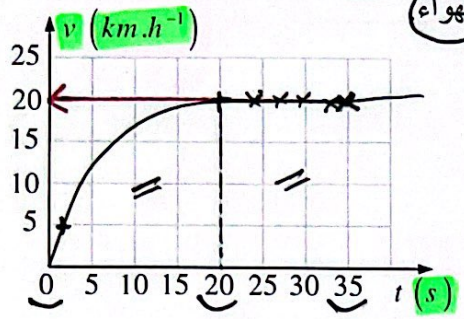
دورة الوحدة (02)	سلسلة تمارين رقم (02) : "دراسة حركة السّقوط الشّاقولي لجسم صلب في الهواء"	BAC 2023

amine.zeddoun

التمرين الأوّل:

يمثل البيان المرفق جانبه، مخطط السرعة بدلالة الزمن لحركة سقوط جسم في الهواء



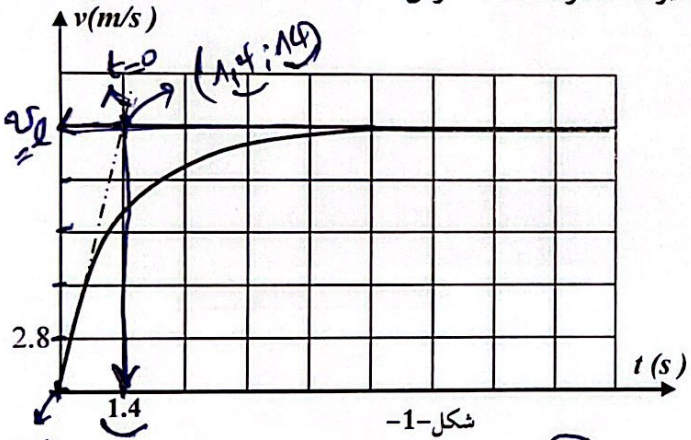
1) صف مراحل الحركة.
2) بالاعتماد على المنحنى، هل يمكنك تحديد القوى المؤثرة على الجسم أثناء الحركة.
3) أوجد المعادلة التفاضلية للحركة.

أثبت أنه يمكن كتابة عبارة السرعة الحدية بالشكل:

$v_L = \frac{g_i}{k}(\rho_s - \rho_{air})V_s$ ثم استنتج قيمتها دون حساب.

التمرين الثّاني:

تسقط الكرية شاقوليا بدءا من نقطة O بالنسبة لمعلم أرضي دون سرعة ابتدائية في الهواء ، تعيق حركة سقوطها قوة احتكاك $\vec{f}$ تتناسب شدتها طرديا مع سرعتها . يمثل البيان (الشكل(1) تغيرات السرعة بدلالة الزمن.



شكل-1-

1- ماهوالمرجع المناسب لدراسة حركة هذا الجسم وماهي الفرضية المتعلقة به والتي تسمح بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ؟

2 - أكتب نص القانون الثاني لنيوتن.

3- حدد قيمة السرعة الحدية v_L ، ثم أحسب قيمة التسارع الابتدائي a_0 ، ماذا تستنتج ؟

4- أثبت أن المعادلة التفاضلية للحركة تكتب بالشكل: $\frac{dv}{dt} = -\frac{k}{m}v + g$

5- أحسب قيمة كتلة الكرية m.

يعطى: معامل الاحتكاك : $K=3,57\times10^{-2}\ kg/s$ و $g=10\ m/s^2$.

التمرين الثّالث:

تترك كرة مطاطية (S) كتلتها $m_s = 8\ g$ لتسقط شاقوليا في الهواء ، دون سرعة ابتدائية ، حيث تؤثر عليها أثناء سقوطها قوة الاحتكاك مع الهواء والتي تتناسب طردا مع سرعة مركز عطالة الكرة. تعطى : $g=10\ m/s^2$

1- قارن بين ثقل الكرة و شدة دافعة أرخميدس ، ماذا تستنتج ؟

2- أ - بين أن المعادلة التفاضلية لتطور شدة قوة الاحتكاك مع الهواء تكون على الشكل :

