

البطاقة التربوية لعمل مخبري

رقم المذكرة :

المستوى : 3 تر، 3 ر، 3 عم تج

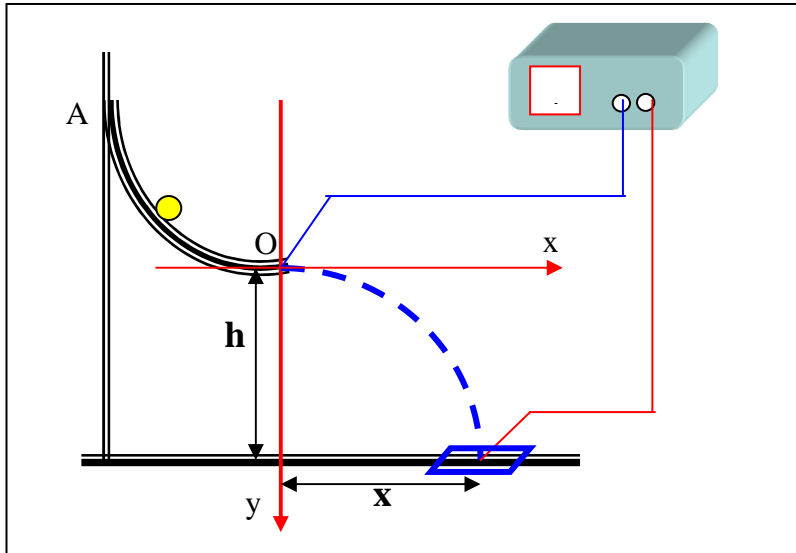
الوحدة : تطور جملة ميكانيكية

المجال : الظواهر الرتيبة

عنوان التجربة : دراسة حركة قذيفة

مؤشرات الكفاءة :

- يتعرف على طبيعة حركة قذيفة في حقل الجاذبية الأرضية ويدرسها وفق المحورين \vec{OX} ; \vec{OY} .
- يطبق قوانين نيوتن بكفاءة
- يتحكم في بعض الكفاءات التجريبية
- يستنتج قيمة الجاذبية الأرضية في مكان التجربة g والسرعة الابتدائية V_0
- يحلل المنحنيات البيانية ويطبق قوانين الإرتيابات

**البروتوكول التجريبي****- الأجهزة والأدوات والوسائل**

نستخدم التجهيز التجريبي المبين في الشكل والذي يتكون من :

- جهاز القذيفة
- أسلاك توصيل
- كرية فولاذية
- ورق كربون
- ورق أبيض
- خيط مطمار

طريقة العمل

نهدف في هذا النشاط إلى دراسة طبيعة حركة القذيفة وفق المحورين (\vec{OX}) ، (\vec{OY}) (الشكل) ، تحديد قيمة تسارع الجاذبية الأرضية وقيمة السرعة الابتدائية عند نقطة القذف (O). نستعمل لذلك كرية من الفولاذ. ونبع الخطوات التالية

- أترك كرية فولاذية من النقطة (A) بدون سرعة ابتدائية تتدحرج على منحى لتقذف من نهاية المسار (O) بسرعة ابتدائية \vec{V}_0 أفقية حيث تبعد (O) عن المستوى الأفقي للسقوط بمقدار (h) .
- عند لحظة مغادرة الكرية المسلك (O) عند النقطة المزود بناقلين متصلين بدارة الانطلاق للكرونومتر تسبب غلقا لهذه الدارة فيبدأ العد الزمني . عند اصطدامها باللوح الأفقي المرن تسبب غلقا أيضا لدارة الوصول للكرونومتر فيتوقف العد الزمني .
- عندئذ سجل الزمن المستغرق لحركة الكرية من النقطة (O) إلى نقطة السقوط (Z) .
- قس المسافة الأفقية (x) بين نقطة السقوط (Z) ومسقط النقطة (O) المسجلة بخيط المطمار .
- كرر التجربة بتغيير ارتفاع المقدار (h) وفي كل مرة ، قس (x) وسجل الزمن (t) .

