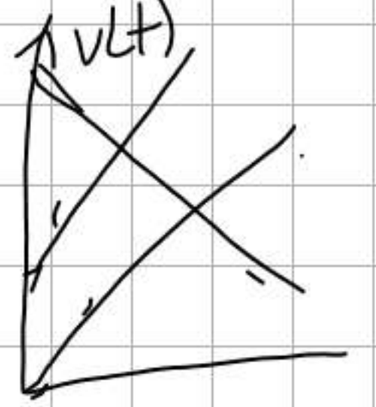
منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

تطور جملة ميكانيكية

السقوط الشاقولي لجسم صلب في الهواء

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11



حركة مستقيمة

السرعة متغيرة

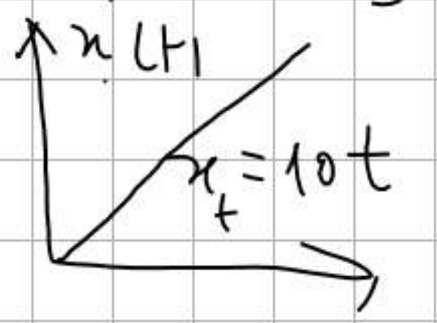
سرعة بسطام

مستقيمة (السرعة ثابتة)

الفيزياء

$x(t) = v \cdot t$

10



$x(t) = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 t + x_0$

$V(t) = \frac{dx}{dt} = \frac{2}{2} a t + v_0 = a t + v_0$

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

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

السقوط الحر (الفراغ)

تعريف: سقوط جسم تحت تأثير قوة ثقله فقط

- الرجع الحاسب: السطحي الوضيع

- هو مربع مركزه نقطة من سطح الأرض و محاوره ثلاث نجوم تقريبا ثابتة (المجر)

لماذا هذا المرجع سطحي:

لأن مدة سقوط الأجسام نحو سطح الأرض صغيرة جدا مقارنة لمدة دوران الأرض حول نفسها 24 ساعة.

1- مثل القوى المطبقة

2- ادرس طبيعة الحركة

3- اكتب المعادلات الزمنية المسافة و السرعة

4- البيانات المحتملة (أفكار)

دروسكم منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

1- تمثيل القوى المطبقة

الجملة المدروسة: (كرة) نعتبرها نقطة مادية (أبعادها مهملة)

$y_0 = 0m$

$\overrightarrow{V_0} = 0m/s$

- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن

$$\sum \overrightarrow{F}_{ext} = m\overrightarrow{a}$$

$$\overrightarrow{P} = m\overrightarrow{a}$$

بالإسقاط على المحور (oy)

$$P = ma$$

$$mg = ma$$

$a = g$ التسارع ثابت و المتجهة $\vec{a}$ منعكسة إلى الأسفل، بما أن الحركة مستقيمة

