دورة الوحدة (02)	الدّرس (04): "دراسة حركة جسم صلب على المستوي الأفقي والمائل"	BAC 2023

$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2}$

في هذا الدّرس سنتطرّق إلى:

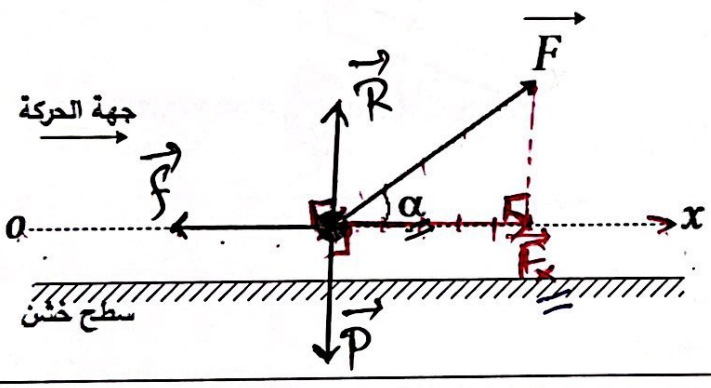
.1	• دراسة حركة جسم صلب على المستوي الأفقي.
.2	• دراسة حركة جسم صلب على المستوي المائل.
.3	• دراسة حركة جسمين مرتبطين بخيط وبكرة.
*	• أمثلة توضيحيّة.

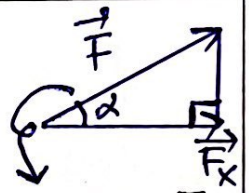
amine.zeddoun

1. دراسة حركة جسم صلب على المستوي الأفقي:

– المستوي الأفقي

تمثيل القوى المؤثّرة





$\cos(\alpha) = \frac{F_x}{F}$

$\Rightarrow F_x = F.\cos(\alpha)$

تطبيق القانون الثاني لنيوتن

– الجملة المدروسة: جسم (S).

– المرجع: عطالي سطحي أرضي.

– بتطبيق القانون الثاني لنيوتن:

$\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}$

$\Rightarrow \vec{P} + \vec{R} + \vec{F} + \vec{f} = m.\vec{a}$

بالإسقاط على محور الحركة (Ox):

$\Rightarrow 0 + 0 + F_x - f = m.a$

$\Rightarrow F.\cos(\alpha) - f = m.a$

$a = \frac{F.\cos(\alpha) - f}{m}$

ثابت

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

Scanned with CamScanner

$a \times v > 0$ (+)(+)

حركة مستقيمة متغيرة بانتظام

$a \times v < 0$ (−)(+)

طبيعة الحركة	أطوار مستقيم؛ و ثابت a
المعادلة التفاضلية للسرعة	$\frac{dv}{dt} = \frac{F.\cos(\alpha) - f}{m}$
المعادلة التفاضلية للموضع	$\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{F.\cos(\alpha) - f}{m}$

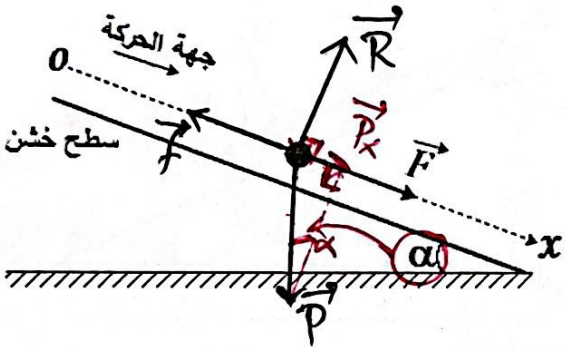
الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

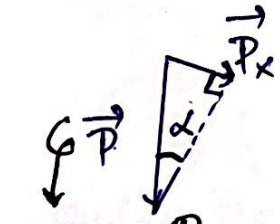
amine.zeddoun

2. دراسة حركة جسم صلب على المستوي المائل:

- المستوي المائل

تمثيل القوى المؤثرة





$$\sin(\alpha) = \frac{P_x}{P}$$

$$\Rightarrow P_x = P.\sin(\alpha) = m\,g.\sin(\alpha)$$

تطبيق القانون الثاني لنيوتن

- الجملة المدروسة: جسم (S).
- المرجع: سطحي أرضي نعتبره عطالي (غاليلي).
- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن:

$$\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}$$

$$\Rightarrow \vec{P} + \vec{R} + \vec{f} + \vec{F} = m.\vec{a}$$

بالإسقاط على المحور (Ox):

$$\Rightarrow P_x + 0 - f + F = m.a$$

$$\Rightarrow m\,g.\sin(\alpha) - f + F = m.a$$

$$\Rightarrow a = \frac{m\,g.\sin(\alpha) - f + F}{m}$$

$$\Rightarrow a = \frac{m\,g.\sin(\alpha)}{m} + \frac{-f+F}{m}$$

$$\Rightarrow a = g.\sin(\alpha) + \frac{-f+F}{m}$$

ثابت $\rightarrow \oplus$ ، $= \ominus$

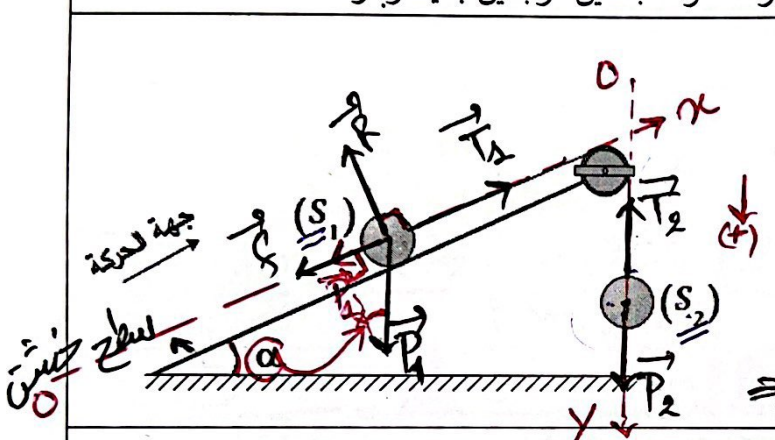
Scanned with CamScanner

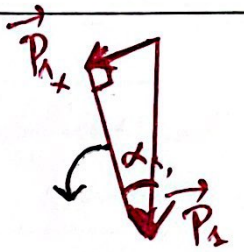
طبيعة الحركة	المسار مستقيم ؛ و $a=$ ثابتة ← حركة مستقيمة متغيرة بانتظام.
المعادلة التفاضلية للسرعة	$\frac{dv}{dt} = g.\sin(\alpha) + \frac{f+F}{m}$
المعادلة التفاضلية للموضع	$\frac{d^2x}{dt^2} = g.\sin(\alpha) + \frac{f+F}{m}$

3. دراسة حركة جسمين مرتبطين بخيط (مهمل الكتلة وعديم الامتطاط) وبكرة:

– دراسة حركة جسمين مرتبطين بخيط وبكرة

تمثيل القوى المؤثرة





$$\sin(\alpha) = \frac{P_{1x}}{P_1}$$

$$\Rightarrow P_{1x} = P_1.\sin(\alpha) = m_1 g.\sin(\alpha).$$

– الجملة المدروسة: الجسم (S_1)، الجسم (S_2).

– المرجع: سطحي أرضي نعتبره عطالي (غاليلي).