جدول القياسات :

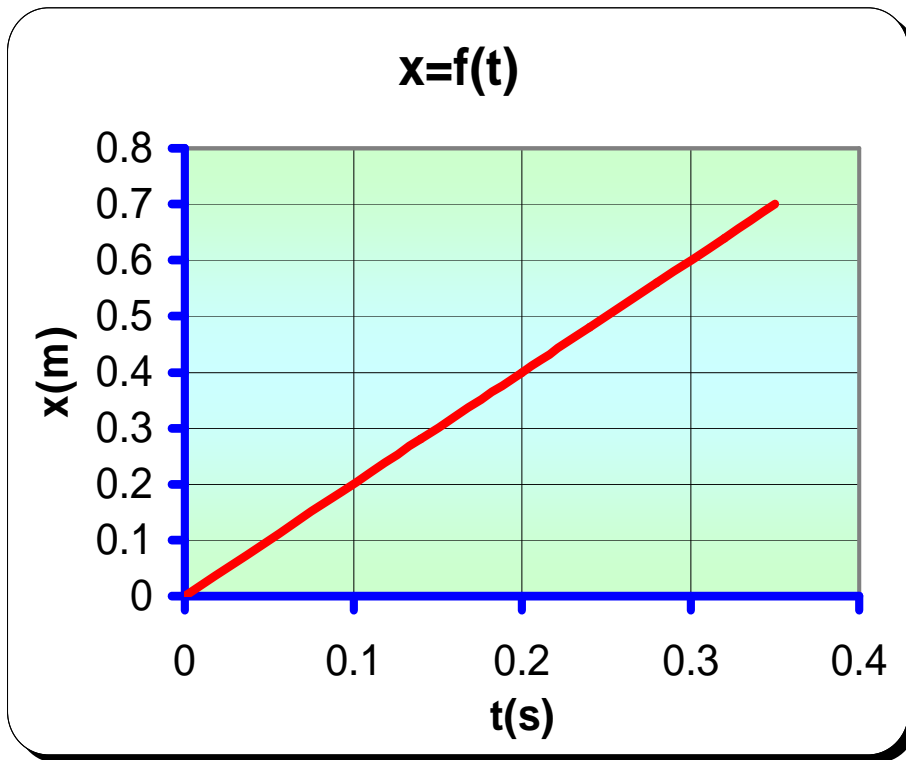
h(m)	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60
x(m)	0.28	0.40	0.49	0.57	0.64	0.70
$x^2(m^2)$						
t(s)	0.14	0.20	0.24	0.28	0.32	0.35
$t^2(s^2)$						

- أ. مثل البيانين : $x=f(t)$ و $y=g(t^2)$ ، واستنتج طبيعة حركة الكرة وفق المحورين (Ox) ، (Oy) .
ب. استخراج من البيانين قيمة كل من تسارع الجاذبية g وقيمة السرعة الابتدائية للقذف V_0 عند النقطة (O) .
د. مثل على ورقة ميلترية البيان : $y = \varphi(x^2)$ واستنتج طبيعة مسار القذيفة .

النتائج

1- تمثيل البيان $x=f(t)$

نستخدم برمجية Excel لرسم المنحنى



x(lm)	t(s)
0	0
0.28	0.14
0.40	0.20
0.48	0.24
0.56	0.28
0.64	0.32
0.70	0.35

تمثيل المنحنى البياني $y = f(t^2)$

نستخدم برمجية Excel لرسم المنحنى

$y(m)$	$t^2(s^2)$	$t(s)$
0	0	0
0.10	0.02	0.14
0.20	0.04	0.20
0.30	0.06	0.24
0.40	0.08	0.28
0.50	0.10	0.32
0.60	0.12	0.35

استنتاج طبيعة حركة سقوط الكرة وفق المحورين (oy, ox)

- المنحنى البياني $x = f(t)$ خط مستقيم يمر بالمبدأ معادلته من الشكل $x = c \cdot t$ حيث c ميل المنحنى البياني بالاشتقاق نجد : $v = \frac{dx}{dt} = c$ سرعة الحركة ثابتة

إذن : مركز الكرة يتحرك على المحور ox حركة مستقيمة منتظمة
- المنحنى البياني $y = f(t^2)$ خط مستقيم يمر بالمبدأ معادلته من الشكل $y = c \cdot t^2$ حيث c ميل المنحنى البياني بالاشتقاق مرتين نجد : $a = \frac{d^2 y}{dt^2} = 2c$

تسارع الحركة ثابت $a = 2 \cdot c$ إذن : مركز الكرة يتحرك على المحور oy حركة مستقيمة متغيرة بانتظام

استنتاج قيمة تسارع الجاذبية الأرضية g وقيمة السرعة الابتدائية V_0
من المنحنى البياني $x = f(t)$ ميله $v = c$