($v>0$ $a>0$ تسارع مستقيم) بمعنى ($\vec{a}, \vec{v}$ cos) $a \cdot v > 0$

$$y(t) = \frac{1}{2}at^2 + v_{0y}t + y_0$$

$$y(t) = \frac{1}{2}gt^2$$

دروسكم منصة التعليم الإلكتروني

$y(t) = \frac{1}{2} g t^2$ معادلة المسافة بدلالة الزمن

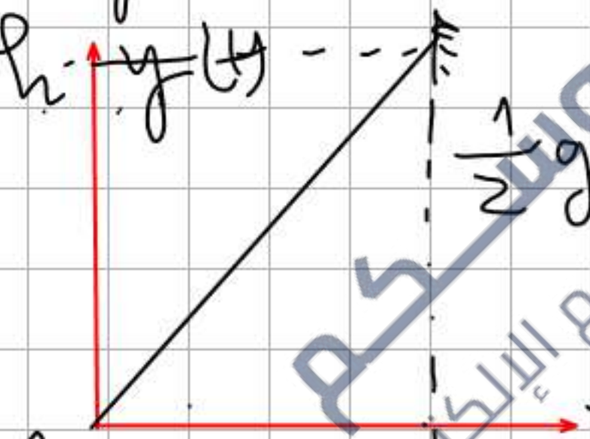
$v_y(t) = \frac{dy(t)}{dt} = gt$ السرعة

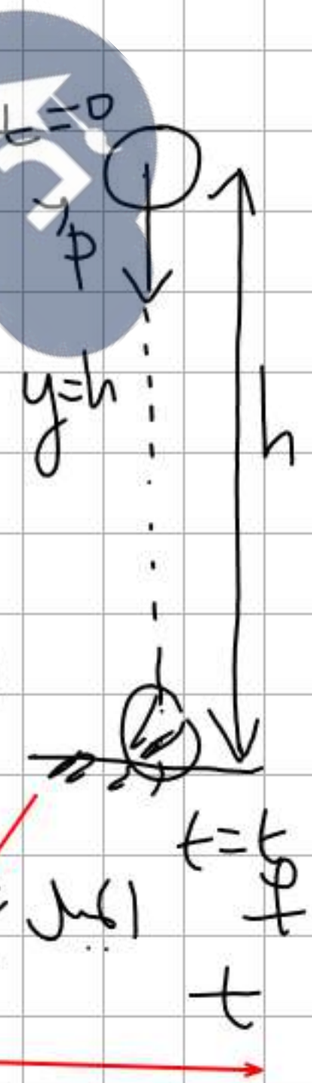
$a_y = \frac{dv_y}{dt} = g$ التسارع

$y = Ax$

$y(t) = \left(\frac{1}{2}g\right) t^2$

$(\frac{1}{2}gx^2)' = \frac{2}{2}gx$





$y = Ax$

$v_y = g.t$

تمرين: يترك جسم (S) كتلته m يسقط من ارتفاع h

سقوط حر من h=1500m

1- عرف السقوط الحر

2- اين تدرس حركة هذا الجسم

3- ما هي الفرضة اللازمة ليطبق القانون الثاني لنيوتن

4- مثل القوى

5- ادرس طبيعة الحركة

6- اكتب المعادلات الزمنية

8- استنتج السرعة لحظة الوصول الى سطح الارض بطريقة طرق

h يسقط من ارتفاع m

1- السقوط الحر هو سقوط الجسم تحت تأثير قوة ثقله فقط

2- المرجع المناسب هو السطح الارضي

3: الفرضة يجب انه يكون مرجع الدراسة غاليلي (تتحقق فيه مبدأ العطالة)

$g = 10\ m/s^2$

$z(t) = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} g t^2$

$V_z(t) = \frac{dz(t)}{dt} = \left(\frac{1}{2} g t^2\right)' = gt$

$a_z(t) = \frac{dV_z(t)}{dt} = (gt)' = g$

h

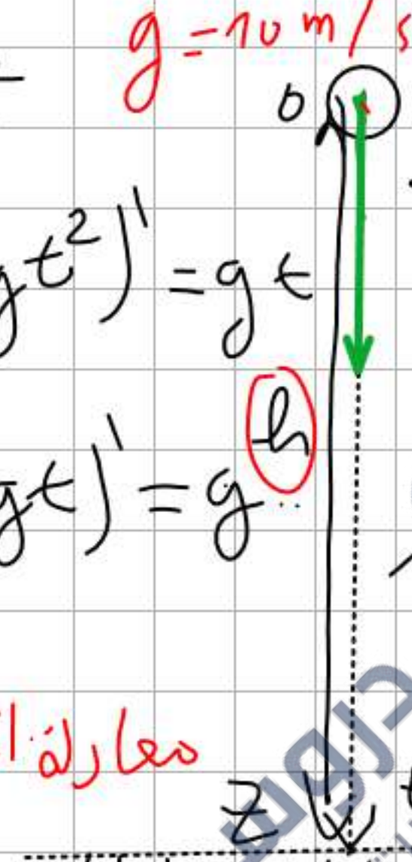
$z(t) = \frac{1}{2} g t^2$ معادلة المسافة

$2h = \frac{1}{2} g t_f^2$

$2h = g t_f^2$

$t^2 = \frac{2h}{g}$

$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2(1500)}{10}} =$



ممثل القوى

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

$\vec{P} = m\vec{a}$

على محاور

(Oz)

$P = mg$

$mg = ma$

$a = g$

الشارع ثابت وكم متعرض

سقوط (مسار)

$$t_f = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2(1500)}{10}} = 17,32s$$