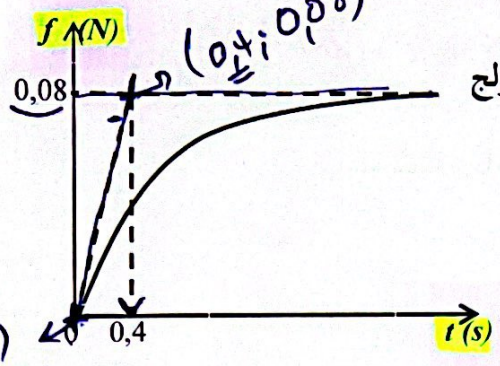
$$\frac{df}{dt} + Af = B$$

يطلب تحديد عبارتي الثابتين A , B .

ب- بين أن قوة الاحتكاك تصل إلى قيمة حدية تساوي ثقل الكرة .

amine.zeddoun

Scanned with CamScanner



3- سمحت كاميرا رقمية بمتابعة حركة مركز عطالة الكرة وعولج شريط الصور الملتقطة ببرمجية مكنتنا من الحصول على بيان تطور قوة الاحتكاك بدلالة الزمن .

بالاستعانة بالبيان :

أ- أوجد قيمة معامل الاحتكاك K .

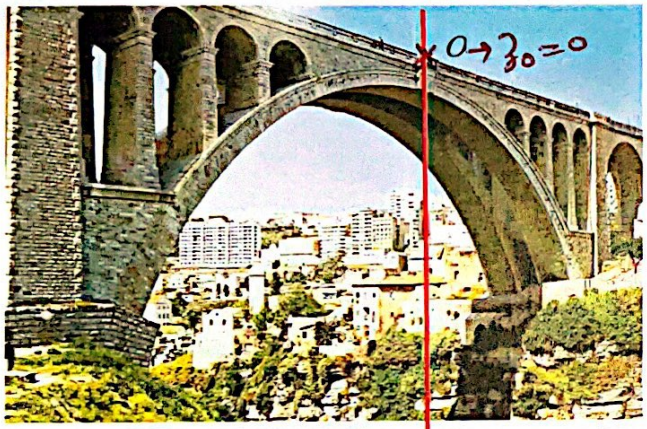
ب- استنتج قيمة السرعة الحدية للكرة .

تعطى: الكتلة الحجمية للهواء : $\rho_f = 1{,}3\ kg/m^3$.

الكتلة الحجمية للمطاط : $\rho_s = 130\ kg/m^3$

التّمرين الرّابع:

بُني جسر سيدي راشد بين 1908 و 1912 على ضفتي وادي الرمال بقسنطينة الذي يربط بين حي الكدية ومحطة القطار.



الشكل 1. جسر سيدي راشد -

يهدف هذا التمرين إلى إيجاد ارتفاع الجسر.

زار التلاميذ جسر سيدي راشد في إطار رحلة مدرسية إلى مدينة قسنطينة فانبهرت "منى" من علو هذا الجسر وأرادت معرفة علوه. من أجل ذلك تركت حجرًا كتلته $m = 100\,g$ ليسقط دون سرعة ابتدائية من نقطة O تقع على حافة الجسر نعتبرها مبدأ للفواصل في اللحظة $t = 0$ وسجّلت زمن سقوطه $t = 4{,}67\,s$.

يعطى: شدة الجاذبية الأرضية: $g = 9{,}80\ m \cdot s^{-2}$

دراسة السقوط الحر للحجر:

amine.zeddoun

1. عرّف السقوط الحر للأجسام.
2. من بين المراجع التالية:

(أ) المرجع السطحي الأرضي، (ب) المرجع الجيومركزي، (جـ) المرجع الهيليومركزي

1.2. اختر المرجع المناسب لدراسة حركة سقوط الحجر.

2.2. هل يمكن اعتبار المرجع المختار عطاليا؟ علّل.

3. نعتبر سقوط الحجر حرًا في المعلم (Oz) المرتبط بمرجع الدراسة (الشكل 1).

1.3. مثّل القوى الخارجية المطبقة على الجملة المادية (الحجر) أثناء السقوط.

2.3. ذكّر بنص القانون الثاني لنيوتن.

3.3. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الجملة، جِد المعادلة التفاضلية التي تحققها سرعة مركز عطالة الجملة في كل لحظة t.