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0.4}{0.2} = 2m / s$$

ومنه :

من المنحنى البياني $y = f(t^2)$ ميله $a = \frac{d^2 y}{dt^2} = 2c$

$$a = \frac{c}{2} = \frac{1}{2} \frac{\Delta h}{\Delta(t^2)} = \frac{0.6}{0.12} = 5m / s$$

ومنه

تمثيل البيان $y = f(x)$

نستخدم برمجية Excel لرسم المنحنى

h(m)	x(m)
0.00	0.00
0.10	0.28
0.20	0.40
0.30	0.49
0.40	0.57
0.50	0.64
0.60	0.70

طبيعة سار الكرية :

المنحنى البياني $y = f(x)$ قطع مكافئ إذن: مسار الكرية عبارة عن قطع مكافئ يمكن إيجاد معادلته

$$\begin{cases} x = 2.t \dots\dots\dots 1 \\ y = 5.t^2 \dots\dots\dots 2 \end{cases} \text{ لدينا مما سبق :}$$

$$y = 1.25 x^2$$

من 1 و 2 نجد

البطاقة التربوية لعمل مخبري

رقم المذكرة :

المستوى : 3 ت ر ، 3 ر ، 3 م تج

الوحدة : تطور جملة ميكانيكية

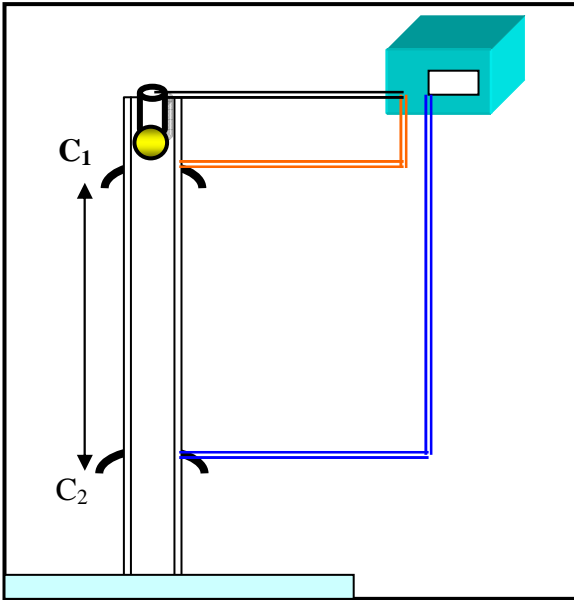
المجال : الظواهر الرتيبة

عنوان التجربة : السقوط الحر**مؤشرات الكفاءة :**

- معرفة طبيعة حركة السقوط الحر
- تحقيق قانون نيوتن الثاني
- يتحكم في بعض الكفاءات التجريبية

البروتوكول التجريبي**- الأجهزة والأدوات والوسائل**

- تستخدم تجهيز السقوط - المبين في الشكل - والذي يتكون من
 - مسطرة مدرجة
 - خليتين: خلية الانطلاق C_1 و خلية الوصول C_2
 - تعملان بالأشعة تحت الحمراء المسافة بينهما قابلة للتغيير
 - كرونومتر إلكتروني
 - كرية ثقيلة
 - وشيةة كهرومغناطيسية

**طريقة العمل**

- نغلق القاطعة فيمر تيار كهربائي تتمغنط الوشية فتجذب الكرية
- نفتح القاطعة فتسقط الكرية
- تمر الكرية بين فكي الخلية C_1 فيبدأ الكرونومتر في تسجيل الزمن أليا
- تمر الكرية بين فكي الخلية C_2 فيتوقف الكرونومتر عن تسجيل الزمن مسجلا زمن حركة الكرية
- المسافة y بين الخليتين
- نكرر التجربة للتأكد
- نغير المسافة y ونكرر التجربة
- نسجل النتائج في جداول ونعالجها ببرمجيات مناسبة

ملاحظة : يمكن استخدام التصوير المتعاقب ومعالجة النتائج ببرمجية مناسبة

نتبع البروتوكول التجريبي ونسجل النتائج في الجدول

y(m)	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
t(s)										
t ² (s ²)										

1- أرسم المنحنى البياني : $y = f(t)$

2- أرسم المنحنى البياني $y = h(t^2)$

3- استنتج مما سبق طبيعة الحركة ، ثم أحسب قيمة تسارع الجاذبية الأرضية في مكان التجربة

