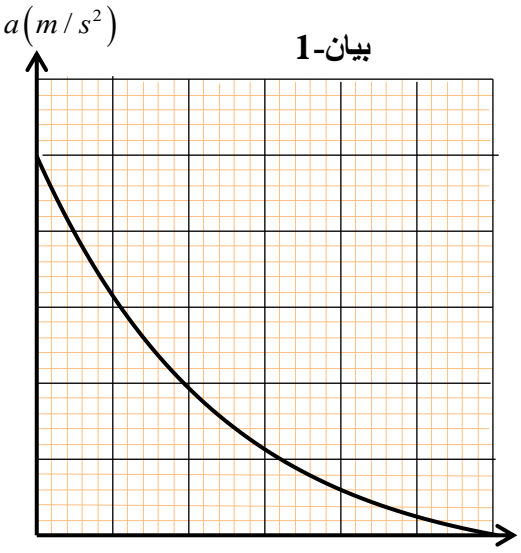
التمرين 31:



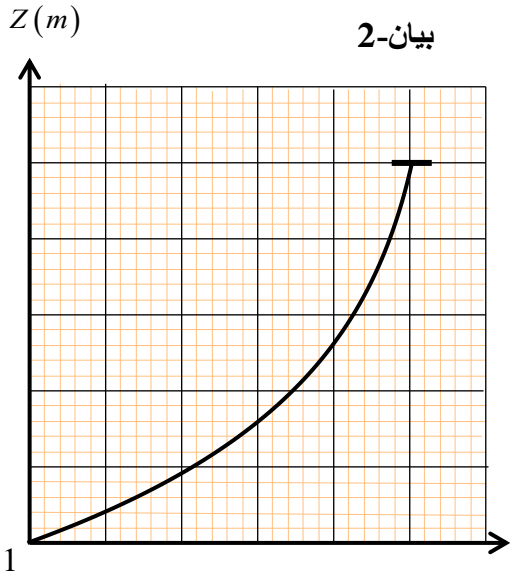
من أجل تحديد قيمة كتلة كرية m نتركها تسقط سقوطا شاقوليا في الهواء بدون سرعة ابتدائية، حيث تخضع أثناء حركتها إلى قوة احتكاك $\vec{f}$ عبارتها من الشكل $\vec{f} = -k\vec{v}$ علماً أن معامل الاحتكاك $k = 10^{-2}\,SI$. بالاعتماد على النتائج التجريبية وبرنامج إعلام آلي تم رسم المنحنى البياني الممثل لتطور تسارع الكرية بدلالة الزمن $a = f(t)$. بيان-1.

1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن واعتماداً على البيان-1 أثبت أن قوة دافعة أرخميدس $\vec{\pi}$ مهملة.

2- مثل القوى الخارجية المؤثرة على الكرية خلال مختلف مراحل السقوط.

3- بيّن أن المعادلة التفاضلية تكتب على الشكل:

$\frac{dv_z}{dt} + Av_z = B$ حيث A و B ثابتين يطلب تحديد عبارتيهما.



4- باستعمال التحليل البعدي جد وحدة معامل الاحتكاك k.

5- اعتماداً على البيان حدد ما يلي:

أ- ثابت الزمن τ المميز للحركة ب-السرعة الحدية v_{lim}.

6- جد عبارة السرعة الحدّية v_{lim} واستنتج قيمة كتلة الكرية m.

7- أحسب شدة قوة الاحتكاك $\vec{f}$ المطبقة على الكرية في اللحظة $t = 0,4s$

8- نعتبر أن الكرية تسقط سقوطا حرا. قمنا بتسجيل حركتها بواسطة برنامج مناسب فتحصلنا على البيان 2 الممثل لتغيرات فاصلتها بدلالة الزمن $z = f(t)$

$0,2$ $t(s)$

أ - عرف السقوط الحر.

ب- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، حدد المعادلات الزمنية التي تعطي سرعة وفاصلة مركز العطالة للكرية.

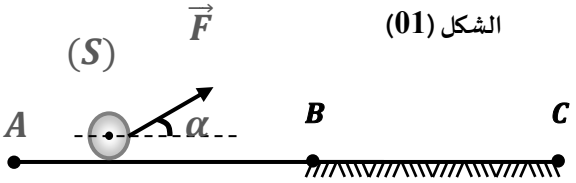
ج- بالاعتماد على البيان جواب السؤال السابق أحسب قيمة سرعة الكرية عند وصولها سطح الأرض.

يعطى: $g = 10m.s^{-2}$

التمرين 32:

طريق أفقي مستقيم ABC، حيث الاحتكاك على الجزء AB مهمل، أما على الجزء BC فهو مكافئ لقوة واحدة $\vec{f}$ ثابتة ومعاكسة لجهة الحركة. لدينا جسم (S) كتلته $m = 500\ g$. (الشكل (01))

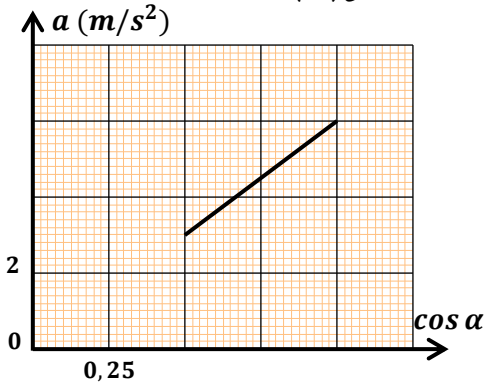
الشكل (01)



انطلاقا من السكون نسحب الجسم على الطريق بواسطة قوة ثابتة في الشدة $\vec{F}$ ابتداء من النقطة A، حيث يصنع حامل القوة مع المستوي الأفقي AB. زاوية α يمكن تغييرها في كل تجربة، لما يصل الجسم إلى B تلغى القوة $\vec{F}$ تلقائيا.

نمثل بيانيا تسارع الجسم a بدلالة $\cos\alpha$ على الجزء AB. (الشكل (02))

الشكل (02)



1. مثل القوى المؤثرة على الجسم (S) خلال انتقاله على المسار AB ثم BC.
2. أنجز الحصيلة الطاقوية للجسم (S) خلال انتقاله على المسار AB.
3. بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة للجملة (جسم (S)).

أ- أثبت أن عبارة التسارع تكتب بالعلاقة التالية:

$$a = \frac{F}{m}.\cos\alpha$$

ب- بين أن حركة الجسم (S) بين A و B متسارعة بانتظام.

4. اعتمادا على الشكل (02)، أوجد شدة القوة $\vec{F}$.
5. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، عبر عن تسارع الجسم (S) بين B و C بدلالة m و f.
6. باختيار التجربة التي تكون فيها $\alpha = 60°$:

أ- أحسب سرعة الجسم (S) عند الموضع B والزمن المستغرق بين A و B. علما أن $AB = 1\ m$.

ب- أحسب شدة قوة الاحتكاك $\vec{f}$ على BC، علما أن الجسم يتوقف بعد قطعه لمسافة $BB' = 0{,}75\ m$ بحيث B' تتواجد بين B و C.

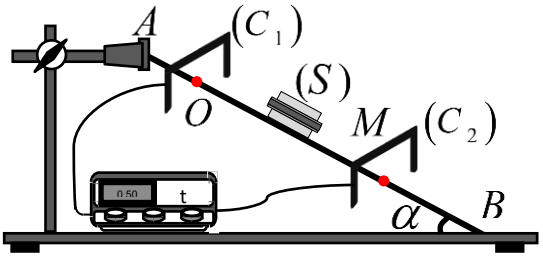
التمرين 33:

تعتبر الحركة المستقيمة نوعا من أنواع الحركات، تتعلق بالتأثيرات الميكانيكية التي تخضع لها وبالشروط الابتدائية.

يهدف هذا التمرين إلى دراسة حركة جسم صلب على مستوي مائل وأفقي.

- **المعطيات:** $g = 9{,}8\, m.s^{-2}$

التجربة 01:



الشكل. 1 حركة جسم صلب فوق مستوي مائل

ينزلق جسم صلب (S) كتلته m بدون سرعة ابتدائية على مستوي مائل AB زاوية ميله $\alpha = 14°$.

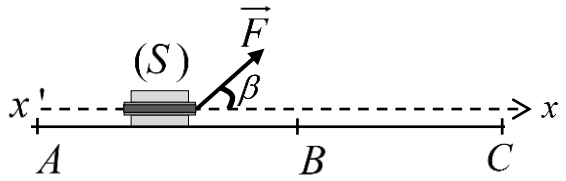
نثبت الخليتين الضوئيتين (C_1) و (C_2) لقياس الزمن بين موضع الانطلاق O وموضع الوصول M، ومن أجل مسافات x بين الخليتين نقيس الزمن t الذي تستغرقه العربة لقطع هذه المسافة.

نكرر هذه التجربة من أجل مسافات مختلفة (الشكل.1)، تم تسجيل النتائج في الجدول التالي:

$x\,(m)$	0,30	0,50	0,70	0,90	1,10
$t\,(s)$	0,50	0,65	0,77	0,87	0,96
$t^2\,(s^2)$					

1. بفرض أن قوى الاحتكاك مهملة.
   1.1. مثّل القوى الخارجية المؤثرة على مركز عطالة الجسم (S) أثناء حركته.
   2.1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن جدّ عبارة التسارع $a_{thé}$ لمركز عطالة الجسم (S)، ثم أحسب قيمته.
   3.1. اكتب المعادلتين الزمنيتين للسرعة $v(t)$ والموضع $x(t)$.
2. أكمل الجدول، ثم أرسم البيان $x = f(t^2)$، باستعمال سلم رسم مناسب.
3. اعتمادا على البيان $x = f(t^2)$، جدّ قيمة التسارع التجريبي $a_{\exp}$.
4. قارن بين القيمتين $a_{thé}$ و $a_{\exp}$، ضع استنتاجك فيما يخص الفرضية المعتمدة "**قوى الاحتكاك مهملة**".

التجربة 02:



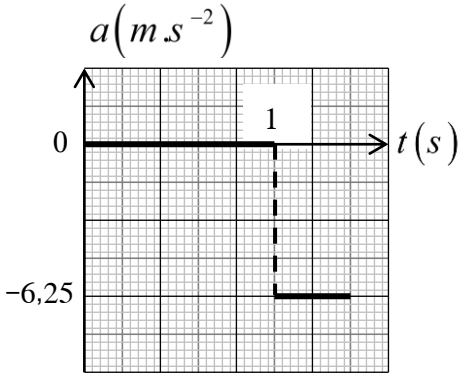
الشكل. 2 حركة جسم صلب فوق مستوي أفقي

يتحرك جسم صلب (S) كتلته $m = 200\,g$ على مستوي AB خشن الموضح في الشكل.2، ويخضع لقوة جر ثابتة $\vec{F}$ على هذا المسار فقط، يصنع حاملها مع المستوي الأفقي زاوية $\beta = 30°$ ثم يواصل حركته على المسار BC.

1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز عطالة الجسم (S) بيّن أن عبارة التسارع a_1 خلال المسار AB تكتب بالعبارة التالية: $a_1 = \frac{F.\cos(\beta) - f}{m}$

2. استنتج عبارة التسارع a_2 للجسم (S) خلال المسار BC.

3. الدراسة التجريبية لحركة مركز عطالة الجسم (S) على المسار AC، مكنتنا من الحصول على البيان الممثل لتغيرات التسارع a بدلالة الزمن t الموضح في الشكل.3.



الشكل. 3 تغوات التسارع a بدلالة الزمن

1.3. حدد طبيعة حركة مركز عطالة الجسم (S) على المسار AB ثم BC.

2.3. استنتج قيمة كل من: f و F.

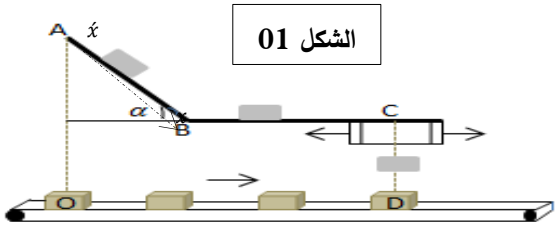
التمرين 34:



في مصنع لصناعة الجبن وفي مرحلة التعليب طلب من المهندس ضبط س
المتحرك الحامل للعلب من أجل سقوط قطعة الجبن المغلفة داخل العلبة م

يهدف التمرين لدراسة حركة قطعة الجبن وضبط سرعة الشريط المتحرك.

وضع المهندس رسم تخطيطي لعملية ملء الصناديق **(الشكل 01)** ودَّونْ جميع
المعلومات التي تساعده في الدراسة النظرية في جدول "الشكل 02"



الشكل 01

الجزء الأول: (المستوي المائل AB)

تدفع الآلة قطعة الجبن من الموضع A بسرعة ابتدائية ϑ_A

1. مثل القوة المؤثرة على قطعة الجبن.

2. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن وبالإسقاط على المحور $(\acute{x}x)$ أوجد العبارة الحرفية لتسارع مركز عطالة قطعة الجبن، ثم استنتج طبيعة حركتها.

3. اثبت أن عبارة سرعة قطعة الجبن عند مرورها بالموضع B تعطى بالشكل: $\vartheta_B = \sqrt{5.92 + {\vartheta_A}^2}$.

الشكل 02

المسار			
CD	BC	AB	
$1\ m$	$7.69\ m$	$1\ m$	المسافة
$0.45\ s$	$6.2\ s$	$0.67\ s$	مدة كل مرحلة
	$2\ N$	$2\ N$	قوة الاحتكاك f
		$\alpha = 20°$	الزاوية
تسارع الجاذبية: $g = 9.81(m/s^2)$		كتلة قطعة الجبن: $m = 5\ kg$	

الجزء الثاني: (المستوي الأفقي BC)

1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن وباستخدام مبدأ انحفاظ الطاقة اثبت أن عبارة مربع سرعة قطعة الجبن عند الموضع C تعطى بالعبارة: $\vartheta_C{}^2 = \frac{29.6 - 2f.BC}{5} + \vartheta_A{}^2$

2. اوجد قيمة السرعة الابتدائية ϑ_A التي تعطيها الآلة لقطعة الجبن من أجل توقفها بالضبط في الموضع C.

الجزء الثالث: (سقوط شاقولي CD)

عند توقف قطعة الجبن في الموضع C وبعد $t = 2.68\ s$ تفتح السكتين لتسقط شاقولياً بتسارع ثابت $a = 9.81\ m/s^2$.

1. حدد نوع هذا السقوط وعرفه.

2. تنطلق العلبة من الموضع O في نفس اللحظة مع قطعة الجبن (من الموضع A) حيث توضع فوق شريط متحرك يتحرك بحركة مستقيمة منتظمة.

أ- احسب المسافة OD التي تقطعها العلبة ،ماهي المدة الزمنية اللازمة لتعليب قطعة جبن واحدة ؟.

ب- ماهي السرعة التي يجب أن يضبط بها المهندس الشريط المتحرك حتى تسقط قطعة الجبن بداخل العلبة في الموضعD؟

التمرين 35:

يعتبر منحدر خميس مليانة من النقاط السوداء في الطريق السيار شرق-غرب حيث شهد عدة حوادث خطيرة بسبب مخالفة قوانين السياقة، والظروف الجوية.



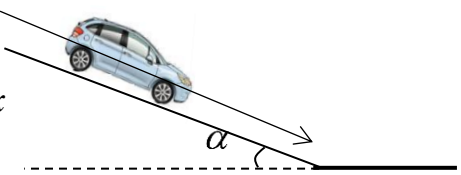
صورة لجزء من منحدر الطريق السيار (خميس مليانة)

يهدف التمرين الى دراسة الحركة على مستو مائل و افقي.

✓ **المرحلة الاولى: دراسة حركة جملة على جزء مستقيم من المنحدر:**

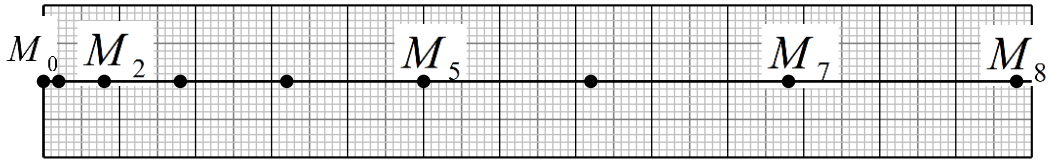
الجزء الذي تمّت عليه الدراسة مستقيم زاوية ميله α ، تُعطى $g = 9{,}81 m \cdot s^{-2}$.

تُركِت جملة مكونة من (سائق+ سيارة) كتلتها $m = 1100 kg$ دون تشغيل المحرّك لتنطلق من السكون تحت تأثير ثقلها ، تخضع الجملة الى قوى احتكاك نُنَمذجها



بقوة وحيدة $\vec{f}$ موازية للطريق شدتها ثابتة $f = 198N$، تصوير حركة الجملة ومعالجة الفيديو ببرمجية $Avistep$ أعطى التصوير المتعاقب الممثّل بالشكل1 وذلك خلال مجالات زمنية متتالية ومتساوية $\tau = 0,5s$.

$1cm \rightarrow 0,5m$



الشكل 1: التصوير المتعاقب لمركز عطالة الجملة

مساعدة:

-لحساب السرعة استعمل العلاقة:

$$v_i = \frac{\overline{M_{i-1}M_{i+1}}}{2\tau}$$

-لحساب التسارع استعمل العلاقة:

$$a_i = \frac{v_{i+1} - v_{i-1}}{2\tau}$$

1. حدّد مرجعا لدراسة حركة مركز عطالة الجملة مع ذكر الفرضية المتعلقة
2. اعتمادا على التصوير المتعاقب أكمل الجدول التالي:

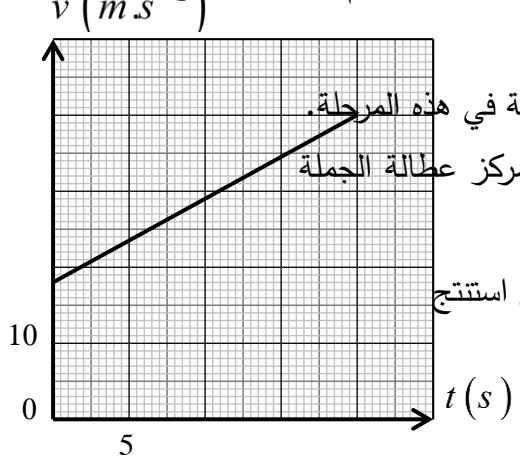
الموضع	M_2	M_3	M_4	M_5
السرعة $(m \cdot s^{-1})$				
التسارع $(m \cdot s^{-2})$				

3. استنتج طبيعة حركة مركز عطالة الجملة معلّلا جوابك
4. مثّل القوى الخارجية المطبّقة على مركز عطالة الجملة في هذه المرحلة.
5. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن أثبت أنّ: $\sin\alpha = \frac{m \cdot a + f}{m \cdot g}$ ، ثمّ استنتج قيمة زاوية الميل α.

✓ **المرحلة الثانية: دراسة حركة جملة على مستو أفقي**

عند الوصول الى الجزء الأفقي قام السائق بتشغيل برمجية $Speedometer\,GPS$ المثبّتة على لوحة قيادة السيارة

و التي تُمَكِّنه من تحديد سرعتها، تخضع الجملة في هذا الجزء الى تأثير قوة الاحتكاك السابقة $\vec{f}$ و قوة $\vec{F}$ تُطبق على الجملة شدتها ثابتة و موازية للطريق و في جهة الحركة، تمّ الحصول على البيان الممثّل بالشكل 2 .



الشكل 2: تغيرات سرعة مركز عطالة الجملة بدلالة الزمن

1. مثّل القوى الخارجية المطبّقة على مركز عطالة الجملة في هذه المرحلة.
2. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن جد عبارة التسارع a' لمركز عطالة الجملة بدلالة m، F و f.
3. جد من البيان قيمة تسارع مركز عطالة الحركة a'، ثمّ استنتج شدة القوة $\vec{F}$.

4. اكتب المعادلتين الزمنيتين $v(t)$ و $x(t)$ لسرعة وموضع مركز عطالة الجملة.

5. تُصْدر البرمجية السابقة إنذارا إذا تجاوزت السرعة القيمة $100 km \cdot h^{-1}$

1.5. جد اللحظة الزمنية t_1 الموافقة لاشتغال الإنذار.

2.5. احسب المسافة المقطوعة بين اللحظتين $t = 0$ و t_1 .

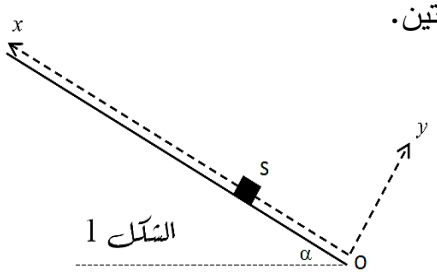
التمرين 36:

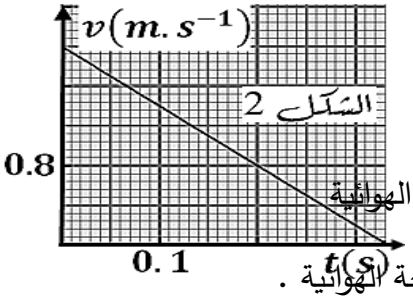


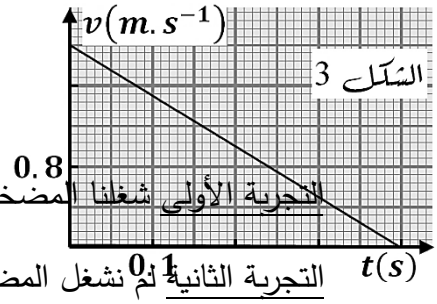
وسادة هوائية مائلة بزاوية $\alpha = 30°$ عن المستوي الأفقي ، ينعدم الاحتكاك إذا شغلنا المضخة الهوائية ، في حالة عدم تشغيل المضخة الهوائية نعتبر قوة الاحتكاك على الوسادة الهوائية ثابتة ومعاكسة لشعاع سرعة المتحرك على الوسادة شدتها . يعطى : $g = 10\ m/s^2$

ندفع جسما (S) من الموضع (O) عند اللحظة $t = 0$ بسرعة شعاعها موازي للمحور ox .

نعتبر الجسم نقطة مادية كتلتها $m = 100\,g$. لاحظ الشكل 1 .مثلنا مخطط السرعة(لاحظ الشكل 2 والشكل 3) أثناء صعود الجسم على المستوي المائل في تجربتين.







التجربة الأولى شغلنا المضخة الهوائية

التجربة الثانية لم نشغل المضخة الهوائية .

1- مثل القوى المؤثرة على الجسم (S) في كل تجربة .

2- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في مرجع سطحي أرضي نعتبره غاليليا ،

أوجد عبارة تسارع الجسم (S) خلال مرحلة الصعود في كل تجربة بدلالة α, f, g, m .

3- أنسب كل تجربة لمخطط السرعة الموافق مع التعليل المختصر .

4- احسب المسافة التي قطعها الجسم (S)خلال مرحلة الصعود في كل تجربة .

5- احسب شدة قوة الاحتكاك f .

6- في التجربة الثانية (عدم تشغيل المضخة الهوائية) عند توقف الجسم يبدأ في النزول على المستوي المائل.

أ- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن أوجد المعادلة التفاضلية بدلالة سرعة الجسم .

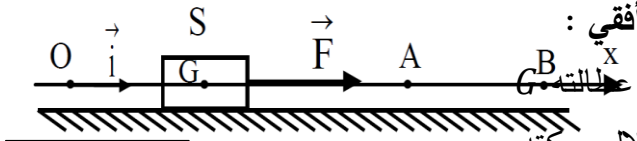
ب-استنتج حلها.

ج-مثل بيان السرعة بدلالة الزمن في نفس مخطط التجربة الثانية السابق . مع التعليل.

7- مثل مخطط تسارع الجسم في التجربة الثانية في حالة الصعود والنزول .(عدم تشغيل المضخة الهوائية) .

التمرين 37:

I- دراسة حركة جسم صلب على مستوي أفقي :



الشكل (1)

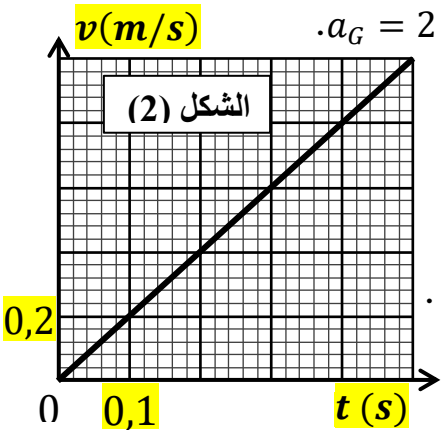
ينزلق جسم صلب (S) كتلته $m = 2\ kg$ مركز عطالته G بدون احتكاك على مستوي أفقي ، يخضع الجسم خلال حركته على الجزء $OA = 4\ m$ إلى تأثير قوة محركة $\vec{F}$ ثابتة أفقية الشكل (1)

يمثل الشكل (2) تغيرات v سرعة الجسم على الجزء OA بدلالة الزمن .

1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن بين أن المعادلة التفاضلية لسرعة الجسم تكتب من الشكل :

$$\frac{dv}{dt} = \frac{F}{m}$$

2- باستغلال الشكل (2) تحقق أن تسارع الجسم هو : $a_G = 2\ m/s^2$.



الشكل (2)

3- جد المعادلتين الزمنيتين $v(t)\ ,x(t)$.

4- نحذف تأثير القوة $\vec{F}$ عند مرور الجسم من النقطة A .

فيواصل الجسم حركته على الجزء AB.

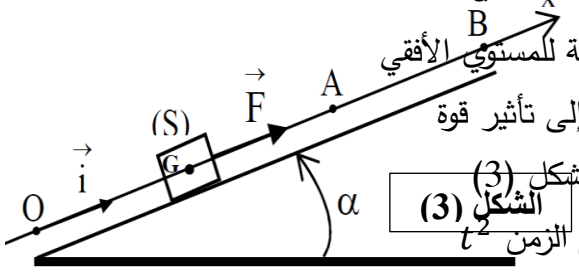
أ- بين أن حركة الجسم على الجزء AB مستقيمة منتظمة .

ب-اوجد v سرعة الجسم على الجزء AB .

II- دراسة حركة جسم صلب على مستوي مائل :

يتحرك جسم صلب (S) كتلته $m = 2\ kg$ مركز عطالته G باحتكاك على مستوي مائل بزاوية $\alpha = 17{,}5\ °$ بالنسبة للمستوي الأفقي

يخضع الجسم خلال حركته على الجزء $OA = 4\ m$ إلى تأثير قوة محركة $\vec{F}$ ثابتة ، نعتبر شدة الاحتكاك $f = 2\ N$ ، الشكل (3)



الشكل (3)

يمثل منحنى الشكل (4) تغيرات المسافة x بدلالة مربع الزمن t^2

1- اتمم تمثيل القوى المؤثرة على الجسم (S)

2- بين أن المعادلة التفاضلية لحركة الجسم تكتب من الشكل : $\frac{dv}{dt} = \frac{F-f}{m} - g.Sin(\alpha)$

3- حدد بالاعتماد على الشكل (4) التسارع $a_{1\cdot G}$ لمركز العطالة G

4- بين أن شدة القوة $\vec{F}$ هي : $F = 12\ N$

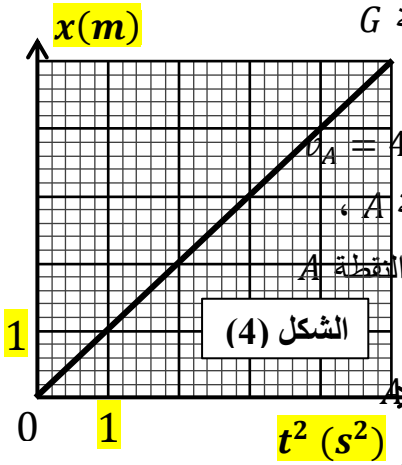
5- تحقق أن سرعة الجسم عند مروره من النقطة A هي : $v_A = 4\ m/s$

6- نزيل تأثير القوة $\vec{F}$ في اللحظة التي يمر فيها الجسم من النقطة A ،

لدراسة حركة G على المقطع AB نختار لحظة مرور G من النقطة A مبدأ جديد للأزمنة $t = 0$

أ- حدد التسارع $a_{2\cdot G}$ لمركز العطالة G على المقطع AB

ب- علما أن سرعة الجسم تنعدم في B ، اوجد المسافة AB

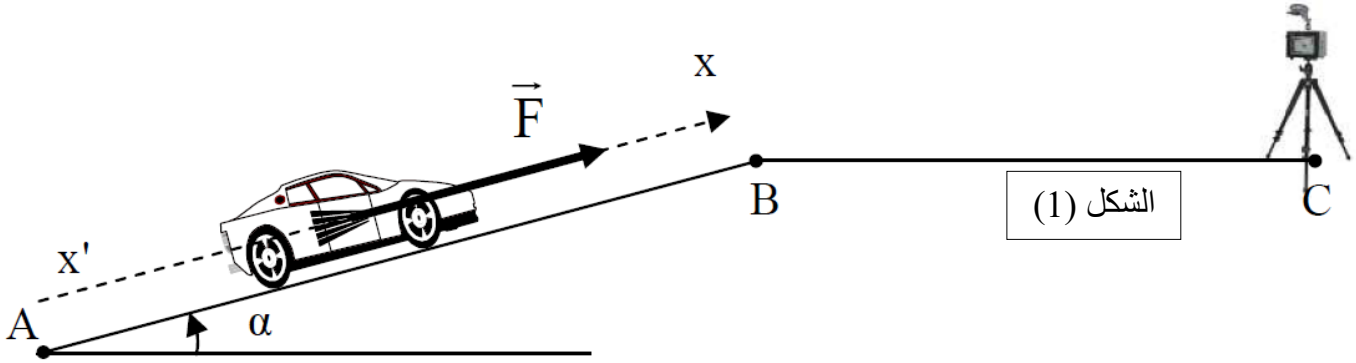


الشكل (4)

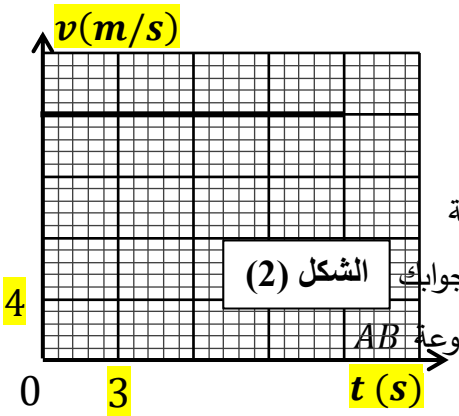
المعطيات : $g = 10\ m/s^2$

التمرين 38:

سيارة كتلتها $m = 4000\ kg$ ، تصل إلى الموضع (A) بسرعة v_A ، حيث A هي بداية طريق مائل على المستوي الأفقي بزاوية $\alpha = 20°$ ، لتواصل بعد ذلك حركتها باتجاه الموضع (B) أعلى المستوي المائل الشكل (1) ، نعتبر شدة قوة الاحتكاك $f = 400\ N$ ثابتة و جهتها عكس جهة الحركة ، يمثل الشكل (2) مخطط السرعة للسيارة بين A و B .



الشكل (1)



الشكل (2)

I. الدراسة على المستوي المائل :

1- اتمم تمثيل القوى المؤثرة على السيارة حيث $\vec{F}$ هي القوة التي يؤثر بها محرك السيارة و شدتها ثابتة

2- باستعمال البيان : أ- حدد طبيعة الحركة ، معللا جوابك

ب - أحسب المسافة المقطوعة AB

3- ما هو المرجع المناسب لدراسة الحركة ؟ عرفه

4- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن عبر عن شدة القوة $\vec{F}$ بدلالة α ، g ، m ، f ثم أحسب شدتها .

II. السيارة على المستوي الأفقي :

تواصل السيارة حركتها على الطريق BC بتسارع ثابت $a = 2{,}5\ m/s^2$ بعد قطع مسافة $BC = 200\ m$



تمر أمام رادار ، و بعد مدة من السير صادف السائق حاجز للدرك الوطني ، أوقفوه وأبلغوه أنه تجاوز السرعة المحددة في الاشارة بـ $100\ km/h$ عند النقطة C و عليه دفع غرامة مالية .

تقدم السائق بشكوى مفادها أن هناك خطأ في اشتغال الرادار وأنه لم يتجاوز السرعة $100\ km/h$ كون أن سرعة السيارة كانت مضبوطة عند القيمة $100\ km/h$عن طريق نظام تثبيت السرعة الخاص بالسيارة و الذي كان يشتغل أثناء اجتيازه موقع الرادار.

1- باعتبار مبدأ الفواصل و الأزمنة عند B ، جد المعادلتين الزمنيتين $v(t)$، $x(t)$ ثم ارسم كيفيا منحنى $v = f(t)$

2- تأكد إذا تجاوز السائق السرعة المحددة أم لا .

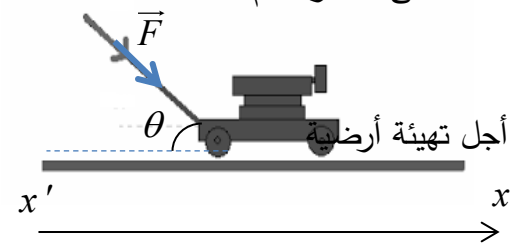
3- يمثل الجدول أدناه الأحكام المتعلقة بمخالفات تجاوز حد السرعة القانونية المرخص بها (رادار) أثناء تحديد

اشارة السرعة بـ $100\ km/h$ ، حدد درجة المخالفة ومقدار الغرامة المالية

نسبة الزيادة في السرعة	تكييف المخالفة	قيمة الغرامة
أقل من 10 %	مخالفة من الدرجة الثانية	2500 دج
من 10 % إلى 20 %	مخالفة من الدرجة الثالثة	3000 دج
من 20 % إلى 30 %	مخالفة من الدرجة الرابعة	5000 دج
أكثر من 30 %	جنحة	تعين بمحضر

التمرين 39:

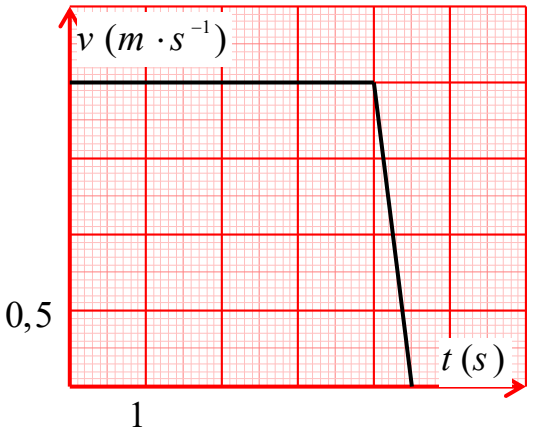
في اطار التحضير لمباراة السد المؤهلة لمونديال قطر 2022 و التي تجمع المنتخب الوطني الجزائري ضد منتخب الكاميرون المقرّرة في 29 مارس الجاري بملعب مصطفى تشاكر ،قام عامل صيانة بالمعلب باستخدام آلة قص العشب $(Tondeuse\ à\ gazon)$ من أجل تهيئة أرضية الميدان لتكون في أبهى حلّة .



يهدف هذا التمرين الى دراسة حركة هذه الآلة وتطبيق قوانين نيوتن.

تتحرك الآلة تحت تأثير قوة ثابتة يطبقها العامل حاملها منطبق عل اتجاه المقبض الذي يشكل زاوية $\theta = 25°$ كما في الشكل (1) تتم لحركة على مستوى افقي وفق المحور $(x'x)$ حيث تخضع الآلة لقوة احتكاك $\vec{f}$ حاملها يوازي الطريق و معاكسة لجهة الحركة ونعتبر شدتها ثابتة.

مكّننا الدراسة خلال بعض مراحل الحركة من متابعة تغيّر سرعة مركز عطالة الآلة بدلالة الزمن ، النتائج المتحصّل عليها مثل بمنحنى الشكل(2)



اللحظة t_1 تمثل لحظة ازالة العامل لمفعول القوة الدافعة $\vec{F}$.

1. مثّل في شكل مناسب القوى المؤثة على مركز عطالة الآلة.
2. اعتمادا على المنحنى :
   1.2. حدّد مراحل الحركة مبيّنا طبيعتها في كل مرحلة.
   2.2. جد بيانيا قيمة تسارع مركز عطالة الآلة ، واحسب المسافة المقطوعة خلال كل مرحلة.
3. بيّن أنّه خلال المرحلة الأولى يكون: $f = F\cdot\cos\theta$ ، احسب f
4. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن جد عبارة تسارع الحركة خلال المرحلة الثانية بدلالة f و m ، ثمّ احسب قيمة m.
5. يمكن للعامل ان يضبط قيمة الزاوية θ للمقبض من خلال برغي خاص:
   1.5. حدّد قيمة الزاوية التي تجعل تسارع حركة الآلة أكبر ما يمكن، و احسب قيمة التسارع في هذه الحالة.
   2.5. وضّح سبب عدم ضبط العامل لهذه القيمة رغم فعاليتها.