زمن سقوط

$$V_f = g\,t_f = 10(17,32) = 173,2\,m/s$$

السرعة العظمى

(2) نهبط $V_0 = 0$ ← ① $t = 0$

$$V_f^2 - V_0^2 = 2ad$$

$d = h$ ⋮ $a = g$

$$V_f^2 - V_0^2 = 2gh$$

$V_f = S$ ← ② $t = t_f$

$$V_f^2 = 2gh$$

$$V_f = \sqrt{2gh}$$

$$V_f = \sqrt{2(10)(1500)}$$

$$= 173,2\,m/s$$

المسقوط الحقيقي

القوى الموجودة هي

الثقل $\vec{P}$: دومًا جهته نحو الاسفل $P=mg$

دافعة أرخميدس $\vec{\Pi}$ دومًا نحو الاعلى

(السطح الحر) قيمتها (ثقل المائع المزاح)

$m = \rho_{air} V_s$ مثلا (هواء) حيث $\Pi = \rho_{air} V_s g$ الهواء

الاحتكاك $\vec{f}$ دومًا عكس جهة الحركة

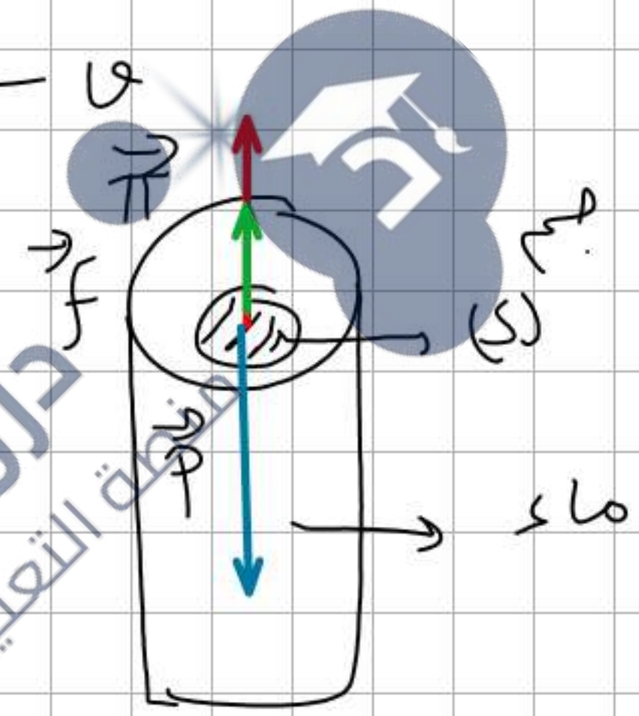
- نحو الاعلى و سرعتها حيث السرعة

حسب سرعتان التمرين f

- سرعان صغيرة ← $K\upsilon$
- سرعان كبيرة ← $K\upsilon^2$

K ثابت الاحتكاك

υ سرعة



لتمثيل مختلف القوى في المراحل الثلاث

$t > 5s$	$t > 0$	$t = 0$
دائم	انتقالي	سقوط حر

دروس التعليم الإلكتروني

M_0 $t=0$

M_1 $t=\tau$

M_2 $t=2\tau$

M_3 $t=3\tau$

M_4 $t=4\tau$

M_5 $t=5\tau$

M_6

M_7

$V_0=0$

$f=kv$

$f=k(0)=0$

$V_0=0$

$V_1>0$

$V_2>V_1$

$V_3>V_2$

$v(t)$

$f=kv$

0 5τ t

$v>0$ $v>0$

$P=mg$

$\pi=\rho V_s g$

$(t=0)$ $\vec{\pi}$ $\vec{P}$ $P>\pi$

$t>0$ $\vec{\pi}$ $\vec{f}$ $\vec{P}$ $P>\pi+f$

$t>5\tau$ $\vec{f}$ $\vec{\pi}$ $\vec{P}$ $P=\pi+f$

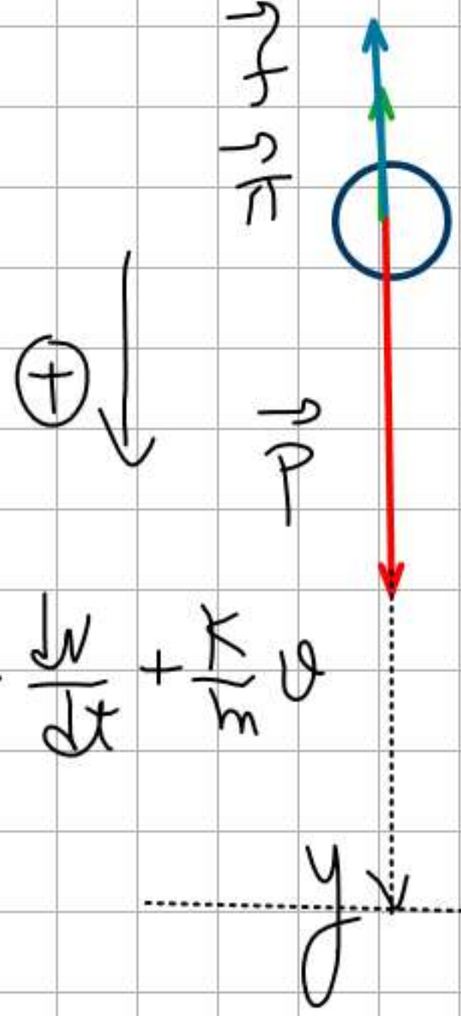
$\sum \vec{F}=0$

ما شاء الله

منصة التعليم الإلكتروني

بتطبيق القانون II لنيوتن (سرعات صغيرة $f=Kv$)

ادرس طبيعة الحركة كتابة المعادلة التفاضلية للحركة



$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \qquad a=\frac{dv}{dt}$$

$$\vec{P}+\vec{\pi}+\vec{f}=m\vec{a}$$

بالاسقاط على محور الحركة (oy)

$$P-\pi-f=ma$$

$$mg-\rho_{air}V_s g-Kv=m\frac{dv}{dt}$$

$$g-\frac{\rho V_s g}{m}-\frac{K}{m}v=\frac{dv}{dt}$$

$$g-\frac{\rho V_s g}{m}-\frac{dv}{dt}+\frac{K}{m}v$$

$$\frac{dv}{dt} + \frac{K}{m} v = g - \frac{\rho V_s g}{m} = g\left(1 - \frac{\rho V_s}{m}\right)$$