النتائج

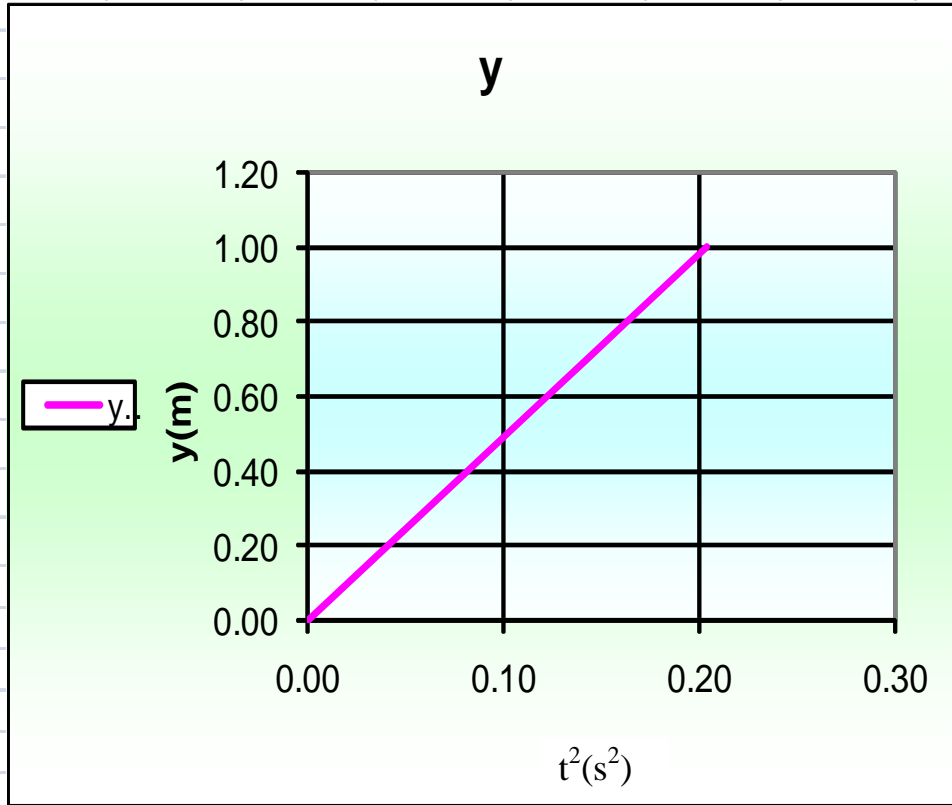
المنحنى البياني $y=f(t)$

نستخدم برمجية Excel لرسم المنحنى البياني

y(m)	t ² (s ²)	t(s)
0.00	0.00	0.00
0.10	0.02	0.14
0.20	0.04	0.20
0.30	0.06	0.25
0.40	0.08	0.29
0.50	0.10	0.32
0.60	0.12	0.35
0.70	0.14	0.38
0.80	0.16	0.40
0.90	0.18	0.43
1.00	0.20	0.45

المنحنى البياني $y=f(t^2)$

نستخدم برمجية Excel لرسم المنحنى البياني



y(m)	t ² (s ²)	t(s)
0.00	0.00	0.00
0.10	0.02	0.14
0.20	0.04	0.20
0.30	0.06	0.25
0.40	0.08	0.29
0.50	0.10	0.32
0.60	0.12	0.35
0.70	0.14	0.38
0.80	0.16	0.40
0.90	0.18	0.43
1.00	0.20	0.45

استنتاج طبيعة الحركة :

$$y = ct^2 \dots\dots 1$$

المنحنى البياني $y = f(t^2)$ خط مستقيم يمر بالمبدأ معادلته من الشكل

$$a = 2.c \dots\dots 2$$

بالاشتقاق مرتين نجد $\frac{d^2 y}{dt^2} = 2c$ ومنه يكون تسارع الحركة

حيث c ميل المنحنى البياني السابق : الحركة مستقيمة منتظمة

$$a = 10 \text{ m/s}^2$$

$$\text{إذن } \frac{\Delta y}{\Delta t^2} = \frac{0.10}{0.02} = 5 \text{ ومنه}$$

$$a = 10 \text{ m/s}^2 \text{ : تسارع الحركة}$$

استنتاج شدة الجاذبية الأرضية

الجملة المدروسة هي : الجسم الساقط

القوى الخارجية المؤثرة هي : قوة الثقل \vec{p} وذلك بإهمال كافة القوى الخارجية



$$\sum \vec{F}_{ex} = m\vec{a}$$

وبتطبيق قانون نيوتن الثاني :