– بتطبيق القانون الثاني لنيوتن:

تطبيق القانون الثاني لنيوتن

(S_2)	(S_1)
$\sum \vec{F}_{ext} = m_2 \vec{a}_2$	$\sum \vec{F}_{ext} = m_1 \vec{a}_1$
$\Rightarrow \vec{P}_2 + \vec{T}_2 = m_2 \vec{a}_2$	$\Rightarrow \vec{P}_1 + \vec{R} + \vec{T}_1 + \vec{f} = m_1 \vec{a}_1$
بالإسقاط على محور الحركة (Oy)	بالإسقاط على محور الحركة (Ox)
$\Rightarrow P_2 - T_2 = m_2 a_2$	$\Rightarrow -P_{1x} + 0 + T_1 - f = m_1 a_1$
$\Rightarrow m_2 g - T_2 = m_2 a_2$	$\Rightarrow -m_1 g.\sin(\alpha) + T_1 - f = m_1 a_1$
$\Rightarrow T_2 = m_2 g - m_2 a_2$	$\Rightarrow T_1 = m_1 a_1 + m_1 g.\sin(\alpha) + f$

Scanned with CamScanner

نلاحظ أن : $a_1 = a_2 = a$; $T_1 = T_2$

$\Rightarrow m_1.a + m_1.g.\sin(\alpha) + f = m_2.g - m_2.a$ $\Rightarrow m_1.a + m_2.a = m_2.g - m_1.g.\sin(\alpha) - f$ $\Rightarrow (m_1 + m_2).a = g(m_2 - m_1.\sin(\alpha)) - f$ $\Rightarrow a = \dfrac{g(m_2 - m_1\sin(\alpha)) - f}{(m_1 + m_2).}$ ثابت	تطبيق القانون الثاني لنيوتن
الحركة مستقيمة و a ثابت $\Leftarrow$ حركة مستقيمة متغيرة بانتظام.	طبيعة الحركة
$\dfrac{dv}{dt} = \dfrac{g(m_2 - m_1\sin(\alpha)) - f}{(m_1 + m_2)}$	المعادلة التفاضلية للسرعة
$\dfrac{d^2x}{dt^2} = \dfrac{g(m_2 - m_1.\sin(\alpha)) - f}{(m_1 + m_2).}$	المعادلة التفاضلية للموضع



الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

Scanned with CamScanner

دورة الوحدة (02)	سلسلة تمارين رقم (03): "دراسة حركة جسم صلب على المستوي الأفقي والمائل"	BAC 2023

amine.zeddoun

التمرين الأول:

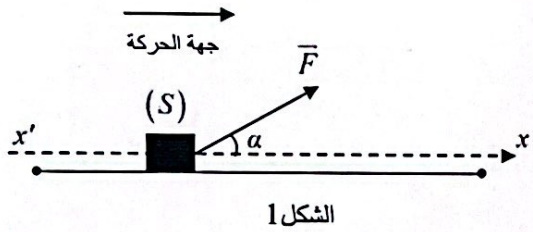


إن مفهومي القوة والحركة يحظيان باهتمام خاص في علم الميكانيك، بالخصوص في الحياة اليومية مثل جر، دفع ورمي الأجسام، ...

يهدف هذا التمرين إلى تحديد شدة قوة الجر $\vec{F}$ التي تطبقها التلميذة لجر محفظتها على مسار مستقيم أفقي أثناء ذهابها إلى المدرسة.

معطيات:

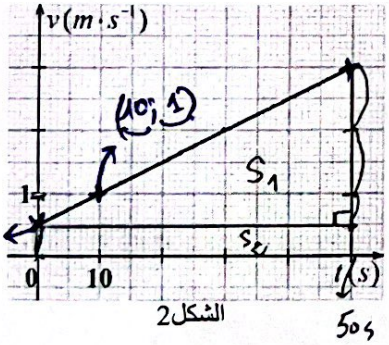
- **الشكل التخطيطي الوصفي لجر المحفظة (S) على مستوى أفقي:**



الشكل1

خرجت التلميذة "منى" من المنزل للذهاب إلى المدرسة وعند اقترابها منها، لاحظت أن الحارس يستعد لغلق باب الدخول فأسرعت الخطى عند لحظة نعتبرها مبدأ لقياس الأزمنة $t=0$ لتلتحق بالمدرسة قبل غلق الباب وهي تجر محفظتها المزودة بعجلات صغيرة على مسار مستقيم أفقي مطبقة عليها قوة ثابتة $\vec{F}$ يصنع حاملها زاوية $\alpha=60°$ مع المستوي الأفقي (الشكل1).
تخضع المحفظة أثناء حركتها لقوة احتكاك $\vec{f}$ ثابتة ومعاكسة لشعاع السرعة شدتها 10N. نهمل تأثير الهواء.

- كتلة المحفظة: $m=3\,kg$
- تطور سرعة مركز عطالة المحفظة على المسار المستقيم الأفقي بدلالة الزمن (الشكل2).



الشكل2

1. باستغلال المنحنى البياني (الشكل2):
   1.1. حدّد طبيعة حركة مركز عطالة المحفظة (S) واحسب تسارعه.
   2.1. احسب المسافة المقطوعة بين اللحظة $t=0$ ولحظة غلق باب المدرسة عند وصول التلميذة $t=50\,s$.
2. ذكّر بنص القانون الثاني لنيوتن.
3. أعد رسم الشكل1 ومثّل عليه القوى الخارجية المطبقة على المحفظة (S) خلال حركتها.
4. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على المحفظة (S):
   1.4. بيّن أن المعادلة التفاضلية لحركة مركز عطالة المحفظة (S) تعطى بالعبارة الموالية:

$$\frac{d^2x}{dt^2}=\frac{F\cdot\cos(\alpha)-f}{m}$$

   2.4. احسب شدة قوة الجر $\vec{F}$ المطبقة على المحفظة (S).
5. إذا أرادت التلميذة قطع المسافة السابقة بسرعة ثابتة فما هي شدة القوة $\vec{F}$ الواجب تطبيقها على المحفظة (S) في هذه الحالة؟ استنتج أقل قيمة للسرعة التي ينبغي أن تتحرك بها للوصول إلى باب المدرسة قبل غلقه.

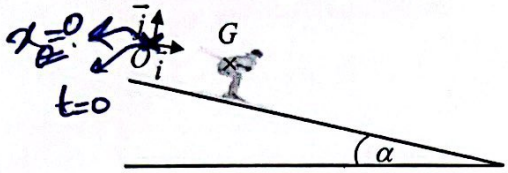
amine.zeddoun

Scanned with CamScanner

amine.zeddoun

التمرين الثاني:

في رحلة مدرسية لمُرتفعات الشّريعة في موسم تساقط الثلوج، صوّر أحمد بواسطة هاتفه مُتزحلقًا على الثلج مرّ من أمامه على مُنحدر مستو يميل عن الأفق بزاوية $\alpha = 10°$. أثناء إلقاء الأستاذ لدرس تطبيقات القانون الثاني لنيوتن عرض أحمد الفيديو على أستاذه الذي اقترح دراسة حركة المتزحلق.



الشكل1

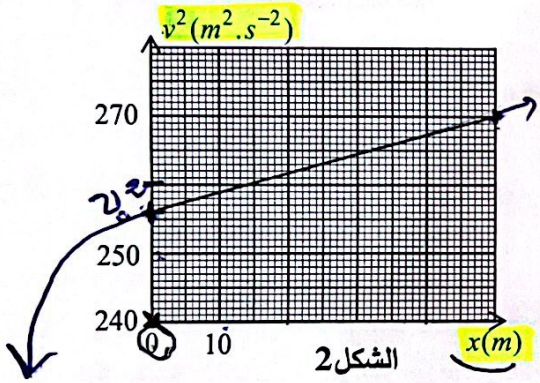
يهدف هذا التمرين إلى دراسة حركة المتزحلق على مستوي مائل.