$$\frac{dv}{dt} + \frac{K}{m} v = g\left(1 - \frac{\rho V_s}{g}\right)$$

$$y' + ay = b$$

$$\left(\frac{1}{\tau}\right)$$

المعادلة (I) هي معادلة

الحل يعطى

$$V(t) = V_\ell \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

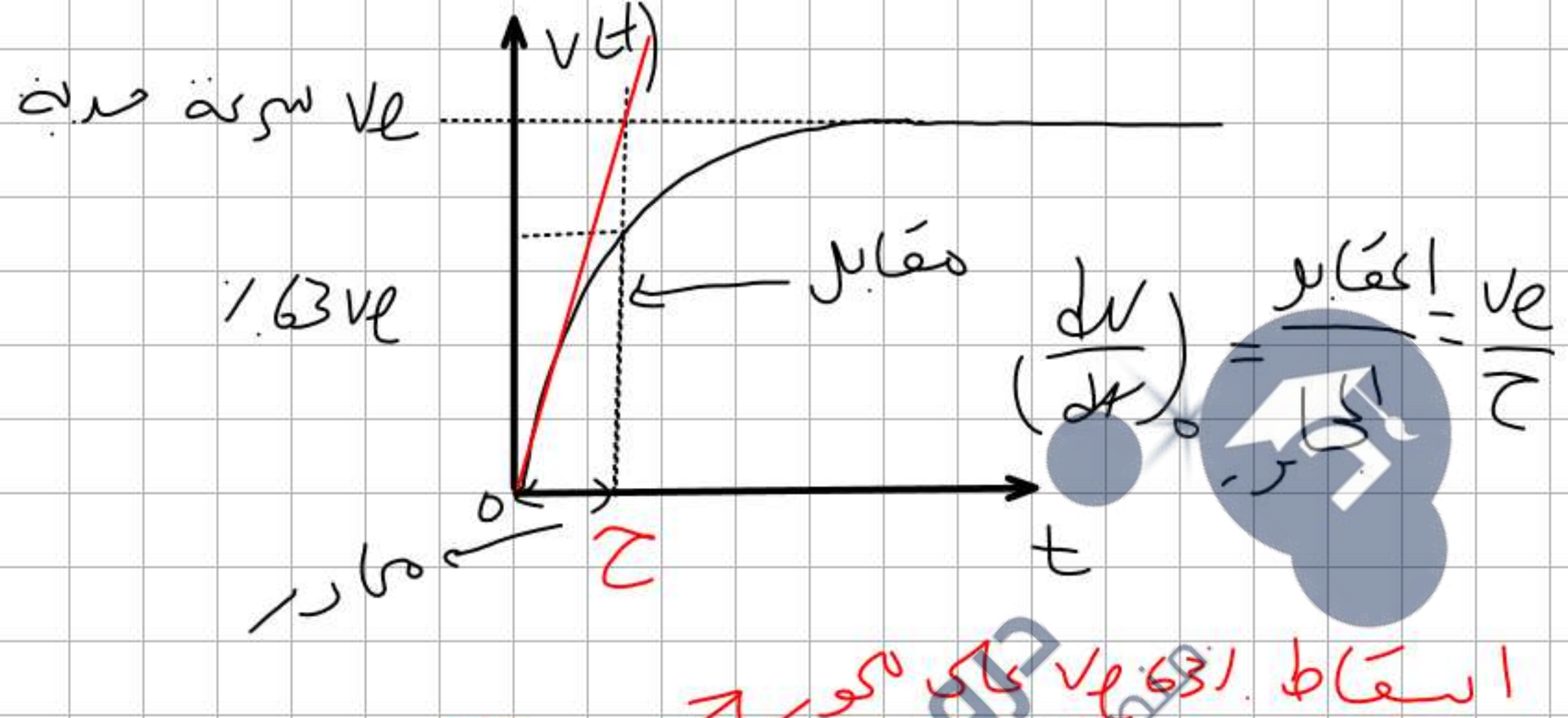
τ ثابت الزمن للمميز للحركة

$$V(\tau) = V_\ell \left(1 - e^{-\frac{\tau}{\tau}}\right)$$

$$= V_\ell \left(1 - e^{-1}\right)$$

$$= 0{,}63 V_\ell = 63\% V_\ell$$

t	0	τ	5τ	∞
$V(t)$	0	$0{,}63V_\ell$	$0{,}99V_\ell$	V_ℓ



$\frac{dv}{dt}$ = المقابل / الجار = $\frac{Ve}{\tau}$

τ ← انسحاب المماس عند المبدأ لقيمة Ve حتى يقطع المستقيم $y=Ve$ لكي نحدد الزمن

$\tau = \frac{m}{k}$

τ فاصلة نقطة تقاطع $y=Ve$ مع المماس عند المبدأ

لحساب a_0 نجد عبارة كل من الطرفين

$$\left(\frac{dV}{dt}\right)_0 + \frac{K}{m}V = g\left(1 - \frac{\rho V_s}{m}\right)$$

$\left(\frac{dV}{dt}\right)_0 = a_0$ و $V(0)=0$ بحيث $t=?$ عندما

$$a_0 = g\left(1 - \frac{\rho V_s}{m}\right)$$

$$a_0 = \left(\frac{dV}{dt}\right)_0 = \frac{Ve}{\tau} = a_0$$

عندما $t=0$ السرعة الحدية