بالإسقاط على محور الحركة الشاقولي الموجه نحو الأسفل نجد

$$mg = ma \text{ ومنه } g = a$$

$$a = g = 10 \text{ m/s}^2$$

البطاقة التربوية لعمل مخبري

رقم المذكرة :

المستوى : 3 تر ، 3 ر ، 3 م تج

الوحدة : تطور جملة ميكانيكية

المجال : الظواهر الرتيبة

عنوان التجربة : دراسة حركة السقوط الحر لجسم فقي مائع

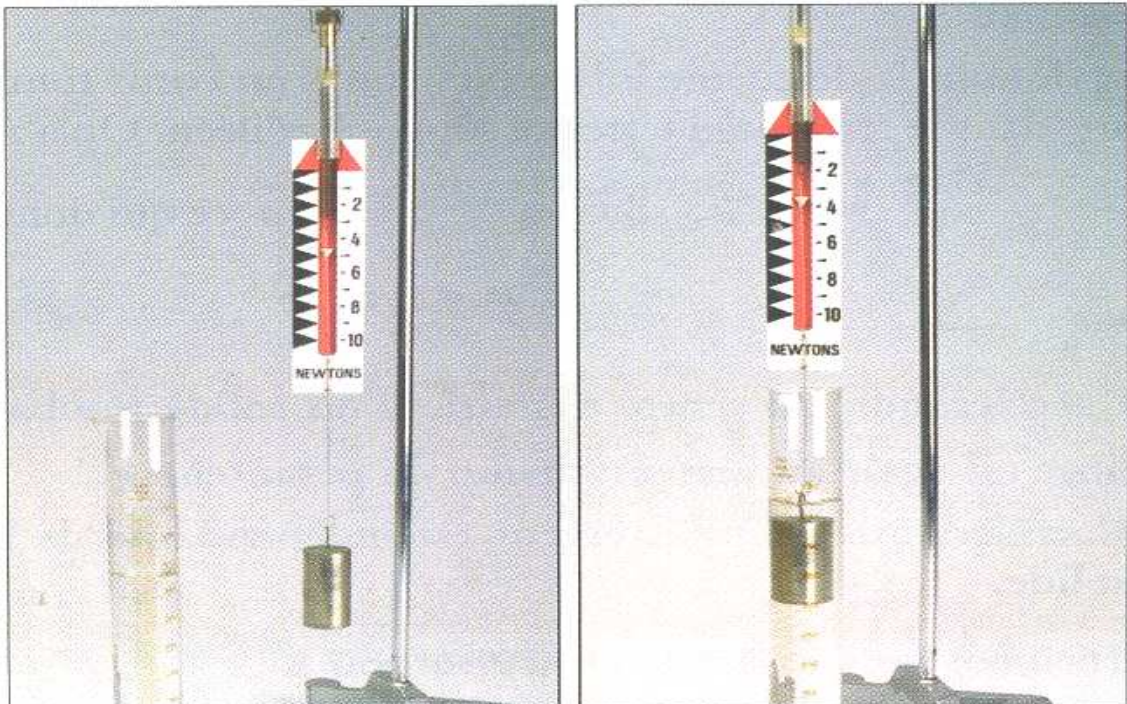
- مؤشرات الكفاءة :**
- يتعرف على طبيعة حركة السقوط الحر في الموائع ويعرف مميزات القوى المؤثرة
 - يطبق قوانين نيوتن بكفاءة
 - يتحكم في بعض الكفاءات التجريبية
 - يعين السرعة الحدية ومعامل الزمن

البروتوكول التجريبي**الأجهزة والأدوات والوسائل**

- دينامومتر
- خيط
- كتلة عيارية
- مخبرين مدرجين أحدهما مملوء بالماء والثاني بالكحول
- كأس أسطواني فارغ

نشاطات:**1 - دافعة أرخميدس****- تعيين خواص دافعة أرخميدس؟**

نعلق جسما صلبا بواسطة خيط في جهاز دينامومتر. نقيس بعد ذلك ثقل الجسم.