Scanned with CamScanner

4.3. استنتج طبيعة حركة مركز عطالة الجملة واكتب المعادلة الزمنية لسرعته.

4. اعتمادا على المعادلة الزمنية للسرعة:

1.4. ارسم على ورقة ميليمترية منحنى تطور سرعة مركز عطالة الجملة $v = f(t)$.

2.4. جِد بيانيا قيمة h ارتفاع الجسر عن سطح الارض.

3.4. اكتب المعادلة الزمنية للحركة $z(t)$.

4.4. تأكد حسابيا من قيمة الارتفاع h

amine.zeddoun

$$v_{max}^2 - v_0^2 = 2a.h$$

$$\Rightarrow h = \frac{v_{max}^2}{2a} = \frac{45^2}{2 \times 9,8}$$

$$\Rightarrow h \simeq 10^2 m.$$

Scanned with CamScanner

حل سلسلة تمارين رقم (09):
دراسة حركة السقوط الشاقولي لجسم صلب في الهواء

حل التمرين (01):

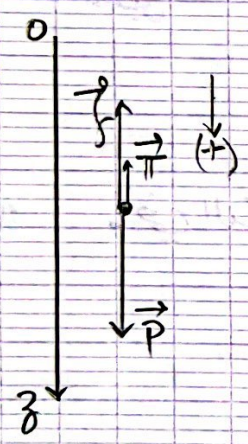
① مراحل الحركة:

* المرحلة ①: $0 \leq t \leq t_0$ ؛ النظام الانتقالي.
لدينا: المسار مستقيم ؛ $a \times v > 0$
ومنه: حركة مستقيمة متسارعة.

* المرحلة ②: $t_0 \leq t \leq 35s$ ؛ النظام الدائم.
لدينا: المسار مستقيم ؛ $a \times v = 0$
ومنه: حركة مستقيمة منتظمة.

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدوّن محمد الأمين

② القوى المؤثرة على الجسم أثناء الحركة:
- قوة الثقل $\vec{P}$.
- قوة الاحتكاك مع الهواء $\vec{f}$.
- قوة دافعة أرخميدس $\vec{\Pi}$.



③ الجملة المدروسة: جسم (S).
المرجع: سطحي أرضي نعتبره غاليلي.
القوى المؤثرة: $\vec{P}$ ، $\vec{\Pi}$ ، $\vec{f}$.
بتطبيق القانون (I) لنيوتن:

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

بالإسقاط على محور الحركة (Oz):

$$\Rightarrow P - \Pi - f = m.a$$
$$\Rightarrow m.g - \Pi - k.v = m.\frac{dv}{dt}$$
$$\Rightarrow \left(m.g - \Pi = m.\frac{dv}{dt} + k.v\right) \times 1/m$$
$$\Rightarrow g - \frac{\Pi}{m} = \frac{dv}{dt} + \frac{k}{m}v$$

Scanned with CamScanner

$$\Rightarrow \frac{dv}{dt} + \frac{k}{m}v = g - \frac{\pi}{m}.$$

في النظام الدائم: $v = v_{lim}$

$$\frac{dv_{lim}}{dt}^{0} + \frac{k}{m}.v_{lim} = g - \frac{\pi}{m}.$$

$$\Rightarrow v_{lim} = \frac{m}{k}\left(g - \frac{\pi}{m}\right).$$

$$\Rightarrow v_{lim} = \frac{1}{k}(m.g - \pi) \quad ; \rho_s = \frac{m}{V_s}$$

$$\Rightarrow v_{lim} = \frac{1}{k}(\rho_s.V_s.g - \rho_{air}.V_s.g) \quad m = \rho_s.V_s.$$

$$\Rightarrow v_{lim} = \frac{g}{k}.(\rho_s - \rho_{air}).V_s.$$

من البيان: $v_{lim} = 20 km/h$.

$$1\frac{km}{h} = \frac{1000m}{3600s} = 0,28\frac{m}{s}$$

ومنه: $v_{lim} = 5,6\ m/s$.

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

Scanned with CamScanner

حل التمرين (02):

① المرجع المناسب هو: المرجع السطحي الأرضي.
الفرضية المتعلقة به: نعتبره غاليلي (عطالي)، مدة دراسة حركة الجسم (S) تكون أقل بكثير من دور الأرض (T)..

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

③ من البيان:

• $v_{lim} = \frac{5}{2} \times 2,8 = 14 m/s$.

• $a_0 = \left.\frac{dv}{dt}\right|_{t=0} = \frac{14-0}{1,4-0} \Rightarrow a_0 = 10 m/s^2$.

لدينا: $a_0 = g$ ومنه: دافعة أرخميدس معدومة.

④ • الجسم المدروس: كرية.
• المرجع: سطحي أرضي يعتبر عطالي.
• القوى المؤثرة: - قوة الثقل $\vec{P}$
- قوة الاحتكاك $\vec{f}$.



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

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

بالإسقاط على محور الحركة (Oz):

$\Rightarrow P - f = m.a$.

$\Rightarrow \left(mg - k.v = m.\frac{dv}{dt}.\right) \times 1/m$.

$\Rightarrow \frac{dv}{dt} = -\frac{k}{m}.v + g$.

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

Scanned with CamScanner

⑤

$\tau = \frac{m}{k} \Rightarrow m = \tau \times k$ ط01

$\Rightarrow m = 1,4 \times 3,57 \times 10^{-2}$

$\Rightarrow m = 5 \times 10^{-2} kg$.

ط02 في النظام الدائم $\Leftarrow v = v_{lim}$

$\frac{dv_{lim}}{dt} = 0 = -\frac{k}{m} . v_{lim} + g$.

$\Rightarrow 0 = -\frac{k}{m} . v_{lim} + g$.

$\Rightarrow \frac{k}{m} . v_{lim} = g$.

$\Rightarrow m = \frac{k . v_{lim}}{g} = \frac{3,57 \times 10^{-2} \times 14}{10}$

$\Rightarrow m = 5 \times 10^{-2} kg$.

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

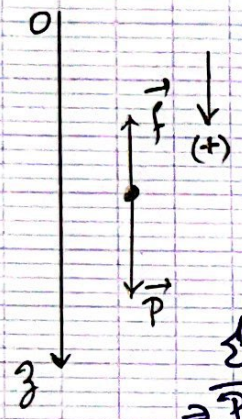
Scanned with CamScanner

حل التمرين (03):

$$\frac{P}{\pi} = \frac{m_s \cdot g}{\rho_{air} V_s g} = \frac{\rho_s}{\rho_{air}} = \frac{130}{1,3} \Rightarrow \frac{P}{\pi} = 100 \quad (1)$$

$$\Rightarrow P = 100\pi .$$

ومنه : $P \gg \pi$ ، إذن : دافعة أرخميدس مهملة .



1- (2) أ. الجملة المدروسة : كرة مطاطية (S).

. المرجع : سطح أرضي نعتبره غاليلي .

. القوى المؤثرة : - قوة الثقل $\vec{P}$.

- قوة الاحتكاك $\vec{f}$.

. بتطبيق القانون (II) لنيوتن :

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

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

بالإسقاط على محور الحركة (oz) :

$$\Rightarrow P - f = m \cdot a .$$

$$\Rightarrow m \cdot g - f = m \cdot \frac{dv}{dt} \qquad f = k \cdot v \Rightarrow v = \frac{f}{k}$$

$$\Rightarrow m \cdot g - f = m \cdot \frac{d}{dt}\left(\frac{f}{k}\right) \quad \left(\frac{1}{k}\text{ ثابت}\right)$$

$$\Rightarrow \left(m \cdot g - f = \frac{m}{k} \cdot \frac{df}{dt}\right) \times \frac{k}{m} .$$

$$\Rightarrow k \cdot g - \frac{k}{m} \cdot f = \frac{df}{dt}$$

$$\Rightarrow \frac{df}{dt} + \frac{k}{m} \cdot f = kg .$$

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

Scanned with CamScanner

بالمطابقة:

$$\begin{cases} A = k/m \\ B = k.g \end{cases}$$

ب- في النظام الدائم $f = f_{lim}$

$$\frac{df_{lim}}{dt}^{0} + \frac{k}{m} f_{lim} = kg$$

$$\Rightarrow \frac{k}{m} f_{lim} = k.g.$$

$$\Rightarrow f_{lim} = m.g. = P.$$

الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

③ $k = ?$ ؛ 01 ن

$$\tau = \frac{m}{k} \quad \Rightarrow k = \frac{m}{\tau} = \frac{8 \times 10^{-3}}{0,4} \Rightarrow k = 0,02 \text{ kg/s}.$$

02 ن

$$\left.\frac{df}{dt}\right|_{t=0} + \frac{k}{m} f_{(t=0)}^{0} = g.k. \quad : t=0 \text{ عند}$$

$$\Rightarrow \left.\frac{df}{dt}\right|_{t=0} = k.g. \Rightarrow k = \frac{\left.\frac{df}{dt}\right|_{t=0}}{g}$$

$$\Rightarrow k = \frac{\frac{0,08-0}{0,4-0}}{10} \Rightarrow k = 0,02 \text{ kg/s}.$$

ب-

$$f_{lim} = k.v_{lim} \Rightarrow v_{lim} = \frac{f_{lim}}{k} = \frac{0,08}{0,02}.$$

$$\Rightarrow v_{lim} = 4 \text{ m/s}.$$

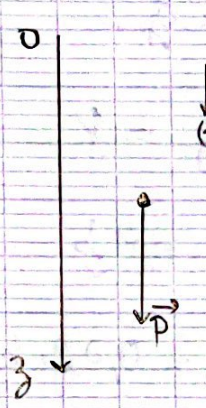
Scanned with CamScanner

• حلّ التمرين (04):

① تعريف السقوط الحرّ: ...

② -1 المرجع المناسب لدراسة حركة سقوط حجر:
(أ) المرجع السطحي الأرضي.
-2 نهمل كلّ تأثير المرجع المختبر عالميا؛ لأنّ مدّة الدراسة صغيرة جدّا أمام دور الأرض.

③ -1



الأستاذ العلوم الفيزيائية
زدون محمد الأمين

-2 نطبق القانون (II) لنيوتن: ...

-3 الج. المدروسة: حجر.
• المرجع: سطحي أرضي نعتبره غاليلي.
• القوى المؤثرة: - قوّة الثقل $\vec{P}$.
• بتطبيق القانون (II) لنيوتن: $\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}$.
$\Rightarrow \vec{P} = m.\vec{a}$.
بالإسقاط على محور الحركة (oz):
$\Rightarrow P = m.a$.
$\Rightarrow mg = m.a$
$\Rightarrow a = g \Rightarrow \frac{dv}{dt} = g$.

-4 المسار مستقيم، $v_0 \times a > 0$ حركة مستقيمة متسارعة بانتظام.

→ -

Scanned with CamScanner

$$\frac{dv}{dt} = g \Rightarrow \int_{v_0=0}^{v(t)} dv = g \int_{t_0=0}^{t} dt.$$ لدينا :

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

$$\Rightarrow v(t) = g.t. \Rightarrow v(t) = 9,8.t.$$

$t(s)$	0	$\frac{1}{3}$	4,67
$v(m/s)$	0	9,8	45,77

-1 (4)

$$h = \frac{4,67 \times 45,77}{2} \Rightarrow h = 107m. \quad -2$$

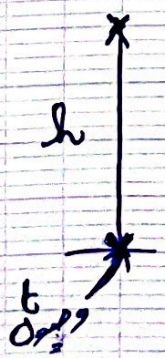
$$v(t) = \frac{dz(t)}{dt} = g.t$$ لدينا : -3

$$\Rightarrow \int_{z_0=0}^{z(t)} dz(t) = g \int_{t_0=0}^{t} t.dt.$$

$$\Rightarrow z(t) - z_0 = g \cdot \frac{1}{2}(t^2 - t_0^2).$$

$$\Rightarrow z(t) = \frac{1}{2} g.t^2. \Rightarrow z(t) = 4,9 t^2.$$

-4



$$z(t_{صعود}) = 4,9 t^2_{صعود}$$

$$\Rightarrow h = 4,9 (4,67)^2$$

$$\Rightarrow h \simeq 107m.$$

الأستاذ العلوم الفيزيائية

زدون محمد الأمين

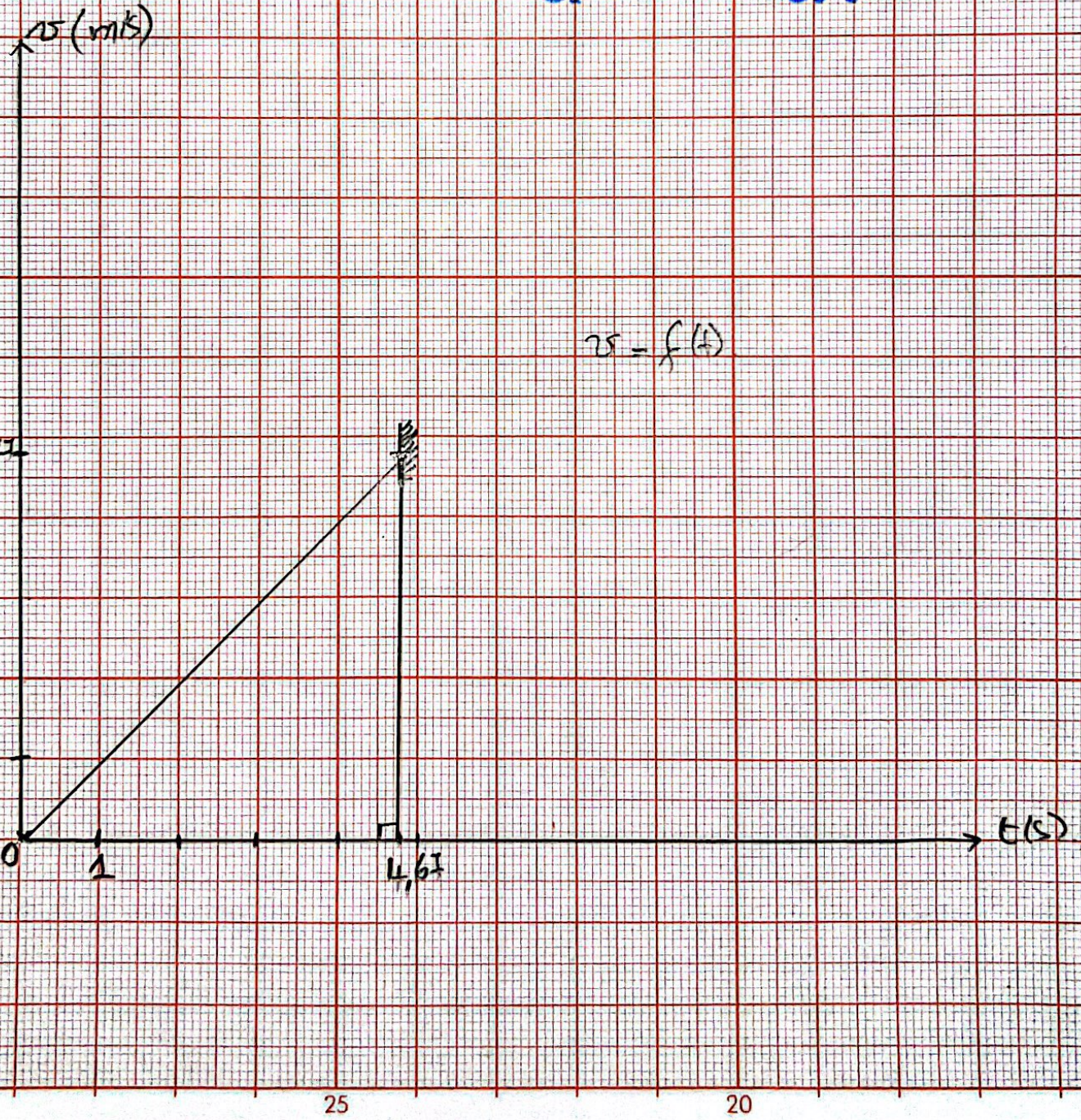
Scanned with CamScanner

سلم الرسم : 1cm → 1s

1cm → 9,8 m/s

الأستاذ العلوم الفيزيائية

زدون محمد الأمين



v = f(t)

Scanned with CamScanner