عبارة السرعة الحدية في النظام الدائم V_e

$$\frac{dv}{dt}^{0} + \left(\frac{K}{m}\right)v_e = g\left(1 - \frac{\rho V_s}{m}\right)$$

في النظام الدائم $t \geq 5\tau$

$\frac{dv}{dt} = 0$ معناه ثابت $= v = v_e$

$$\left(\frac{dv}{dt}\right)^{0} + \frac{K}{m}v_e = g\left(1 - \frac{\rho V_s}{m}\right)$$

5τ

$$v_e = \frac{mg}{K}\left(1 - \frac{\rho V_s}{m}\right)$$

$f = Kv^2$ حالی که نیروی کشسانی

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

$\vec{P} + \vec{\pi} + \vec{f} = m\vec{a}$

$P - \pi - f = ma$

$mg - \rho V_s g - Kv^2 = m\frac{dv}{dt}$

$g - \frac{\rho V_s g}{m} - \frac{K}{m}v^2 = \frac{dv}{dt}$

$$\frac{dv}{dt} + \frac{K}{m}v^2 = g\left(1 - \frac{\rho V_s}{m}\right)$$

$a_0 = g\left(1 - \frac{\rho V_s}{m}\right)$

$v_t^2 = \frac{mg}{K}\left(1 - \frac{\rho V_s}{m}\right)$

$v_t = \sqrt{\frac{mg}{K}\left(1 - \frac{\rho V_s}{m}\right)}$

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

القوى المطبقة على الجسم أثناء سقوطه الشاقولي

قوة الثقل $\vec{P}$

عبارتها $p = mg$ وهي قوة شاقولية نحو الأسفل شدتها ثابتة

حيث :