نغمر الآن هذا الجسم بأكمله في أنبوب اختبار يحتوي على الماء ثم في أنبوب اختبار آخر يحتوي على كحول (كثافته الحجمية $\rho = 800 \text{ g/cm}^3$). نقرأ في كل مرة القيمة التي يشير إليها جهاز الدينامومتر و كذلك حجم الماء و الكحول الذي يزيحه الجسم الصلب.

- 1- بين أن دافعة أرخميدس هي قوة موجهة نحو الأعلى.
- 2- كيف يمكن تعيين قيمة دافعة أرخميدس.
- 3- قارن بين القيمتين اللتين يشير إليهما الدينامومتر لما يغمر الجسم في الماء و لما يغمر في الكحول. ماذا تستنتج؟
- 4- بين كيف تتغير قيمة دافعة أرخميدس مع الكتلة الحجمية للمائع.
- 5- قارن قيمة هذه القوة مع قيمة ثقل المائع الذي يزيحه الجسم الصلب لما يغمر فيه.
- 6- استنتج خواص دافعة أرخميدس

تحليل النشاط:

- 1- نلاحظ أن الخيط يبقى شاقولياً، كما أن القيمة التي يشير إليها الدينامومتر تكون أصغر لما يكون الجسم مغموراً في المائع. نستنتج إذن أن دافعة أرخميدس هي قوة موجهة نحو الأعلى.
- 2- الفرق بين القيمتين اللتين يشير إليهما الدينامومتر قبل أن يغمر الجسم في المائع و عندما يغمر، يعطي قيمة دافعة أرخميدس.
- 3- نلاحظ أن القيمة التي يشير إليها الدينامومتر عندما يغمر الجسم في الماء أصغر من القيمة التي يشير إليها لما يغمر الجسم في الكحول. نستنتج إذن أن دافعة أرخميدس تتعلق بطبيعة المائع.
- 4- كلما كانت الكتلة الحجمية للمائع كبيرة كلما كانت دافعة أرخميدس كبيرة، وتبين التجربة بأن النسبة بينهما ثابتة، فدافعة أرخميدس تتناسب طرذاً مع الكتلة الحجمية.
- 5- عندما نقارن قيمة دافعة أرخميدس مع قيمة ثقل المائع الذي يزيحه حجم الجسم الصلب، نرى أن القيمتين متساويتان.
- 6- يخضع كل جسم يغمر في مائع يخضع من قبل هذا الأخير إلى قوة $\vec{\Pi}$ شاقولية موجهة نحو الأعلى و قيمتها تعطى بالعلاقة:

$$\Pi = m_{\text{fluide}} \cdot g = \rho \cdot V \cdot g$$

حيث ρ هي الكتلة الحجمية للمائع (Kg/m^3)، v حجم الجسم الصلب (m^3) و g قيمة الجاذبية الأرضية (m/s^2)، و بهذا تقدر دافعة أرخميدس بالنيوتن (N)

2- سقوط كرية في مزيج من الجليسيرول / ماء (glycérol / eau)

طريقة العمل

نترك كرية تسقط بدون سرعة ابتدائية في خليط يتكون من جليسيرول / ماء
كتلة الكرية تقدر بـ $m = 4,13g$ و نصف قطرها $r = 5,00mm$. الكتلة الحجمية للجليسيرول المخفف تقدر
بـ $\rho = 1,19Kg/m^3$.

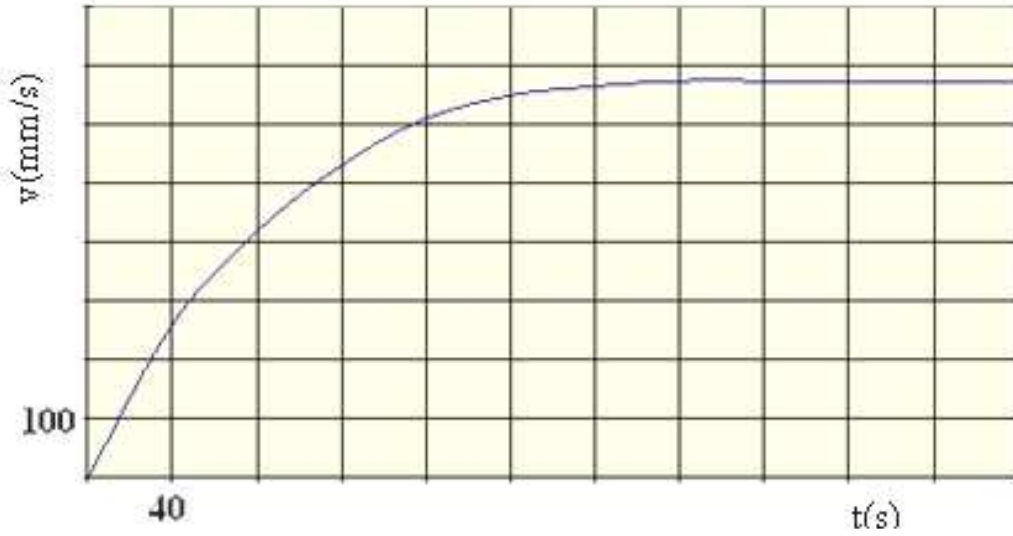
نترك الكرية تسقط و نسجل حركتها بواسطة آلة تصوير فيديو .
نعالج هذا التصوير بواسطة برنامج Avistep مثلا.
نتائج القياس التي يقدمها البرنامج نلخصها في الجدول التالي:

t(ms)	0	40	80	120	160	200
Y(mm)	0	6,8	20,9	40,3	63,7	89,2
V(mm/s)	0	261	419	532	611	650
	240	280	320	360	400	440
	115,7	142,5	169,7	196,5	223,7	250,5
	666	675	675	675	675	675

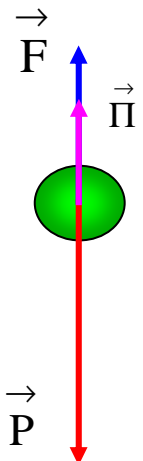
- 1 - أعرض هذه النتائج على برنامج Excel ، ثم أرسم البيان $v = f(t)$
- 2 - استنتج من خلال هذا المنحنى هل تسارع الحركة يتغير بالزيادة أم بالتناقص؟
- 3 - مثل القوى الخارجية المؤثرة على الكرية أثناء حركتها.
- 4 - ما هي القوى التي تبقى ثابتة أثناء الحركة ؟
- 5 - لماذا يمكن الاستنتاج بأن قوة الاحتكاك \vec{F} تكون معاكسة لشعاع السرعة \vec{v} و كذلك قيمتها $F = f(v)$ تتزايد مع قيمة السرعة v .
- 6 - نلاحظ أن السرعة تؤول إلى قيمة ثابتة، نرمز لها بـ v_{lim} و تدعى السرعة الحدية. أعط عبارة $F = f(v_{lim})$ بدلالة القوتين الأخرتين.
- 7 - ما هي قيمة F في اللحظة الابتدائية $t = 0$.
- 8 - باستعمال القانون الثاني لنيوتن، بين أن القيمة الابتدائية للتسارع a ، تعطى بالعلاقة:
$$a_0 = \frac{(m - m_{fluide})g}{m}$$
 حيث m هي كتلة الجسم و m_{fluide} هي كتلة السائل المزاح من طرف الكرية.
- 9 - إذا علمت أن الحجم V للكرية يعطى بالعلاقة: $V = \frac{4}{3}\pi \cdot r^3$ ، استنتج قيمة m_{fluide} و كذلك قيمة a_0 .
- 10 - نعتبر نقطة تقاطع المماس للمنحنى عند اللحظة $t = 0$ مع الخط المقارب الأفقي الذي يقبل الدالة $v = f(t)$ و الذي معادلته $v = v_{lim}$. فاصلة هذه النقطة، ونرمز لها بـ τ و تدعى: **الزمن المميز للحركة**. أعط عبارة τ بدلالة a_0 و v_{lim} . أحسب قيمة المقدار τ .

النتائج - تحليل النشاط-

1 - نعرض النتائج التي تحصلنا عليها على برنامج Excel و نرسم البيان الذي يمثل تغير سرعة مركز عتالة الكرية بدلالة الزمن فنحصل على البيان التالي:



2 - من خلال البيان نلاحظ أن تسارع الكرية يتغير بالتناقص لأن ميل المماسات التي يمكن رسمها على المنحنى في تناقص من لحظة لأخرى



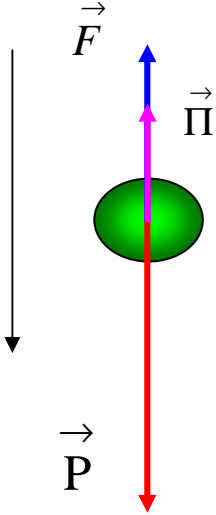
3 - القوى الخارجية المؤثرة على الكرية أثناء حركتها مبينة على الشكل التالي:

4 - القوى التي تبقى ثابتة أثناء الحركة هي قوة الثقل و كذلك دافعة أرخميدس لأن هاتين القوتين لا تتعلقان بسرعة الكرة، والقوة المقاومة هي التي تتغير لأنها تتعلق بسرعة الكرة.

5 - شعاع التسارع a له نفس اتجاه المحصلة $\vec{P} + \vec{\Pi}$. بما أن قيمة

التسارع a تتناقص هذا يعني أن \vec{F} تعاكس \vec{v} . بينما قيمتها تزداد مع زيادة القيمة v لشعاع السرعة \vec{v} .

6 - من ملاحظة البيان، يمكن كتابة:



$$\lim_{t \rightarrow \infty} a = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{dv}{dt} = 0$$

إن:

$$mg - \Pi - F(v_{lim}) = 0$$

و منه نجد:

$$F(v_{lim}) = mg - \Pi$$

7 - في اللحظة الابتدائية $v = 0$ و بالتالي $F = 0$.

8 - باستعمال القانون الثاني لنيوتن عند $t=0$ يمكن كتابة:

$$mg - \Pi = ma_0$$

نعوض Π بقيمتها في المعادلة:

$$mg - m_{fluide} g = ma_0$$

ومنه نجد:

$$a_0 = \frac{(m - m_{fluide})g}{m}$$

9 - نعلم أن الكتلة الحجمية تعطى بالعلاقة: $\rho = \frac{m}{V}$

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \times 3,14 \times (5 \cdot 10^{-3})^3 = 5,25 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3$$

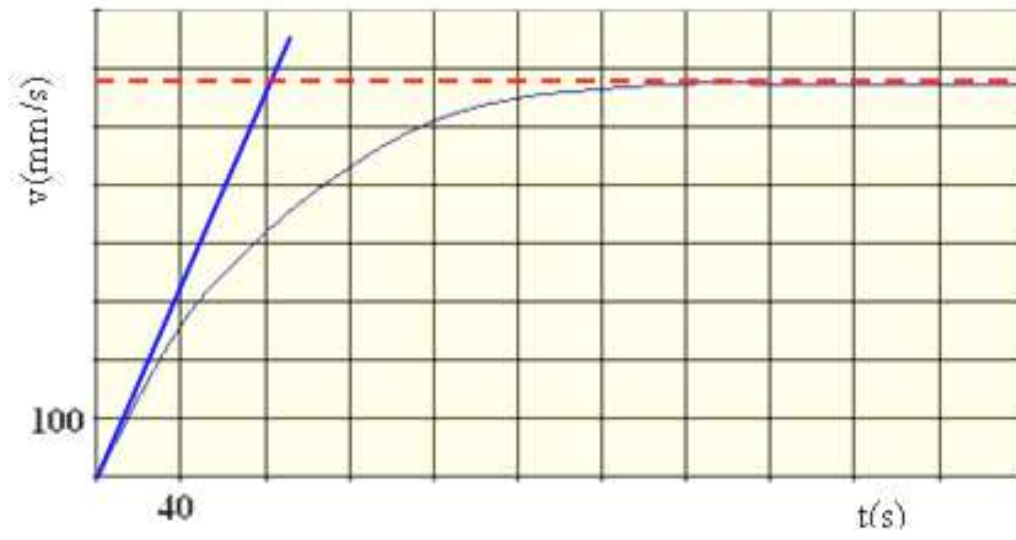
كتلة السائل التي توافق هذا الحجم هي:

$$m_{fluide} = \rho \cdot V = 1,19 \cdot 10^3 \times 5,25 \cdot 10^{-7} = 6,27 \cdot 10^{-4} \text{ Kg} = 0,63 \text{ g}$$

و منه نجد:

$$a_0 = \frac{(4,13 - 0,63) \times 9,81}{4,13} = 8,31 \text{ m/s}^2$$

10 - يمكن كتابة معادلة المماس على الشكل التالي: $v_{lim} = a_0 \cdot \tau$



من البيان أو الجدول تلاحظ أن $v_{lim} = 673 \text{ mm/s}$.

نعوض فنجد:
$$\tau = \frac{675 \cdot 10^{-3}}{831} \approx 81 \text{ ms}$$