نُنمذج المتزحلق ولوازمه بجسم صلب كتلته $m = 80Kg$ مركز عطالته G.

ندرس حركة G في معلم مُتعامد ومتجانس $(O,\vec{i},\vec{j})$ مُرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا (الشكل1).

يُطبّق سطح المستوي المائل على المُتزحلق قوة $\vec{R}$ ذات مركّبة ناظمية $\vec{R}_N$ ومركّبة مماسية $\vec{f}$ معاكسة لجهة الحركة شدّتها ثابتة، حيث: $\vec{R} = \vec{R}_N + \vec{f}$ (نُهمل تأثير الهواء ونعتبر تسارع الجاذبية الأرضية $g = 9,81 m.s^{-2}$).

نختار مبدأ الأزمنة $t = 0$ لحظة مرور المتزحلق من الموضع O.



الشكل2

1. اكتب نص القانون الثاني لنيوتن.
2. مثّل القوى الخارجية المُؤثرة على مركز عطالة المتزحلق G.
3. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، جِدْ عبارة التسارع a لمركز العطالة G بدلالة m، g، α و f. ثم ناقش طبيعة حركة G حسب قيمة f.
4. سمحت مُعالجة الفيديو بواسطة برنامج *Avistep* من تحديد سرعة المتزحلق v في مواضع مختلفة فواصلها x أثناء حركته ورسم البيان $v^2 = f(x)$ (الشكل2).

1.4. حدّد طبيعة حركة G ثم اكتب المعادلة الزمنية لكل من السرعة $v(t)$ والحركة $x(t)$

2.4. بيّن أنّ العلاقة التي تربط بين v^2 و x تُعطى بالعبارة: $v^2 = 2ax + v_0^2$ حيث v_0 السرعة الابتدائية للمتزحلق عند مروره بالموضع O.

3.4. جِدْ قيمة التسارع a والسرعة الابتدائية v_0.

4.4. استنتج شدة قوة الاحتكاك $\vec{f}$.

5. احسب قيمة شدة القوة $\vec{R}_N$ ثم استنتج قيمة شدة $\vec{R}$.

amine.zeddoun

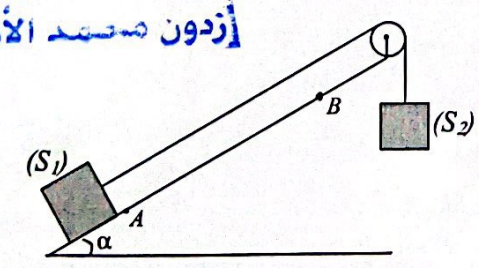
التمرين الثالث:

الأستاذ العلوم الفيزيائية
أزدون محمد الأمين

يجر جسم صلب (S_2) كتلته $m_2 = 600g$، بواسطة خيط مهمل الكتلة وعديم الإمتطاط يمر على محز بكرة مهملة الكتلة ، عربة (S_1) كتلتها $m_1 = 800g$ تتحرك على مستو يميل عن الأفق بزاوية $\alpha = 30°$.

في وجود قوى احتكاك $\vec{f}$ شدتها ثابتة و لا تتعلق بسرعة العربة.

في اللحظة $t = 0s$ تنطلق العربة من النقطة A دون سرعة ابتدائية، فتقطع مسافة $AB = x$، كما هو موضح في (الشكل-4). نأخذ كمبدأ للفواصل النقطة A.



الشكل-4

1- أعد رسم (الشكل-4)، أحص ومثّل عليه القوى الخارجية المؤثرة على كل من (S_1) و (S_2).

Scanned with CamScanner

2- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على (S_1) و (S_2).

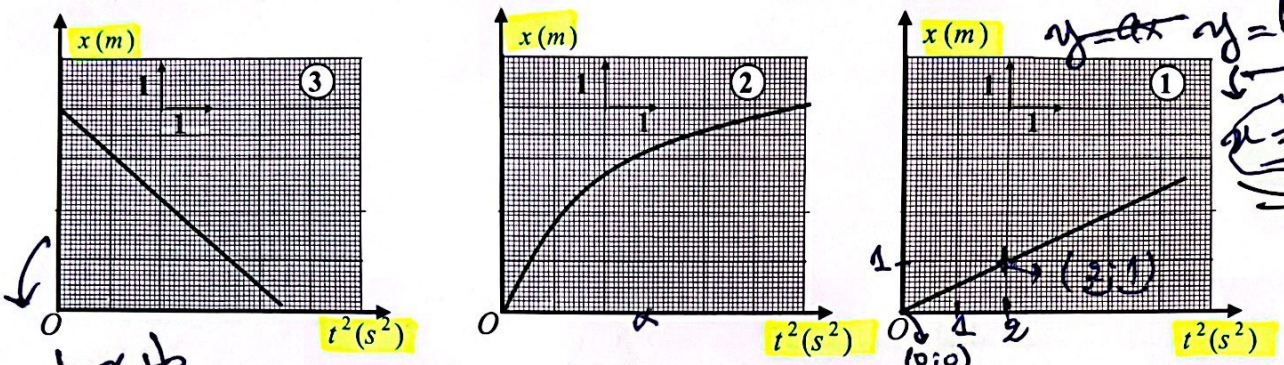
أ- بيّن أن المعادلة التفاضلية للفاصلة x تعطى بالعلاقة التالية : $\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{(m_2 - m_1 \sin\alpha)}{m_1 + m_2} g - \frac{f}{m_1 + m_2}$

ب- استنتج طبيعة حركة الجسم (S_1).

ج- باستغلال الشروط الابتدائية أوجد حلا للمعادلة التفاضلية السابقة .

amine.zeddoun

3- من أجل قيم مختلفة لـ x كررنا التجربة السابقة عدة مرات فتحصلنا على منحنى بياني يلخص طبيعة حركة الجسم (S_1).



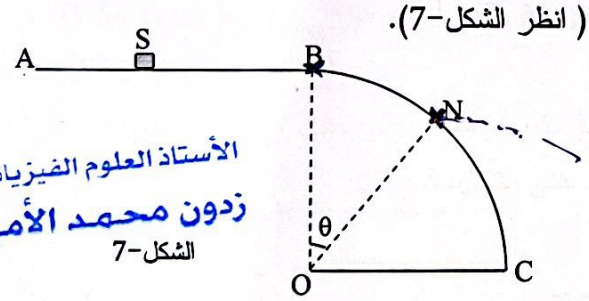
أ- من بين البيانات الثلاثة (1)، (2) و(3) ما هو البيان الذي يتفق مع الدراسة النظرية السابقة ؟ علّل.

ب- احسب من البيان قيمة التسارع a.

ج- استنتج قيمة كل من قوة الاحتكاك f وتوتر الخيط T. علما أن : $g = 9{,}80\ m \cdot s^{-2}$

التمرين الرّابع:

لدراسة حركة جسم صلب (S) كتلته $m = 100g$ على السطح الدائري الشاقولي الأملس BC نصف قطره $r = 1m$، نقذف (S) من النقطة A بسرعة ابتدائية أفقية $\vec{v_A}$ ليتحرك على السطح الأفقي $AB = d = 1m$، حيث تكون شدة قوة الاحتكاك على هذا الجزء ثابتة $f = 0{,}8N$ وجهتها معاكسة لجهة الحركة، يمر (S) بالنقطة B بداية السطح BC بالسرعة $\vec{v_B}$ ويواصل حركته عليه ليغادره عند النقطة N (انظر الشكل-7).



الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

الشكل-7

1- أ- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن بيّن أنّ حركة (S) على الجزء AB مستقيمة متباطئة بانتظام.