m كتلة الجملة ب Kg

g تسارع الجاذبية ب $m.s^{-2}$

دافعة أرخميدس $\vec{\Pi}$

كل جسم مغمور في مائع يخضع لدافعة أرخميدس تساوي ثقل المائع المزاح

$\Pi = \rho_f v g$ حيث :

ρ_f الكتلة الحجمية للمائع

v حجم الجسم أو المائع المزاح

g تسارع الجاذبية ب $m.s^{-2}$

قوة الإحتكاك $\vec{f}$

هي قوة شاقولية معاكسة لجهة الحركة تزداد شدتها بزيادة السرعة شدتها

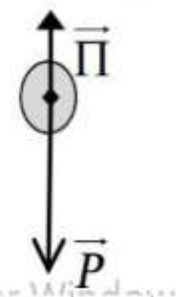
$K' v^2 = f = K v$

K و K' ثابتا الإحتكاك

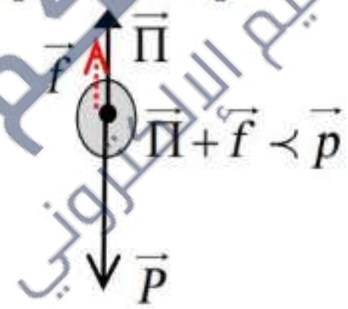
v السرعة ب $m.s^{-1}$

تمثيل القوى كيفيا أثناء سقوط الجسم

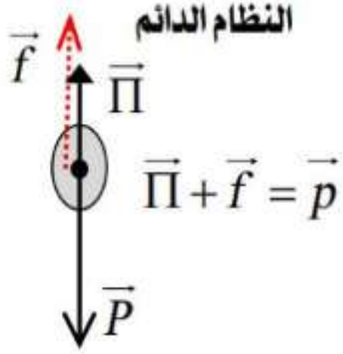
مرحلة الإنطلاق



في النظام الإنتقالي



النظام الدائم



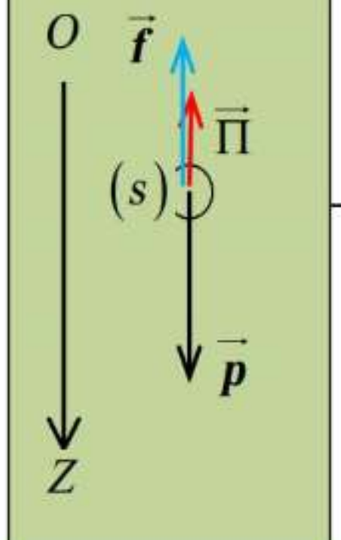
دروسكم منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

الدراسة النظرية للسقوط الشاقولي (الحقيقي):

تمثيل القوى المؤثرة



القوى الخارجية المؤثرة على جملة ، أثناء سقوطها شاقوليا هي:

قوة الثقل $\vec{p}$ ، دافعة أرخميدس $\vec{\Pi}$ ، قوة الإحتكاك $\vec{f}$

المعادلة التفاضلية للسرعة :

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الجملة (جسم(s)) في المرجع السطحي الأرضي الذي نعتبره عطالي نجد:

$$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}_G \Rightarrow \vec{P} + \vec{\Pi} + \vec{f} = m\vec{a}_G$$

بالإسقاط على محور الحركة (OZ) نجد : $p - \Pi - f = ma_G \ldots (1)$

1. في حالة السرعات الصغيرة يكون $f = K.v$:

