  الممثلة لأشعة السرعات اللحظية في اللحظات  $t_1$  ،  $t_2$  ،  $t_3$  على الترتيب علما بأن كل تدرية على الوثيقة تمثل 1 m بالنسبة للمسافات و 2 m/s بالنسبة للسرعات .

2- أحسب النسب :  $\frac{\Delta \overrightarrow{OM}}{\Delta t}$  بين اللحظتين  $(t_1, t_2)$  ،  $(t_2, t_3)$  ،  $(t_1, t_3)$  . ماذا تمثل هذه النسب ؟ ماذا تستنتج فيما يخص طبيعة الحركة ؟

3- أكتب بدلالة  $\vec{i}$  عبارة شعاع التسارع الوسطي  $\vec{a}_m$  بين اللحظتين  $(t_1, t_2)$  ،  $(t_2, t_3)$  ،  $(t_1, t_3)$  .

4- اعتمادا على النتائج السابقة حدد طبيعة حركة مركز عطالة الجسم (S) على المستوي المائل .

5- أكتب المعادلتين الزميتين  $x(t)$  ،  $v(t)$  خلال الطور الأول (من لحظة قذف (S) إلى لحظة تغيير جهة حركته بعد أن يقطع المسافة  $d$  ، ثم أحسب :

- قيمة السرعة الابتدائية  $v_0$  التي قذف بها (S) .
- اللحظة  $t$  التي يغير فيها الجسم (S) جهة حركته .
- المسافة  $d$  التي يقطعها مركز عطالة (S) قبل أن يغير جهة حركته .