ب- بيّن أن القيمة v_A لسرعة القذف يمكن كتابتها بالعبارة التالية: $v_A^2 = v_B^2 + \frac{2.d.f}{m}$

2- الشكل- 8 يمثل منحنى تغيرات $cos\theta$ بدلالة v_B^2، حيث θ هي الزاوية التي من أجلها يغادر الجسم (S) السطح الدائري في النقطة N بالسرعة $\vec{v_N}$.

أ- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة ، جد عبارة v_N^2 بدلالة v_B^2 و g و r و θ.

ب- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، جد عبارة شدة $\vec{R}$ لفعل السطح الدائري على الجسم (S).

ج- جد العبارة النظرية لـ $cos\theta$ بدلالة v_B^2 و g و r التي من أجلها يغادر (S) السطح الدائري في النقطة N.

د- بالاعتماد على السؤال (ج) والمنحنى، جد قيمة g تسارع الجاذبية الأرضية في مكان التجربة.

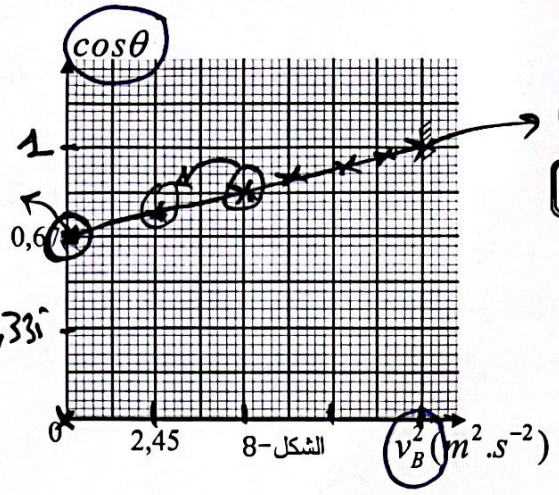
3- ما هي أكبر قيمة للزاوية θ وقيمة السرعة v_A عندئذ ؟

amine.zeddoun

Scanned with CamScanner

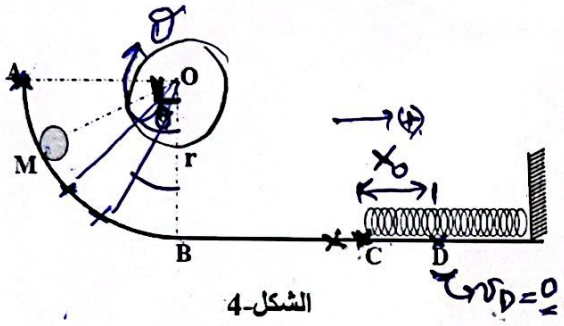
amine.zeddoun

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين



الشكل-8

التمرين الخامس:



الشكل-4

يتألف طريق من جزئين حيث:

الجزء AB: ربع دائرة شاقولي أملس (الاحتكاكات مهملة) نصف قطرها r ومركزها O .

الجزء BC: طريق أفقي خشن (الاحتكاكات تكافئ قوة ثابتة في الشدة ومعاكسة لاتجاه الحركة) طوله $BC = 1m$.

عند اللحظة $t = 0$ نترك كرية نعتبرها نقطية بدون سرعة ابتدائية كتلتها m= 0,5kg انطلاقا من نقطة M من المسار AB، بحيث يشكل شعاع موضعها $\overline{OM}$ زاوية قدرها θ مع شاقول النقطة O كما هو موضح في **الشكل-4**.

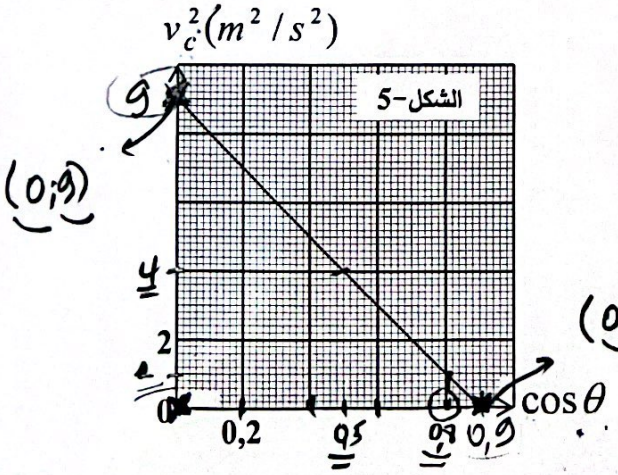
I- 1) مثل القوى الخارجية المؤثرة على الكرية في الجزء AB .

2) بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة للجملة (كرية) بين الموضعين M و B ، أوجد عبارة v_B^2 (مربع السرعة عند B) بدلالة θ.

3) بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، ادرس حركة مركز عطالة الكرية وحدّد طبيعتها على الجزء BC.

4) بيّن أنّ عبارة v_C^2 (مربع السرعة عند C) بدلالة θ تكتب على الشكل: $v_C^2 = a\cos\theta + b$ حيث: a و b ثابتين يطلب تحديد عبارتيهما.

II- قمنا بتغيير قيمة الزاوية θ بتغيير موضع الكرية M، وباستعمال برنامج مناسب تمكنّا من تحديد سرعة وصول الكرية للموضع C ، فتحصلنا على البيان الموضح في **الشكل-5**.



الشكل-5

1) اكتب معادلة البيان.

2) باستعمال البيان والعلاقة (I-4) اوجد كلا من:

- r نصف قطر المسار.
- f شدة قوة الاحتكاك.

3) حدّد أدنى زاوية θ تمكن الكرة من الوصول الى النقطة C.

Scanned with CamScanner

III- نترك الكرية من النقطة A لحالها دون سرعة ابتدائية لتصل إلى النقطة C فتصطدم بنهاية نابض مرن مهمل الكتلة، حلقاته غير متلاصقة، ثابت مرونته $K = 200N.m^{-1}$، لتنعدم سرعتها عند النقطة D بعد قطعها المسافة $X_0 = CD$ في الاتجاه الموجب لمحور الحركة. باعتبار مبدأ الأزمنة لحظة وصول الكرية للنقطة C ومبدأ الفواصل النقطة C. (الاحتكاكات مهملة على الجزء CD).

1) حدّد السرعة التي تصل بها الكرية للموضع C.

2) مثّل القوى الخارجية المؤثرة على الكرية أثناء الانتقال CD، وماهي القوة المسؤولة عن انعدام سرعتها.

3) احسب المسافة X_0.

يعطى: g=10N /Kg


amine.zeddoun

الأستاذ العلوم الفيزيائية

زدون محمد الأمين

Scanned with CamScanner

حل سلسلة التمارين رقم (03):
دراسة حركة جسم صلب على المستوي الأفقي والمستوي المائل

• حل التمرين (01):

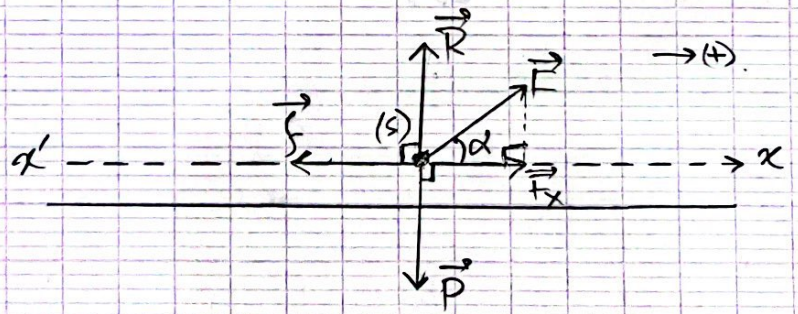
① 1- لدينا: من البيان نلاحظ أن السرعة متزايدة ($v>0$ و $a>0$)
* $a \times v > 0$ ومنه: حركة مستقيمية مسارعة بانتظام.
* المسار مستقيم.

2- $d = \frac{50 \times 2,5}{2} + 50 \times 0,5 \Rightarrow d = 87,5\ m$

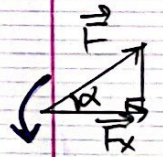
(تابع للسؤال ① 1-).

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{1 - 0,5}{10 - 0} \Rightarrow a = 0,05\ m/s^2.$$

② نص القانون (II) لنيوتن: $\sum \vec{F} = m\vec{a}$.



③



$\cos(\alpha) = \frac{F_x}{F}$

$\Rightarrow F_x = F \cdot \cos(\alpha)$

④ 1- الجملة المدروسة: الصفيحة (S).
- المرجع: سطح الأرض نعتبره غاليلي.
- القوى المؤثرة:
  - قوة الثقل $\vec{P}$.
  - قوة رد فعل السطح $\vec{R}$.
  - قوة الاحتكاك $\vec{f}$.
  - قوة الجر $\vec{F}$.

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

Scanned with CamScanner

- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن : $\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}$

$\Rightarrow \vec{P} + \vec{R} + \vec{f} + \vec{F} = m.\vec{a}$

$\Rightarrow 0 + 0 - f + F_x = m.a$: بالإسقاط على $(x'x)$

$\Rightarrow -f + F.\cos(\alpha) = m.a$

$\Rightarrow a = \dfrac{F.\cos(\alpha) - f}{m}$; $a = \dfrac{dv}{dt} = \dfrac{d^2x}{dt^2}$

$\Rightarrow \dfrac{d^2x}{dt^2} = \dfrac{F.\cos(\alpha) - f}{m}$

2- لدينا : $-f + F.\cos(\alpha) = m.a$

$\Rightarrow F.\cos(\alpha) = m.a + f$

$\Rightarrow F = \dfrac{m.a + f}{\cos(\alpha)} = \dfrac{3 \times 0{,}05 + 10}{\cos(60)} \Rightarrow F = 20{,}3N$

* ⑤ لسرعة ثابتة معناه : $a = 0$

$-f + F.\cos(\alpha) = \dfrac{m.0}{0}$

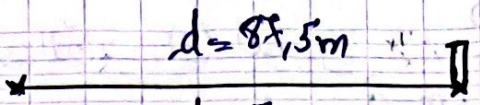
$\Rightarrow -f + F.\cos(\alpha) = 0$

$\Rightarrow F.\cos(\alpha) = f \Rightarrow F = \dfrac{f}{\cos(\alpha)} = \dfrac{10}{\cos(60)}$

$\Rightarrow F = 20N.$

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

Scanned with CamScanner



السرعة = المسافة / الزمن ⇒ $v = \frac{d}{t}$.

$t \leq 50s$.

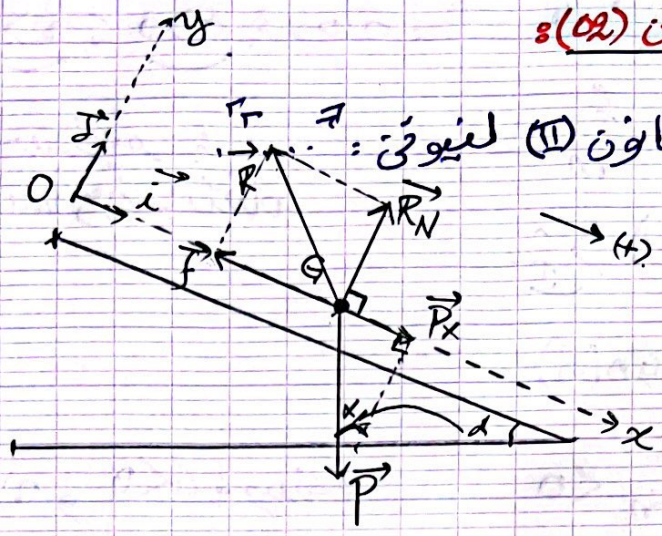
$\Rightarrow \quad \frac{1}{t} \geq \frac{1}{50} \Rightarrow \frac{d}{t} \geq \frac{d}{50}$ ($d \to 87,5$)

$\Rightarrow \quad v \geq 1,75 m/s$.

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

Scanned with CamScanner

حل التمرين (02):



1- نطبق القانون (II) لنيوتن:

2-

$\sin(\alpha) = \frac{P_x}{P}$

$\Rightarrow P_x = P.\sin(\alpha)$

$\Rightarrow P_x = m.g.\sin(\alpha)$.

3- الجملة المدروسة: (متزحلق + لوازمه)

- المرجع = سطح أرضي نعتبره غاليلي.
- القوى المؤثرة: - قوة الثقل $\vec{P}$.
- قوة رد فعل السطح $\vec{R_N}$.
- قوة الاحتكاك $\vec{f}$.

- بتطبيق القانون (I) لنيوتن: $\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}$.

$\Rightarrow \vec{P} + \vec{f} + \vec{R_N} = m.\vec{a}$.

- بالإسقاط على محور الحركة (Ox):

$\Rightarrow P_x - f + 0 = m.a$.

$\Rightarrow m.g.\sin(\alpha) - f = m.a$.

$\Rightarrow \frac{m.g.\sin(\alpha) - f}{m} = a$

$\Rightarrow a = \frac{m.g.\sin(\alpha)}{m} - \frac{f}{m}$. $\Rightarrow a = g.\sin(\alpha) - \frac{f}{m}$.

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

Scanned with CamScanner

$$g.\sin(\alpha) - \frac{f}{m} > 0$$

$$\Rightarrow g\sin(\alpha) > \frac{f}{m}.$$

$$\Rightarrow m.g.\sin(\alpha) > f.$$

$$\Rightarrow f < mg\sin(\alpha)$$

- * من أجل $v > 0$ و $a < 0$ ؛ ومنه :

المسار مستقيم ؛ $a \times v < 0$

↓ حركة مستقيمة متباطئة بانتظام .

$$g.\sin(\alpha) - \frac{f}{m} < 0$$

$$\Rightarrow g.\sin(\alpha) < \frac{f}{m}$$

$$\Rightarrow mg.\sin(\alpha) < f$$

$$\Rightarrow f > m.g.\sin(\alpha).$$

* من أجل $v < 0$ و $a > 0$ ؛ ومنه :

المسار مستقيم ؛ $a \times v < 0$

↓ حركة مستقيمة متباطئة بانتظام .

$$g.\sin(\alpha) - \frac{f}{m} = 0$$

$$\Rightarrow g.\sin(\alpha) = \frac{f}{m}.$$

$$\Rightarrow m.g.\sin(\alpha) = f.$$

$$\Rightarrow f = m.g.\sin(\alpha).$$

* من أجل $v > 0$ و $a = 0$ ؛ ومنه :

المسار مستقيم ؛ $a \times v = 0$

↓ حركة مستقيمة منتظمة .

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

Scanned with CamScanner

④ - 1 - لما حظ أن : السرعة متزايدة وهذا يوافق :

* $a > 0$ ، $v > 0$ $\Leftarrow$ $a \times v > 0$ $\Leftarrow$ $f < m.g.\sin(\alpha)$ } حركة مستقيمة متسارعة بانتظام

* المسار مستقيم.

$v(t)$.

$$\frac{dv}{dt} = a$$

$$\Rightarrow \int_{v_0}^{v(t)} dv = a.\int_{t_0=0}^{t} dt.$$

$$\Rightarrow v(t) - v_0 = a.(t - t_0)^0$$

$$\Rightarrow v(t) = a.t + v_0 .$$

$x(t)$.

$$\frac{dx}{dt} = v(t) = a.t + v_0 .$$

$$\Rightarrow dx = (at + v_0).dt .$$

$$\Rightarrow \int_{x_0}^{x(t)} dx = \int_{t_0}^{t} at.dt + v_0.\int_{t_0}^{t} dt .$$

$$\Rightarrow x(t) - x_0^{\nearrow 0} = a.\frac{1}{2}(t^2 - t_0^{2\nearrow 0}) + v_0(t - t_0^{\nearrow 0})$$

$$\Rightarrow x(t) = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t .$$

؟ $v^2 = 2ax + v_0^2$ - 2

البرهان :

$$v(t) = at + v_0$$

$$\Rightarrow v^2 = (at + v_0)^2 = a^2t^2 + v_0^2 + 2av_0t .$$

$$\Rightarrow v^2 - v_0^2 = a^2t^2 + 2av_0t \checkmark$$

$$\left[x(t) = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t\right] \times 2a$$ البرهان :

$$\Rightarrow 2ax = a^2t^2 + 2av_0t \checkmark$$

$$v^2 - v_0^2 = 2ax$$

$$\Rightarrow v^2 = 2ax + v_0^2 .$$ وهو المطلوب.

Scanned with CamScanner

$y = kx + b \Rightarrow v^2 = (k)x + (b)$: العبارة البيانية -3

$v^2 = (2a)x + (v_0^2)$: العبارة النظرية

- $2a = k$

$\Rightarrow a = \frac{k}{2}$

$\Rightarrow a = \frac{0,28}{2}$

$\Rightarrow a = 0,14\ m/s^2$.

* بالكتابة: $k = \frac{270 - 256}{50 - 0}$

$\Rightarrow k = 0,28$

- $v_0^2 = b \Rightarrow v_0^2 = 256 \Rightarrow v_0 = \sqrt{256}$

$\Rightarrow v_0 = 16\ m/s$.

* -4 لدينا:

$m g . \sin(\alpha) - f = m . a$

$\Rightarrow m . g . \sin(\alpha) - m . a = f$.

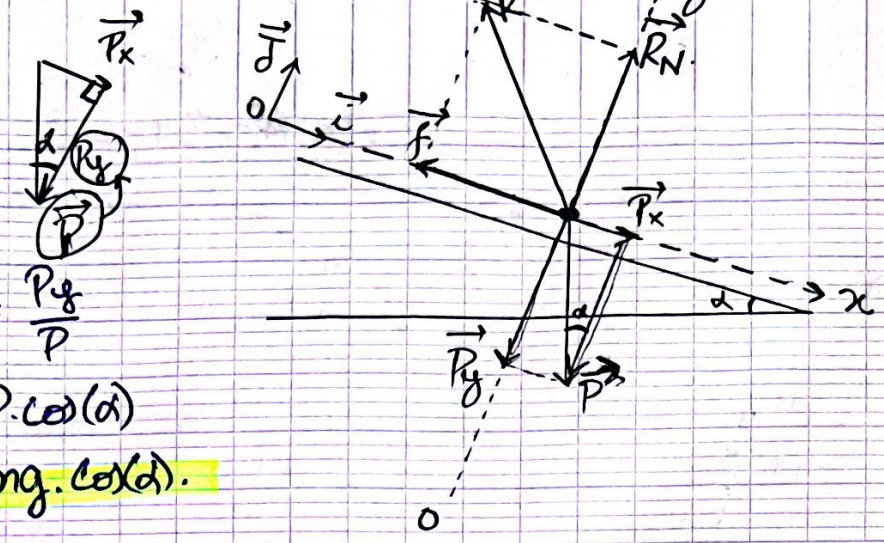
$\Rightarrow f = m(g . \sin(\alpha) - a) = 80(9,81 \times \sin(10) - 0,14)$

$\Rightarrow f = 125,09\ N$

الأستاذ العلوم الفيزيائية

زدون محمد الأمين

Scanned with CamScanner



$\cos(\alpha) = \frac{P_y}{P}$

$\Rightarrow P_y = P \cdot \cos(\alpha)$

$\Rightarrow P_y = mg \cdot \cos(\alpha)$.

* $R_N = ?$ بتطبيق القانون (II) لنيوتن : $\sum \vec{F}_{ext} = m \cdot \vec{a}$

$\Rightarrow \vec{P} + \vec{R_N} + \vec{f} = m \cdot \vec{a}$.

بالإسقاط على (OY) : $-P_y + R_N + 0 = m \cdot \vec{a}^{\,0}$

$\Rightarrow -m \cdot g \cdot \cos(\alpha) + R_N = 0$

$\Rightarrow R_N = m \cdot g \cdot \cos(\alpha) = 80 \times 9{,}81 \times \cos(10)$.

$\Rightarrow R_N = 772{,}88\,N$.

* $R = ?$ لدينا : $\vec{R} = \vec{R_N} + \vec{f} \Rightarrow \|\vec{R}\| = R = \sqrt{R_N^2 + f^2}$

$\Rightarrow R = \sqrt{(772{,}88)^2 + (125{,}08)^2}$

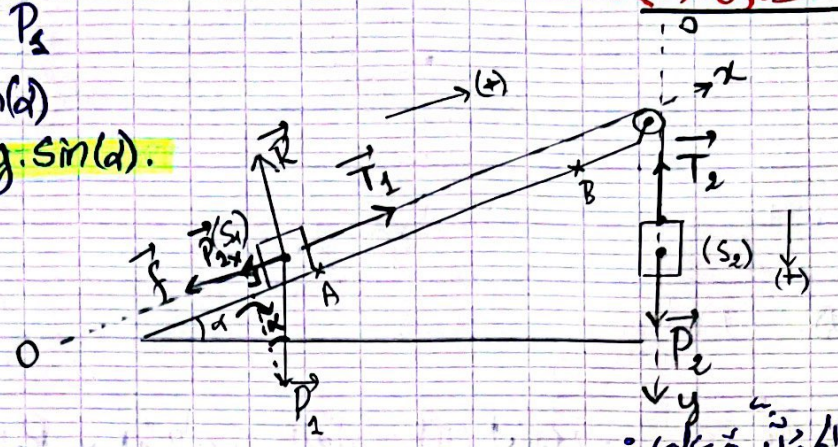
$\Rightarrow R = 782{,}93\,N$

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

Scanned with CamScanner

• حل التمرين (03):

①



* القوى المؤثرة على:

الجملة (S_1):
- قوة الثقل $\vec{P_1}$.
- قوة رد فعل السطح $\vec{R}$.
- قوة الاحتكاك $\vec{f}$.
- قوة توتر الخيط $\vec{T_1}$.

الجملة (S_2):
- قوة الثقل $\vec{P_2}$.
- قوة توتر الخيط $\vec{T_2}$.

② أ- الجملة المدروسة: الجملة (S_1) ؛ الجملة (S_2).
- المرجع: سطحي أرضي نعتبره غاليلي.
- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن:

الجملة (S_1):
$$\sum \vec{F}_{ext} = m_1 \cdot \vec{a}_1$$
$$\Rightarrow \vec{P_1} + \vec{R} + \vec{f} + \vec{T_1} = m_1 \cdot \vec{a}_1$$
بالإسقاط على محور الحركة (ox):
$$\Rightarrow -P_{1x} + 0 - f + T_1 = m_1 \cdot a_1$$
$$\Rightarrow -m_1 g \sin(\alpha) - f + T_1 = m_1 \cdot a_1$$
$$\Rightarrow T_1 = m_1 a_1 + m_1 g \sin(\alpha) + f$$

الجملة (S_2):
$$\sum \vec{F}_{ext} = m_2 \cdot \vec{a}_2$$
$$\Rightarrow \vec{P_2} + \vec{T_2} = m_2 \cdot \vec{a}_2$$
بالإسقاط على محور الحركة (oy):
$$\Rightarrow P_2 - T_2 = m_2 \cdot a_2$$
$$\Rightarrow P_2 - m_2 a_2 = T_2$$
$$\Rightarrow T_2 = m_2 g - m_2 \cdot a_2$$

نلاحظ أن: $T_1 = T_2 = T$ ؛ $a_1 = a_2 = a$

$$\sin(\alpha) = \frac{P_{1x}}{P_1}$$
$$\Rightarrow P_{1x} = P_1 \cdot \sin(\alpha)$$
$$\Rightarrow P_{1x} = m_1 \cdot g \cdot \sin(\alpha).$$

Scanned with CamScanner

$$T_1 = T_2$$: ومنه

$$\Rightarrow m_1 a + m_1 g.\sin(\alpha) + f = m_2 . g - m_2 . a .$$

$$\Rightarrow m_1 . a + m_2 . a = m_2 . g - m_1 g . \sin(\alpha) - f .$$

$$\Rightarrow (m_1 + m_2) . a = g(m_2 - m_1 . \sin(\alpha)) - f .$$

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

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

$$\Rightarrow \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{(m_2 - m_1 \sin(\alpha))}{m_1 + m_2} . g - \frac{f}{m_1 + m_2} .$$

ب- لدينا : ثابتة $a =$ و المسار مستقيم ومنه :
لحركة مستقيمة متغيرة بانتظام .

ج- لدينا : $\frac{dv}{dt} = a .$ $\Leftarrow$

$$\int_{v_0}^{v(t)} dv = a . \int_{t_0}^{t} dt .$$

$$\Rightarrow v(t) - v_0 = a . (t - t_0)$$

$$\Rightarrow \boxed{v(t) = a . t .}$$

ولدينا : $v = \frac{dx}{dt} = a . t .$ $\Leftarrow$

$$\int_{x_0}^{x(t)} dx = a \int_{t_0}^{t} t . dt .$$

$$\Rightarrow x(t) - x_0 = a . \frac{1}{2} (t^2 - t_0^2) .$$

$$\Rightarrow \boxed{x(t) = \frac{1}{2} a t^2 .}$$

حل المعادلة التفاضلية السابقة .

Scanned with CamScanner

③ أ- لدينا: $x = \frac{1}{2}at^2$ ؛ وهذا يوافق المعادلة البيانية:

$y = kx$

$\Rightarrow x = k.t^2$

وعليه: المنحنى ① هو الموافق للدراسة النظرية السابقة.

ب- بالمطابقة:

$\frac{1}{2}a = k$

$\Rightarrow a = 2k = 2 \times \frac{1-0}{2-0}$

$\Rightarrow a = 1 m/s^2$

ج- * لدينا: $(m_1+m_2)a = g(m_2 - m_1.\sin(\alpha)) - f$.

$\Rightarrow f = g(m_2 - m_1 \sin(\alpha)) - (m_1+m_2).a$

$\Rightarrow f = 9,8\,(0,6 - 0,8.\sin(30)) - (0,8+0,6) \times 1.$

$\Rightarrow f = 0,56 N$

* لدينا: $T = T_2 = m_2.g - m_2.a$

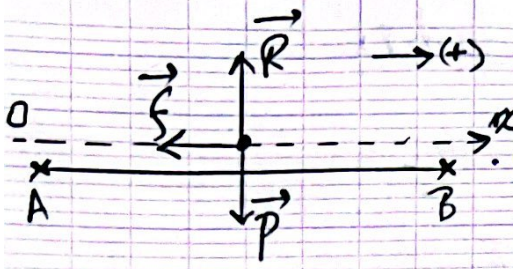
$\Rightarrow T = m_2(g-a) = 0,6\,(9,8-1)$

$\Rightarrow T = 5,28 N$

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

Scanned with CamScanner

حل التمرين (04):



① أ- الجملة المدروسة: جسم (S).
- المرجع: سطح أرضي نعتبره معالي.
- القوى المؤثرة: $\vec{P}$ ، $\vec{R}$ ، $\vec{f}$.

- بتطبيق القانون (II) لنيوتن: $\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}$.

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

- بالإسقاط على محور الحركة (ox): $0+0-f = m.a$.

$\Rightarrow a = -\frac{f}{m} = -\frac{0,8}{0,1} \Rightarrow a = -8\ m/s^2 < 0$

وهذه: $a \times v < 0$ (-) (+) والمسار مستقيم وبالتالي: حركة مستقيمة متباطئة بانتظام.

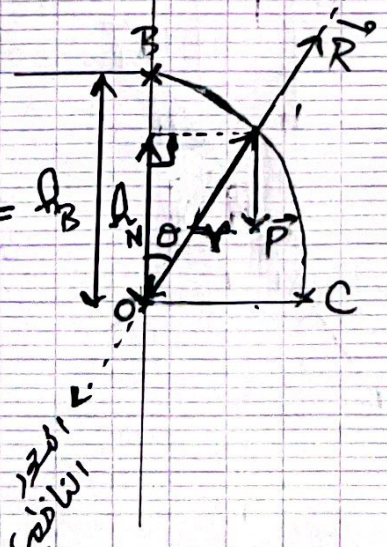
ب- لدينا: $v_B^2 - v_A^2 = 2a.d$.

$\Rightarrow v_B^2 - 2a.d = v_A^2$

$\Rightarrow v_A^2 = v_B^2 - 2.\left(-\frac{f}{m}\right).d$.

$\Rightarrow v_A^2 = v_B^2 + \frac{2.d.f}{m}$.

② أ-



* $h_B = r$.

* $\cos(\theta) = \frac{h_N}{r}$

$\Rightarrow h_N = r.\cos(\theta)$

الأستاذ: بوزيانة زدون محمد الأمين

Scanned with CamScanner

بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة على : (جسم(ع) + أرض) .

$$\Rightarrow E_i + \sum W(\vec{F}) = E_f .$$

$$\Rightarrow E_{CB} + E_{PPB} + W(\vec{R}) = E_{CN} + E_{PPN} .$$

$$\Rightarrow \left(\frac{1}{2} m . v_B^2 + m . g . h_B = \frac{1}{2} m . v_N^2 + mg . h_N \right) \times \frac{2}{m} .$$

$$\Rightarrow v_B^2 + 2g . h_B = v_N^2 + 2g . h_N .$$

$$\Rightarrow v_N^2 = v_B^2 + 2g h_B - 2g . h_N .$$

$$\Rightarrow v_N^2 = v_B^2 + 2g (h_B - h_N) .$$

$$\Rightarrow v_N^2 = v_B^2 + 2g (r - r . \cos(\theta)) .$$

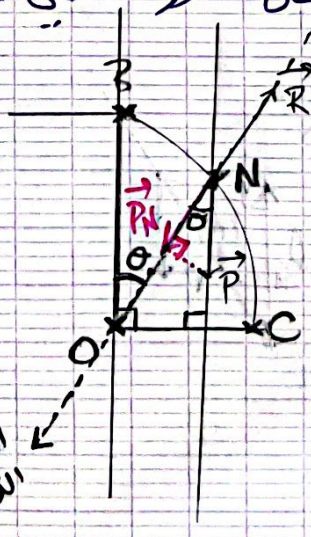
$$\Rightarrow v_N^2 = v_B^2 + 2g . r (1 - \cos(\theta)) .$$

ب - بتطبيق القانون (II) لنيوتن : $\sum \vec{F}_{ext} = m . \vec{a}$

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

- بالإسقاط على المحور الناظمي :

$$\Rightarrow P_N - R = m . a_N$$



$$\cos(\theta) = \frac{P_N}{P}$$

$$\Rightarrow P_N = P . \cos(\theta)$$

$$\Rightarrow P_N = m . g . \cos(\theta) .$$

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

Scanned with CamScanner

$$\Rightarrow m.g.\cos(\theta) - R = m.\frac{v_N^2}{r}.$$

$$\Rightarrow R = m.g.\cos(\theta) - m.\frac{v_N^2}{r}.$$

ج- عندما يغادر الجسم (S) السطح الدائري $R = 0$

$$\Rightarrow m.g.\cos(\theta) - m.\frac{v_N^2}{r} = 0$$

$$\Rightarrow m.g.\cos(\theta) = m.\frac{v_B^2 + 2gr(1-\cos(\theta))}{r}$$

$$\Rightarrow mg.\cos(\theta) = v_B^2 + 2gr - 2gr.\cos(\theta).$$

$$\Rightarrow gr.\cos(\theta) + 2gr.\cos(\theta) = v_B^2 + 2gr.$$

$$\Rightarrow 3gr.\cos(\theta) = v_B^2 + 2gr.$$

$$\Rightarrow \cos(\theta) = \frac{v_B^2}{3gr} + \frac{2gr}{3gr}$$

$$\Rightarrow \cos(\theta) = \frac{v_B^2}{3gr} + \frac{2}{3}.$$

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

- العبارة البيانية: $y = kx + b$

$$\Rightarrow \cos(\theta) = (k)\,v_B^2 + b.$$

العبارة النظرية: $\cos(\theta) = \left(\frac{1}{3gr}\right)v_B^2 + \frac{2}{3}.$

Scanned with CamScanner

$\frac{1}{3gr} = k$: ومنه بالمطابقة

$\Rightarrow g = \frac{1}{3kr}$; $k = \frac{1-0,67}{9,8-0} = 3,37 \times 10^{-2}$.

$\Rightarrow g = \frac{1}{3 \times 3,37 \times 10^{-2} \times 1}$

$\Rightarrow g \simeq 10\ m/s^2$.

③ * أكبر قيمة للزاوية θ توافق $v_B = 0$ ومنه :

$\cos(\theta) = 0,67 \Rightarrow \theta \simeq 48°$.

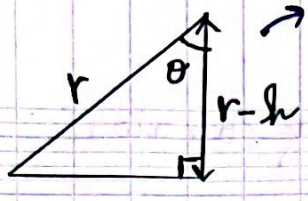
* لدينا : $v_A^2 = \cancel{v_B^{2\,\nearrow 0}} + \frac{2df}{m}$

$\Rightarrow v_A^2 = \frac{2df}{m} \Rightarrow v_A = \sqrt{\frac{2 \times 1 \times 0,8}{0,1}} = \sqrt{16}$

$\Rightarrow v_A = 4\ m/s$.

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

Scanned with CamScanner

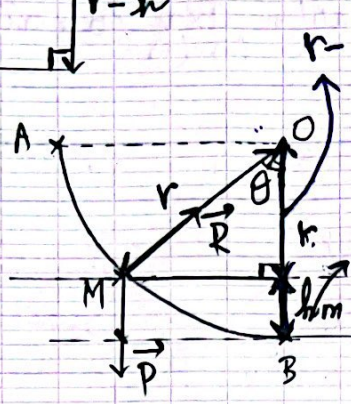


$\cos(\theta) = \frac{r-h}{r} \Rightarrow r\cos(\theta) = r - h$

$\Rightarrow h = r - r\cos(\theta) \Rightarrow \boxed{h = r(1-\cos(\theta))}$

حل التمرين (05):

(I)



$W(\vec{P}) = mg.(h_M - h_B) \quad -1$

$\Rightarrow W(\vec{P}) = m.g.h.$

$\Rightarrow W(\vec{P}) = m.g.r(1-\cos(\theta))$.

2- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة: الجسم (كرية).

$E_0 + \sum W(\vec{F}) = E_f \Rightarrow E_{C_M} + W(\vec{P}) + W(\vec{R}) = E_{C_B}$.

$\Rightarrow \frac{1}{2} m v_M^2 + mg.r(1-\cos(\theta)) = \frac{1}{2} m.v_B^2$.

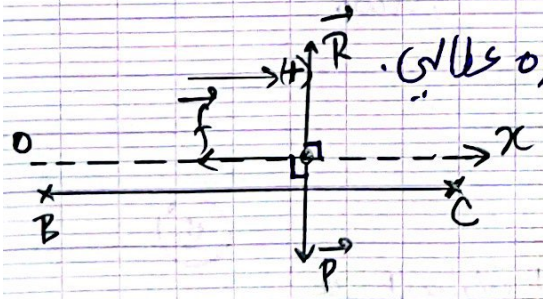
($v_M = 0$)

$\Rightarrow \frac{1}{2} m v_B^2 = m.gr.(1-\cos(\theta))$

$\Rightarrow \boxed{v_B^2 = 2gr(1-\cos(\theta))}$.

3- الجسم المدروسة: كرية

- المرجع: سطح أرض نعتبره غاليلي.
- القوى المؤثرة: $\vec{P}$ - $\vec{R}$ - $\vec{f}$ -



- بتطبيق القانون (II) لنيوتن: $\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}$

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

- بالإسقاط على محور الحركة (Ox):

$\Rightarrow 0 + 0 - f = m.a$

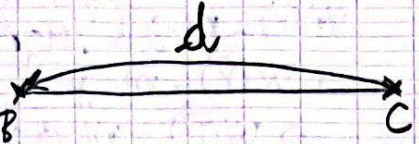
$\Rightarrow \boxed{a = -\frac{f}{m} < 0}$

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

Scanned with CamScanner

ومنه $a \times v < 0$ (a سالب، v موجب) ⇐ الحركة مستقيمة متباطئة بانتظام.

-4



الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

$$v_C^2 - v_B^2 = 2.a.d$$

$$\Rightarrow v_C^2 = 2a.d + v_B^2$$

$$\Rightarrow v_C^2 = 2.-\frac{f}{m}.d + 2gr(1-\cos(\theta))$$

$$\Rightarrow v_C^2 = -\frac{2.f.d}{m} + 2gr - 2gr.\cos(\theta)$$

$$\Rightarrow v_C^2 = 2\left(gr - \frac{f.d}{m}\right) - 2gr.\cos(\theta)$$

$$\Rightarrow v_C^2 = -2gr.\cos(\theta) + 2\left(gr - \frac{f.d}{m}\right)$$

ومنه:

$$\begin{cases} a = -2gr \\ b = 2\left(gr - \frac{f.d}{m}\right) \end{cases}$$

(II)

1- المعادلة البيانية: $y = ax + b \Rightarrow v_C^2 = a\cos(\theta) + b$

2- المعادلة النظرية: $v_C^2 = (-2gr)\cos(\theta) + \left(2\left(gr - \frac{f.d}{m}\right)\right)$

$$-2gr = a \Rightarrow r = \frac{a}{-2g}$$

$$\Rightarrow r = \pm\frac{10}{\pm 2\times 6} \Rightarrow r = 0,5m$$

ومنه: $a = \frac{0 - 9}{0,9 - 0} = -10$

Scanned with CamScanner