V حجم الجسم
v سرعة الجسم
ρ_f الكتلة الحجمية للمائع
ρ_s الكتلة الحجمية للجسم

تصبح العلاقة (1): $m.g - \rho.V.g - K.v = m.\frac{dv}{dt}$

بالتبسيط نجد: $\frac{1}{\rho_s}$ أي: $\frac{dv}{dt} + \frac{K}{m}v = g\left(1 - \frac{\rho.V}{m}\right)$

$$\frac{dv}{dt} + \frac{K}{m}v = g\left(1 - \frac{\rho_f}{\rho_s}\right)$$

دروسكم منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

عبارة السرعة الحدية v_l	عبارة التسارع الإبتدائي a_0	ثابت الزمن المميز للحركة τ
في النظام الدائم $(v = v_l = Cte)$ أي : $\frac{dv}{dt} = 0$ ومنه : $\frac{K}{m} v_l = g\left(1 - \frac{\rho_f}{\rho_s}\right)$ إذن : $v_l = \frac{g.m}{k}\left(1 - \frac{\rho_f}{\rho_s}\right)$ بيانيا: v_l تمثل نقطة تقاطع الخط المقارب الأفقي عند t_f لبيان السرعة $v = f(t)$	لما $t = 0$ تكون : السرعة معدومة أي : $v = 0$ ومن المعادلة التفاضلية نكتب: $\frac{dv}{dt} + \frac{K}{m}v = g\left(1 - \frac{\rho_f}{\rho_s}\right)$ نجد : $\left.\frac{dv}{dt}\right\|_0 = g\left(1 - \frac{\rho_f}{\rho_s}\right)$ أو : $a_0 = g\left(1 - \frac{\rho_f}{\rho_s}\right)$ $a_0 = \frac{g}{m}(m - \rho_f V)$ بيانيا : a_0 يمثل ميل المماس للمنحني $v = f(t)$ عند المبدأ $a_0 = \left.\frac{dv}{dt}\right\|_{t=0}$	بالإعتماد على التحليل البعدي للمقدار $\frac{m}{K}$ نجد : $\frac{[m]}{[K]} = \frac{[m]}{\frac{[f]}{[v]}} = \frac{[m][v]}{[f]}$ $\frac{[m]}{[K]} = \frac{M.L.T^{-1}}{M.L.T^{-2}} = T$ ومنه : وحدة الثابت $\frac{m}{K}$ من وحدة الزمن، ويرمز له ب τ أي : $\tau = \frac{m}{K}$

دروسكم منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك
0699 320 999 / 044 77 64 11
Activer Win
Accédez aux par

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

ملاحظة: في حالة السرعات الكبيرة $f = K.v^2$

وبنفس الخطوات نحصل على المعادلة التفاضلية : $\frac{dv}{dt} + \frac{K}{m}v^2 = g\left(1 - \frac{\rho_f}{\rho_s}\right)$

وعبارة السرعة الحدية v_l : $v_l = \sqrt{\frac{g.m}{K}\left(1 - \frac{\rho_f}{\rho_s}\right)}$ أو : $v_l = \sqrt{\frac{g}{K}\left(m - \rho_f.V\right)}$

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

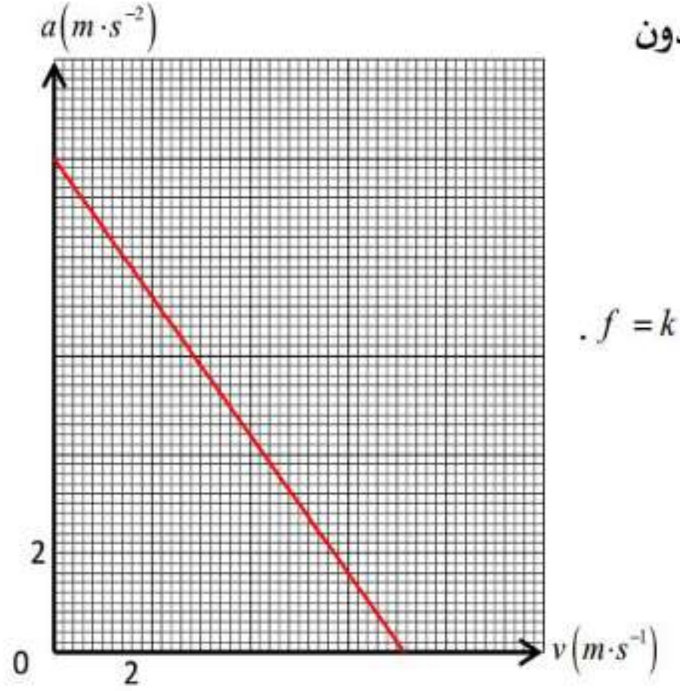
0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

التمرين الثاني:

كرة تنس كتلتها $m = 2,5g$ وقطرها $d = 3,8cm$ تسقط في الهواء بدون سرعة ابتدائية.

1. احسب كتلة الهواء الذي تزيحه الكرة.
2. احسب النسبة بين π و P، ماذا تستنتج؟
3. مقاومة الهواء التي تتعرض لها الكرة أثناء السقوط من الشكل: $f = k \cdot v$.
   1.3. مثل تأثير القوى المطبق على الكرة.
   2.3. اكتب المعادلة التفاضلية لتطور سرعة الكرة.
4. يمثل بيان الشكل المقابل تغيرات التسارع بدلالة الزمن $a = f(t)$.
   بالاعتماد على البيان استنتج:
   1.4. السرعة الحدية v_{lim}.
   2.4. الزمن المميز ومعامل الاحتكاك k.
   3.4. قيمة التسارع الابتدائي a_0.



يعطى: الكتلة الحجمية للهواء $\rho_{air} = 1,3kg \cdot m^{-3}$، حجم الكرة $V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

التمرين الأول:

تترك كرية كتلها m تسقط من ارتفاع h من سطح الأرض دون سرعة ابتدائية.تعطى $g = 10 m.s^{-2}$.

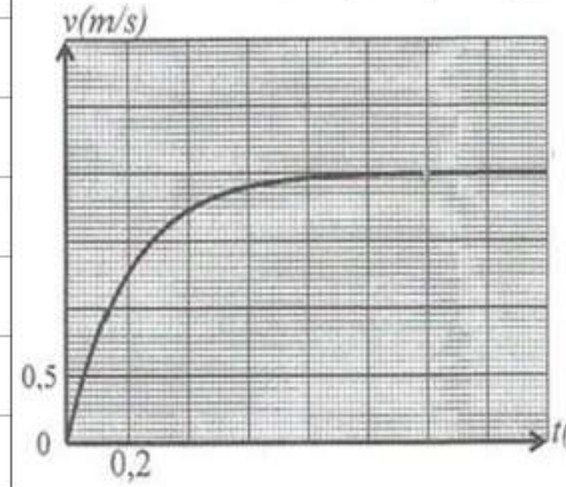
1-نهمل دافعة أرخميدس ونعتبر شدة قوة مقاومة الهواء $f = k.v$.

أ/مثل القوي الخارجية المؤثرة على الكرية.

ب/بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في معلم $(O,\vec{k})$ موجه نحو الأسفل ومرتبط بمرجع سطحي أرضي نعتبره غاليليا، أوجد المعادلة التفاضلية لسرعة الحركة.

ج/استنتج عبارة السرعة الحدية v_{lim} بدلالة: g, m, k .

2-إن دراسة تغيرات سرعة الكرية بدلالة الزمن مكنت من الحصول على البيان(الشكل)



أ/استنتج من البيان:* طبيعة أطوار الحركة مع التعليل.

* قيمة السرعة الحدية v_{lim} .

ب/حدد وحدة الثابت k باستعمال التحليل البعدي، واحسب النسبة $\frac{m}{k}$.

3-كيف يطورتسارع الكرية خلال الحركة؟

4-مثل كيفيا مخطط السرعة $v(t)$ لحركة السقوط الشاقولي لمركز عطالة الكرية في الفراغ.

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني

ملف الحصة المباشرة و المسجلة

1 حصص مباشرة

2 حصص مسجلة

3 دورات مكثفة

أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني

ملف الحصة المباشرة و المسجلة

1 حصص مباشرة

2 حصص مسجلة

3 دورات مكثفة

أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني

ملف الحصة المباشرة و المسجلة

1 حصص مباشرة

2 حصص مسجلة

3 دورات مكثفة

أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني

ملف الحصة المباشرة و المسجلة

1 حصص مباشرة

2 حصص مسجلة

3 دورات مكثفة

أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني

ملف الحصة المباشرة و المسجلة

1 حصص مباشرة

2 حصص مسجلة

3 دورات مكثفة

أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني

ملف الحصة المباشرة و المسجلة

1 حصص مباشرة

2 حصص مسجلة

3 دورات مكثفة

أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني

ملف الحصة المباشرة و المسجلة

1 حصص مباشرة

2 حصص مسجلة

3 دورات مكثفة

أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني