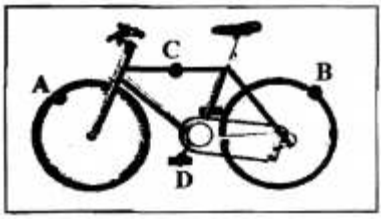
حلول تمارين الكتاب المدرسي – القوة و الحركات المستقيمة

كريم صالح أنيس – krim.aniss@yahoo.fr

التمرين1:



لدراسة حركة جسم، نختار نقطة منه ثم ندرس حركتها، نريد من هذا التمرين دراسة حركة دراج و دراجته، من بين النقاط المبينة على الدراجة (الشكل المقابل) نختار نقطة أو نقاط ملائمة تصلح لوصف الحركات المذكورة و نقطة أو نقاط لا تصلح لذلك ثم نملأ الجدول التالي:

الحركة التي نريد معرفتها	نقطة ملائمة	نقطة غير ملائمة
معرفة حركة الدراجة بالنسبة للطريق	C	A, B, D
معرفة كيفية دوران العجلة	A, B	C, D
معرفة سرعة دوران	D	A, B, C

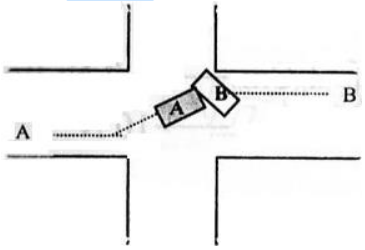
التمرين2:

بدراسة نقطة من جسم نحصل على معلومات عن حركته و نفقد معلومات أخرى.
في الجدول التالي، نكمل المعلومات المتحصل عليها و المعلومات المفقودة عن حركة الجسم عندما ندرس بعض نقاطه:

الجسم	النقطة المختارة	المعلومات المفقودة	المعلومات المتحصل عليها
كرة قدم مقذوفة	مركز الكرة	حركة دوران الكرة	مسار الكرة
عجلة سيارة في حالة حركة	مركز العجلة	معرفة كيفية دوران العجلة	مسار السيارة
مظلي يسقط عموديا و مظلته مفتوحة	نقطة تعليق المظلة	حركة المظلي حول هذه النقطة	مسار المظلي و مظلته

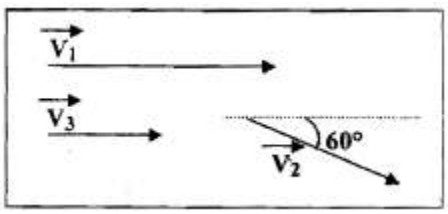
التمرين3:

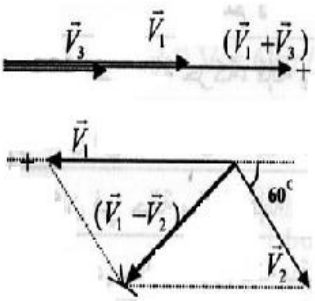
مثلث السيارتان بنقطتين متحركتين قبل التصادم لأننا نريد معرفة مسار السيارتين قبل التصادم، حيث اختيار نقطة من السيارة ملائمة لمعرفة المسار و لكنها غير ملائمة لمعرفة نقاط و أوجه التصادم و مثلنا كاملتين لحظة التصادم لمعرفة حجم الخسائر و الأضرار على هيكل كل سيارة.

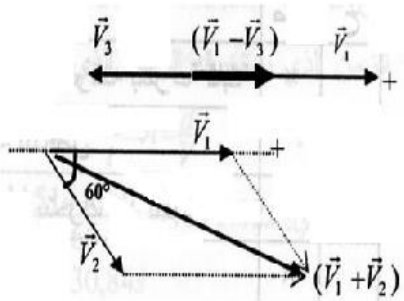


التمرين4:

لدينا أشعة السرعة التالية لجسم متحرك ممثلة بسلم معين في أزمنة مختلفة، باحترام سلم الرسم نمثل الأشعة التالية:







التمرين5:

لشعاع القوة أربعة مميزات و هي: - بدايته: نقطة تطبيق القوة، - الحامل، - الجهة، - طويلته: شدة القوة.

القوة مقدار فيزيائي يمثل بشعاع يدعى شعاع القوة يرمز له بـــ $\vec{F}$ ، تقاس شدتها بجهاز يدعى الدينامومتر أو الربيعة.

وحدة قياس القوة هي: **النيوتن** (N).

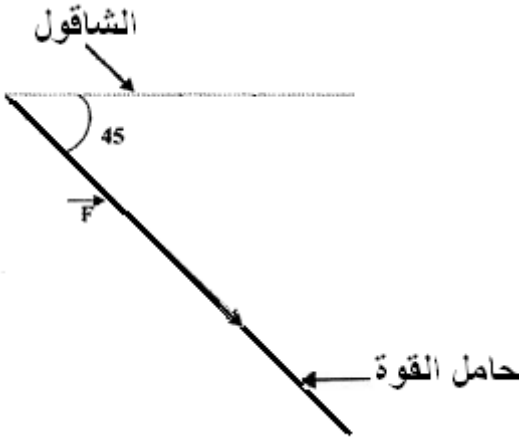
تمثيل قوة 10 N بسلم: 2N لكل 1cm، حاملها قيمتها يصنع 45° مع الشاقول، متجهة نحو الأرض:

باعتبار سلم الرسم:

$1cm \rightarrow 2N$

نحسب طول الشعاع الممثل للقوة:

لدينا: $\left.\begin{matrix} 1cm \rightarrow 2N \\ xcm \rightarrow 10N \end{matrix}\right\} \Rightarrow x = \frac{1.10}{2} = 5cm$



التمرين6:

الإجابة بصحيح أم خطأ:

جسم لا يخضع لأي قوة	ص	خ
إذا كان في حالة حركة، فإنه يستمر في حركته بسرعة ثابتة	X	
إذا كان في حالة حركة، فإن سرعته تتناقص		X
إذا كان في حالة سكون، فإنه يمكن أن يتحرك من تلقاء نفسه		X
إذا كان في حالة سكون، فإنه يبقى ساكناً	X	

التمرين7:

لتحويل وحدة السرعة من km/h إلى m/s نقسم على العدد 3.6، و منه: $6km/h = \frac{6}{3.6} = 1.66m/s$

التمرين8:

حساب سرعة السباق: $V = \frac{d}{t} = \frac{100}{9.77} = 10.23m/s$

لتحويل وحدة السرعة من m/s إلى km/h نضرب بالعدد 3.6، و منه:

$10.23m/s = 10.23 \times 3.6 = 36.85km/h$

التمرين9:

سرعة الرياضي في سباق الماراتون هي 20.26km/h و ليس 20.26m/s كما جاء في الكتاب المدرسي و منه:

$V = 20.26km/h = 5.63m/s$ ، $t = 2h.04mn.55s = 2.3600 + 4.60 + 55 = 7495s$

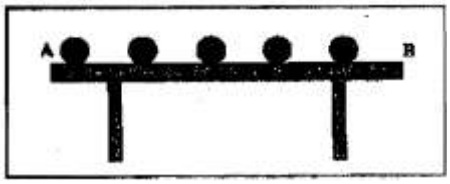
حساب المسافة المقطوعة d: $V = \frac{d}{t} \Rightarrow d = V.t = 5.63 \times 7495 = 42196.85m$

حساب الزمن الذي سيستغرقه الراجل الذي سرعته $V = 1.66m/s$ **إذا أراد أن يقطع هذه المسافة:**

$$V = \frac{d}{t} \Rightarrow t = \frac{d}{V} = \frac{42196.85}{1.66} = 25419.78s$$

التمرين10:

من A إلى B وفق خط مستقيم تتحرك كرية صغيرة على طاولة أفقية ملساء.
بالتصوير المتعاقب نحصل على الشكل المقابل.



1- المسافات **المتتالية متساوية**، إذن الحركة **منتظمة**، و بما أن المسار **مستقيم** فالحركة **مستقيمة منتظمة**.
2- الكرية تحت تأثير قوة جذب الأرض و قوة رد فعل الطاولة.
3- الحركة مستقيمة منتظمة و بالاعتماد على مبدأ العطالة نقول أن الكرية معزولة، الكرية تؤثر عليها قوتين و هي قوة فعل الكرية على الطاولة و هي قوة جذب الأرض للكرية و التي تعاكسها مباشرة قوة رد فعل الطاولة و تساويها في الشدة أي ينعدم تأثيرهما على الكرية. (القوتين تعدم بعضهما البعض)
4- عند اجتياز النقطةB، تخضع الكرية لقوة جذب الأرض فقط حيث ينعدم تأثير الطاولة.
5- بما أن الكرية تخضع لقوة، فحركتها ليست مستقيمة منتظمة و ذلك بالاعتماد على مبدأ العطالة.

التمرين11:

تعيين العبارات الصحيحة و الخاطئة و تصحيح الخاطئة منها:

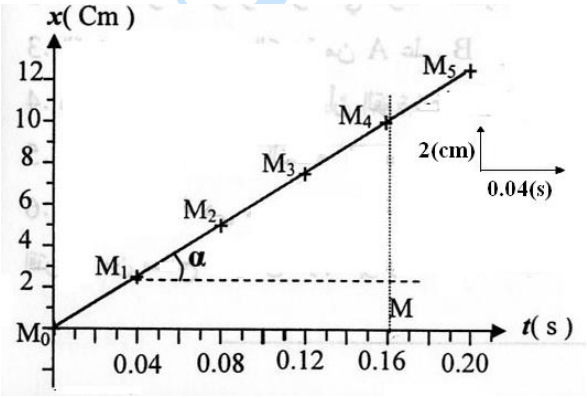
العبارة المقترحة	ص	خ	الصـــواب
في الحركة المستقيمة المنتظمة تكون السرعة ثابتة	X		-
في الحركة المستقيمة المنتظمة تتساوي المسافات التي تقطع في مجالات زمنية متساوية	X		-
في الحركة المستقيمة المنتظمة هناك قوة ثابتة مطبقة على الجسم		X	لا يخضع الجسم لأي قوة
في الحركة المستقيمة المتغيرة بانتظام تكون القوة متزايدة		X	تكون القوة ثابتة
إذا كان شعاع السرعة ثابت تكون السرعة ثابتة		X	تكون السرعة متزايدة أو متناقصة بانتظام
في الحركة المستقيمة المتباطئة $\vec{V}$ و $\Delta\vec{V}$ في نفس الجهة			$\vec{V}$ و $\Delta\vec{V}$ متعاكسين في الاتجاه

التمرين12:

سجلنا حركة جسم أطلق فوق نضد هوائي أفقي، باختيار معلم مرتبط بالمخبر دونا فواصل النقطة المتحركة بدلالة الزمن في الجدول التالي:

الموضع	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5
الفاصلة x (cm)	0	2.5	5.0	7.5	10.0	12.5
الزمن t (s)	0	0.04	0.08	0.12	0.16	0.20

1- رسم منحنى الفاصلة X بدلالة الزمن t :



2- الاستنتاج من البيان العلاقة الرياضية التي تربط الفاصلة X بالزمن t:

نلاحظ من البيان في الشكل المقابل أن كل النقاط الممثلة موجودة تقريباً على نفس الاستقامة، فمنحنى الفاصلة بدلالة الزمن عبارة عن خط مستقيم يمر من المبدأ، أي أن عبارة تغيرات الفاصلة بدلالة الزمن هي دالة خطية معامل التوجيه للمستقيم و هو ثابت و موجب و يمكن من الشكل **X= a . t**، حيث **a** إيجاد قيمته:

$$a = \tan\alpha = \frac{X_2 - X_1}{t_2 - t_1} = \frac{10-5}{0.16-0.08} = 62.5\text{cm/s} = 0.625\text{m/s}$$

و منه نجد العلاقة الرياضية التي تربط الفاصلة **X** بالزمن **t** : $X = 0.625t$

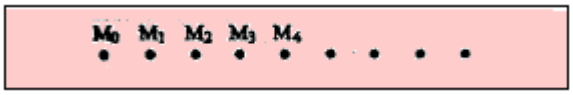
3- يمثل ميل المنحنى الذي هو معامل التوجيه للمستقيم السرعة اللحظية V و نستنتج ذلك بمقارنة العلاقة النظرية للفاصلة **X** للجسم التي درسنا بالعلاقة الرياضية المستنتجة من البيان، فنجد بالمطابقة:

$$\left.\begin{array}{l} X = V.t \ldots\ldots\ldots\ldots (1) \\ X = 0.625.t \ldots\ldots (2) \end{array}\right\} \Rightarrow V = 0.625\text{m/s}$$

و منه فسرعة المتحرك هي: $V = 0.625\text{m/s}$

التمرين13:

نقذف جسما على منضدة هوائية أفقية، نأخذ من الأعلى صورا متتالية في أزمنة متساوية قدرها $(\tau = 0.04s)$ يمثل الشكل المقابل الأوضاع المتتالية لحركة الجسم.



1- حركة الجسم **مستقيمة** لأن مسار المتحرك **مستقيم** و نتأكد من ذلك بالمسطرة، و **منتظمة** لأن المسافات المتتالية متساوية أي سرعة المتحرك ثابتة.

2- حساب سرعة المتحرك:

$$V = d/\Delta t = \frac{M_0M_2}{2\tau} = \frac{M_1M_3}{2\tau} = \frac{M_2M_4}{2\tau} = \ldots$$

بما أن السرعة ثابتة نختار موضع كيفي و ليكن مثلاً M_1 ، ثم نقيس المسافة M_0M_2 على الوثيقة نجدها تساوي 1.5cm و باستعمال سلم المسافات المختار $1\text{cm} \rightarrow 10\text{cm}$ ، نحصل على المسافة الحقيقية أي:

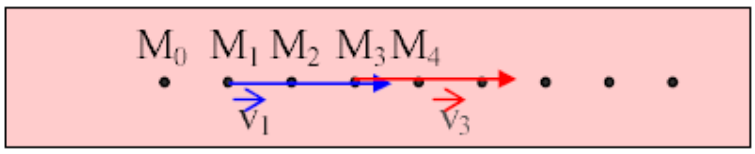
$$M_0M_2 = 1.5 \times 10 = 15\text{cm} = 0.15\text{m}$$

نحدد المجال الزمني الفاصل للموضعين M_0M_2 و هو $\Delta t = 2\tau = 0.08s$

و منه تكون سرعة المتحرك : $V = d/\Delta t = \frac{M_0M_2}{2\tau} = \frac{0.15}{0.08} = 1.87\text{m/s} = 1.9\text{m/s}$

3- تمثيل أشعة السرعة في اللحظتين t_1 و t_3 الموافقتين للموضعين M_1 و M_3:

بما أن الحركة مستقيمة منتظمة فللمتحرك سرعة ثابتة في كل لحظة، باختيار سلم السرعات التالي مثلاً $1\text{cm} \rightarrow 1\text{m/s}$ نمثل في الموضعين M_1 و M_3 بسهم طوله 1.9cm .



4- استنتاج شعاع تغير السرعة $\Delta\vec{V}$:

$\Delta V_2 = V_3 - V_1 = \Delta V_3 = V_4 - V_2 = 0$ و هو معدوم في كل لحظة أي $\Delta\vec{V} = \vec{0}$

5- خصائص شعاع القوة المطبقة على الجسم من خصائص شعاع تغير السرعة و بما أن شعاع تغير السرعة معدوم في كل لحظة فإن القوة المطبقة على الجسم كذلك معدومة، الحركة مستقيمة منتظمة فالجسم لا يخضع لأي قوة فالجسم معزول أو شبه معزول.

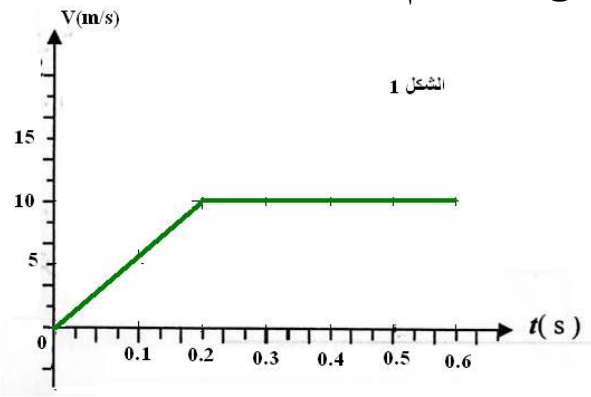
6- نعم، مبدأ العطالة محقق حيث القوة المطبقة على الجسم معدومة و الحركة مستقيمة منتظمة.

7- رسم مخطط السرعة V(t):

عبارة السرعة بدلالة الزمن هي: $V(t)=1.9m/s=Cte$ ، إذن منحناها البياني عبارة عن خط مستقيم يوازي محور الأزمنة.

التمرين14:

يبين الشكل (1) منحنى السرعة بدلالة الزمن لجسم يتحرك وفق خط مستقيم.



1- تحديد أطوار الحركة:

للحركة **طورين** هما:

- الطور الأول: $t\in[0;0.2s]$
- الطور الثاني: $t\in[0.2:0.6s]$

2- الاستنتاج من المنحنى قيم السرعة في اللحظات المدونة في الجدول التالي:

من سلم الرسم، يمكن استنتاج هذه القيم.

على محور السرعة نلاحظ أن: $10mm\rightarrow 5m/s$

على محور الزمن نستنتج أن: $10mm\rightarrow 0.1s$ ومنه: $1mm\rightarrow 0.01s$.

مثال: $\left.\begin{matrix}10mm\rightarrow 5m/s\\ 0.08=8mm\rightarrow Vm/s\end{matrix}\right\}\Rightarrow V=\frac{8\times 5}{10}=4m/s$

t(s)	0.04	0.08	0.12	0.16	0.20	…
V(m/s)	2	4	6	8	10	…
$\Delta\vec{V}$ (m/s)		2	2	2	2	…

3- استنتاج التغير في السرعة $\Delta\vec{V}$ في اللحظات المدونة في الجدول :

نستنتج قيم التغير في السرعة من العبارة: $\Delta V_x=V_{x+1}-V_{x-1}$

(أخذنا مجالات زمنية متساوية قدرها $\tau=0.04s$)

مثال: $\Delta V=V_3-V_2=6-4=2m/s$

4- تحديد طبيعة الحركة:

للحركة **طورين:**

الطور الأول: $t\in[0;0.2s]$ ، نلاحظ خلال هذا الطور أن السرعة متزايدة بانتظام: الحركة مستقيمة متسارعة بانتظام.

الطور الثاني: $t\in[0.2:0.6s]$ ، نلاحظ خلال هذا الطور أن السرعة ثابتة: الحركة مستقيمة منتظمة.

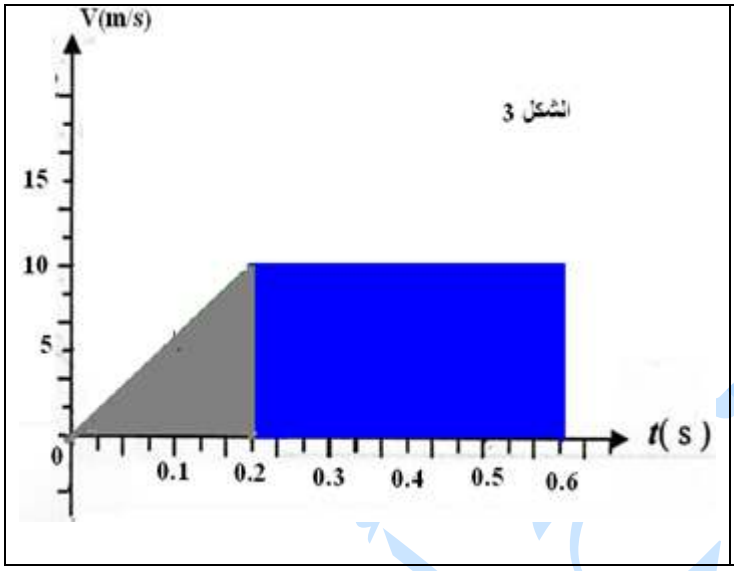
5- تحديد القوى المطبقة على الجسم المتحرك في كل طور:

الطور الأول: نلاحظ خلال هذا الطور أن التغير في السرعة $\Delta V \succ 0$ غير معدوم و ثابت و موجب أي أن شعاع تغير السرعة $\Delta\vec{V}$ يكون في نفس جهة الحركة و هذا دليل على وجود قوة $\vec{F}$ لها نفس خصائص شعاع تغير السرعة $\Delta\vec{V}$ أي تكون في نفس جهة الحركة (قوة واحدة $\vec{F}$ أو عدة قوى محصلتها $\vec{F}$).

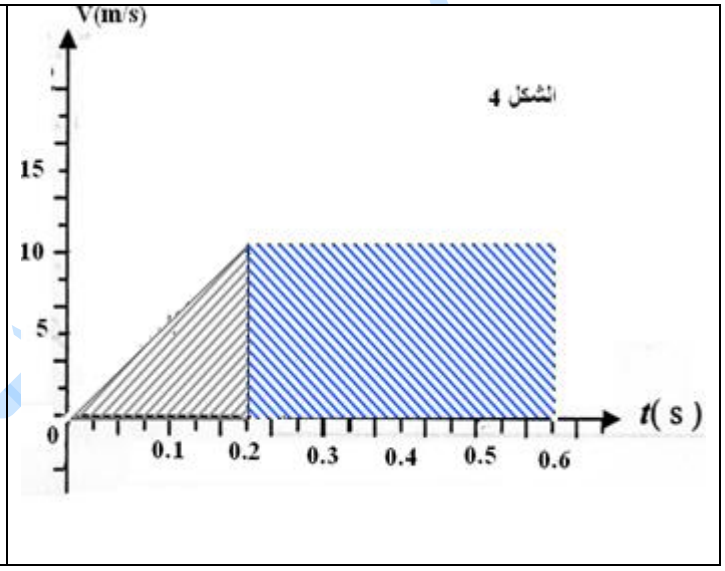
الطور الثاني: نلاحظ خلال هذا الطور أن التغير في السرعة معدوم $\Delta V = 0$ و $\vec{F}$ لها نفس خصائص شعاع تغير السرعة $\Delta\vec{V}$ و هذا دليل على عدم وجود قوة (لا توجد قوة أو توجد عدة قوى محصلتها معدومة)

6- حساب المسافة المقطوعة من طرف المتحرك في كل طور ثم استنتاج المسافة الكلية:

- الطور الأول: $t \in [0;0.2s]$ نرمز لها بـ d_1 و نحسبها من مساحة المثلث القائم الملون بالرمادي في الشكل (3)
- الطور الثاني: $t \in [0.2;0.6s]$ نرمز لها بـ d_2 و نحسبها من مساحة المستطيل الملون بالأزرق في الشكل (3)
- المسافة الكلية: $t \in [0:0.6s]$ نرمز لها بـ d و نحسبها من مساحة شبه المنحرف المشطب على الشكل (4)



الشكل 3

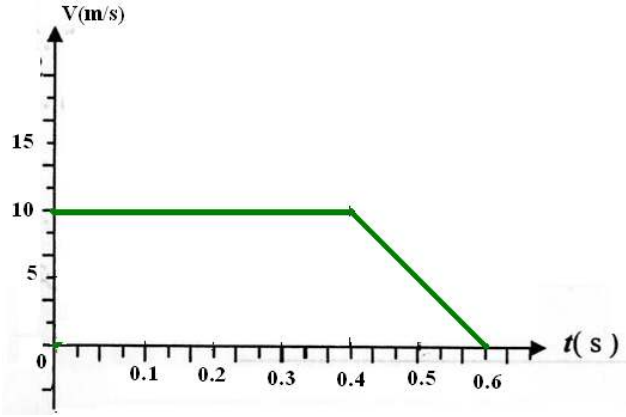


الشكل 4

$$d_1 = \frac{10 \times 0.2}{2} = 1m \quad . \quad d_2 = (0.6 - 0.2) \times 10 = 4m \quad . \quad d = \frac{[(0.6 + (0.6 - 0.2) \times 10]}{2} = 5m$$

7- إعادة نفس الخطوات في حالة متحرك تتغير سرعته حسب الشكل (2):

يبين الشكل (2) منحنى السرعة بدلالة الزمن لجسم يتحرك وفق خط مستقيم.



1- تحديد أطوار الحركة: للحركة **طورين**، هما:

- الطور الأول: $t \in [0;0.4s]$
- الطور الثاني: $t \in [0.4:0.6s]$

2- الاستنتاج من المنحنى قيم السرعة في اللحظات المدونة في الجدول التالي:

من سلم الرسم، يمكن استنتاج هذه القيم.

على محور السرعة نلاحظ أن: $10mm \rightarrow 5m/s$

على محور الزمن نستنتج أن: $10mm \rightarrow 0.1s$ ومنه: $1mm \rightarrow 0.01s$

في اللحظات المدونة في الجدول، السرعة ثابتة: $V = 10m/s$

t(s)	0.04	0.08	0.12	0.16	0.20	…
V(m/s)	10	10	10	10	10	…
$\Delta\vec{V}$ (m/s)		0	0	0	0	…

3- استنتاج التغير في السرعة $\Delta\vec{V}$ في اللحظات المدونة في الجدول :

نستنتج قيم التغير في السرعة من العبارة: $\Delta V_x = V_{x+1} - V_{x-1}$

(أخذنا مجالات زمنية متساوية قدرها $\tau = 0.04s$)

مثال: $\Delta V = V_3 - V_2 = 10 - 10 = 0m/s$

4- تحديد طبيعة الحركة: للحركة طورين:

- الطور الأول: $t \in [0;0.4s]$، نلاحظ خلال هذا الطور أن السرعة ثابتة: الحركة مستقيمة منتظمة.
- الطور الثاني: $t \in [0.4:0.6s]$ ، نلاحظ خلال هذا الطور أن السرعة متناقصة بانتظام: الحركة مستقيمة متباطئة بانتظام.

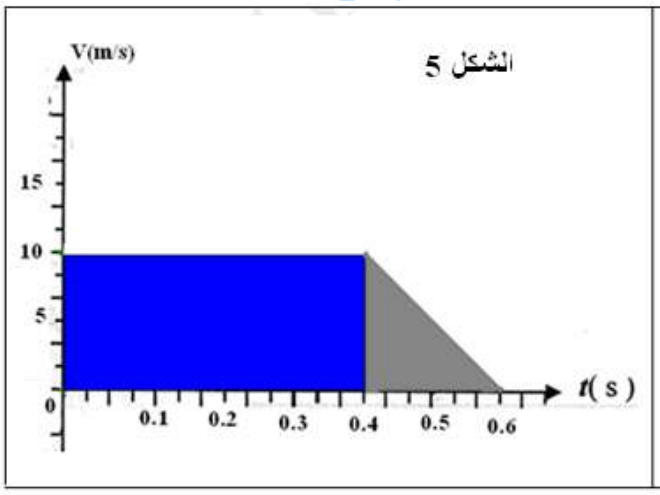
5- تحديد القوى المطبقة على الجسم المتحرك في كل طور:

الطور الأول: نلاحظ خلال هذا الطور أن التغير في السرعة معدوم $\Delta V = 0$ و $\vec{F}$ لها نفس خصائص شعاع تغير السرعة $\Delta\vec{V}$ و هذا دليل على عدم وجود قوة (لا توجد قوة أو توجد عدة قوى محصلتها معدومة).

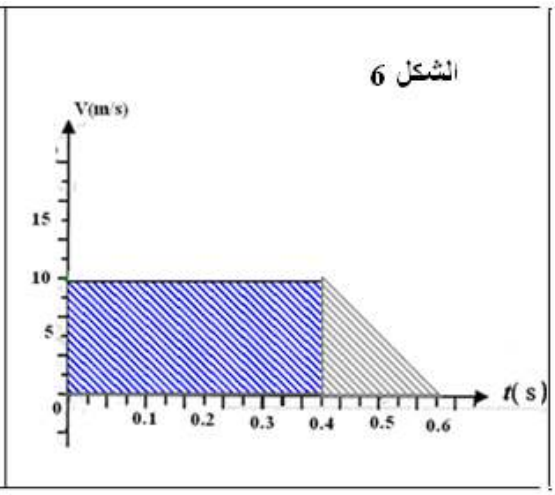
الطور الثاني: نلاحظ خلال هذا الطور أن التغير في السرعة $\Delta V \prec 0$ غير معدوم و ثابت و سالب أي أن شعاع تغير السرعة $\Delta\vec{V}$ يكون في عكس جهة الحركة و هذا دليل على وجود قوة $\vec{F}$ لها نفس خصائص شعاع تغير السرعة $\Delta\vec{V}$ أي تكون في عكس جهة الحركة (قوة واحدة $\vec{F}$ أو عدة قوى محصلتها $\vec{F}$).

6- حساب المسافة المقطوعة من طرف المتحرك في كل طور ثم استنتاج المسافة الكلية:

- الطور الأول: $t \in [0;0.4s]$ نرمز لها بـ d_1 و نحسبها من مساحة المستطيل الملون بالأزرق في الشكل (5)
- الطور الثاني: $t \in [0.4;0.6s]$ نرمز لها بـ d_2 و نحسبها من مساحة المثلث القائم الملون بالرمادي في الشكل (5)
- المسافة الكلية: $t \in [0:0.6s]$ نرمز لها بـ d و نحسبها من مساحة شبه المنحرف المشطب على الشكل (6)



الشكل 5

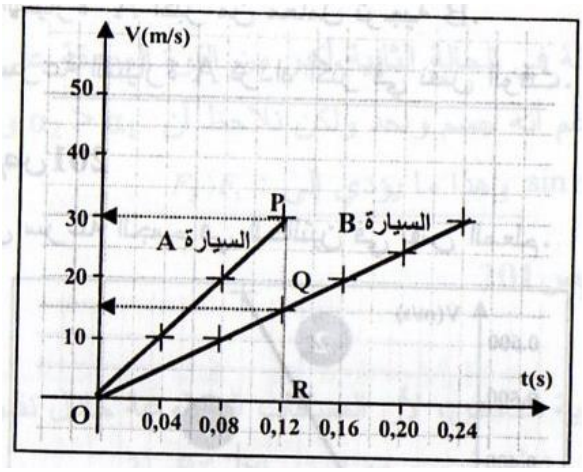


الشكل 6

$$d_1 = 0.4 \times 10 = 4m. \quad d_2 = \frac{[(0.6-0.4)\times 10]}{2} = 1m. \quad d_2 = \frac{[(0.6+(0.4)\times 10]}{2} = 5m$$

التمرين15:

يبين الشكل المقابل منحنيي السرعة لسيارتين A و B عند الإنطلاق في سباق وفق خط مستقيم.



1- تحديد سرعة كل سيارة في اللحظة $t= 0.12\ s$:

من مخطط سرعة كل سيارة نستخرج السرعة في اللحظة $t= 0.12\ s$.

سرعة السيارة A : $V_A = 30\ m/s$

سرعة السيارة B : $V_B = 15m/s$

2- المسافة المقطوعة من طرف كل سيارة في هذه المدة الزمنية $t \in [0;0.12s]$:

أ- المسافة المقطوعة من طرف السيارةA، تمثلها مساحة المثلثOPR :

$$d_1 = \frac{0.12 \times 30}{2} = 1.8m$$

ب- المسافة المقطوعة من طرف السيارةB، تمثلها مساحة المثلثOQR :

$$d_2 = \frac{0.12 \times 15}{2} = 0.9m$$

3- تحديد طبيعة حركة كل سيارة:

نلاحظ من البيان في الشكل السابق أن منحنيي السرعتين بدلالة الزمن عبارة عن خط مستقيم مائل نحو الأعلى و يمر من المبدأ، أي أن عبارة تغيرات السرعة بدلالة الزمن هي دالة خطية من الشكل $V = a\ .\ t$، حيث a معامل التوجيه للمستقيم و هو ثابت و موجب و هذه من خصائص الحركة المستقيمة المتسارعة بانتظام .

إذن للسيارتان B و A حركة مستقيمة متسارعة بانتظام.

4- هل تخضع السيارتان لقوى؟

نعم، السيارتان تخضعان لقوى و هذا حسب مبدأ العطالة، كل جسم لا يتحرك بحركة مستقيمة منتظمة فهو حتماً يخضع لقوى ثابتة $\vec{F}$ حاملها منطبق مع حامل $\Delta\vec{V}$ و لهما نفس الاتجاه.

5- المقارنة كيفياً بين هذه القوى مع التعليل (نعتبر أن السيارتين متماثلتين):

طريقة 1 :

حتى نقارن بين القوى المطبقة على السيارتين نحاول أن نقارن بين قيم تغير السرعة لهما:

السيارةA:

t(s)	0	0.04	0.08	0.12	0.16	0.20
V(m/s)	0	10	20	30		
$\Delta\vec{V}$ (m/s)		**20**	**20**			

السيارة B :

t(s)	0	0.04	0.08	0.12	0.16	0.20
V(m/s)	0	5	10	15	20	25
$\Delta\vec{V}$ (m/s)		**10**	**10**	**10**	**10**	

بما أن خصائص القوى من خصائص تغير السرعة و منه فالسيارة A لها قيمة تغير السرعة أكبر قيمة من تغير السرعة للسيارة B و بالتالي فشدة القوة المطبقة على السيارة A أكبر من شدة القوة المطبقة على السيارة B.

طريقة 2 :

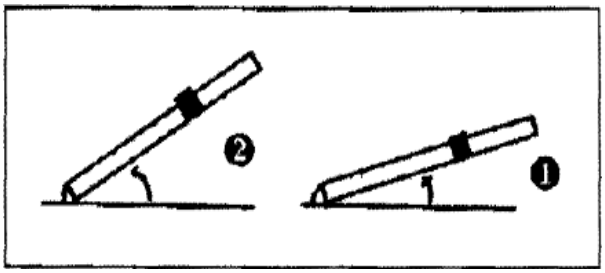
إذا اعتبرنا أن السيارتين متماثلتين، يمكن أن نقول بأن القوة المؤثرة في السيارةA تكون أكبر من القوة المؤثرة

في السيارة B، لأن معامل توجيه مخطط سرعة السيارة A أكبر من معامل توجيه مخطط سرعة السيارة B و هذا يجعل سرعة السيارة A أكثر في نفس الوقت.

التمرين16:

نترك جسماً ينزلق فوق نضد هوائي مائل بزاوية α_1 بالنسبة للمستوي الأفقي و نقوم بتسجيل سرعته بدلالة الزمن ❶ .

نعيد التجربة بعد إمالة النضد الهوائي بزاوية α_2 و نسجل سرعته بدلالة الزمن ❷

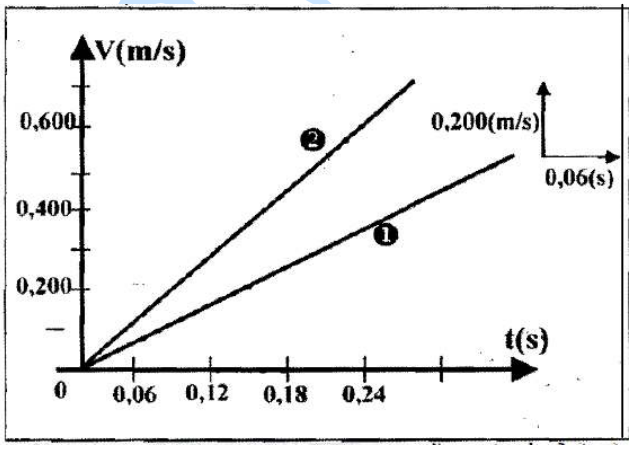


الزمن t(s)	0	0.06	0.12	0.18	0.24
السرعة ❶ V(m/s)	0	0.100	0.200	0.300	0.400
السرعة ❷ V(m/s)	0	0.167	0.334	0.501	0.668

1- الرسم في نفس المعلم و بنفس السلم منحنيي السرعة بدلالة الزمن:

على محور التراتيب $1cm \rightarrow 0.200m/s$

على محور الفواصل $1cm \rightarrow 0.06s$



2- حساب قيمة شعاع تغير السرعة أثناء نفس المدة الزمنية $\tau = 0.06s$ في التجربتين:

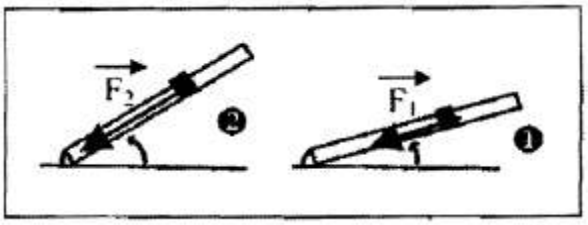
الزمن t(s)	0	0.06	0.12	0.18	0.24
السرعة ❶ V(m/s)	0	0.100	0.200	0.300	0.400
السرعة ❷ V(m/s)	0	0.167	0.334	0.501	0.668
❶ ΔV(m/s)		0.200	0.200	0.200	
❷ ΔV(m/s)		0.334	0.334	0.334	

نلاحظ أن قيم شعاع تغير السرعة ثابتة و موجبة فالجسم في التجربة ❷ له قيمة تغير السرعة أكبر مما هو في التجربة ❶ (كما هو موضع في الجدول).

3- تحديد طبيعة الحركة في كل تجربة مع التعليل:

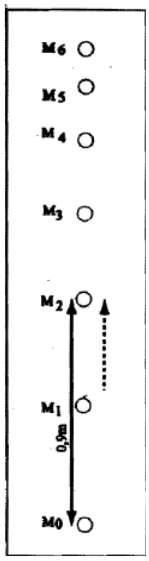
نلاحظ من البيان السابق أن منحنيي السرعتين بدلالة الزمن عبارة عن خط مستقيم مائل نحو الأعلى و يمر من المبدأ، أي أن عبارة تغيرات السرعة بدلالة الزمن هي دالة خطية من الشكل $V = a \cdot t$، حيث a معامل التوجيه للمستقيم و هو ثابت و موجب و هذه من خصائص الحركة المستقيمة المتسارعة بانتظام.
إذن للجسم في التجربتين حركة مستقيمة متسارعة بانتظام.

4- تمثيل كيفي بسهم للقوة المطبقة على الجسم في كلتا الحالتين مع التعليل:
تمثل القوة في الحالتين بشعاع جهته نحو الأسفل أي في نفس جهة الحركة لأنه يكون له نفس جهة شعاع تغير السرعة الذي هو في نفس جهة الحركة لأن قيمته ثابتة و موجبة.



5- المقارنة كيفيا بين هذه القوى مع التعليل:
القوى المطبقة في الحالة الثانية أكبر من القوة المطبقة على الجسم في الحالة الأولى رغم أنه جسم واحد و لكن نلاحظ أن $\alpha_2 \succ \alpha_1$ و بالتالي: $\sin\alpha_2 \succ \sin\alpha_1$ و هذا ما يؤدي إلى: $F_2 \succ F_1$.

التمرين17:
يقذف طفل كرية بيده نحو الأعلى، بالتصوير المتعاقب $(\tau = 0.08s)$ نحصل على الأوضاع المتتالية لمركز الكرية الممثلة في الشكل المقابل.



1- حسب رأيك هل سرعة الكرية تتزايد، تتناقص أم تبقى ثابتة؟ علل
سرعة الكرية **تتناقص**، لأن المسافات المقطوعة خلال نفس الفاصل الزمني τ **متناقصة** أي أن سرعة المتحرك **تتناقص**.

2- تمثيل أشعة السرعة اللحظية للمتحرك عند مروره في الأوضاع M_1 و M_3 باختيار سلم مناسب:
أولا، نقوم بتحديد قيمة السرعة المتوسطة بين الموضعين M_0 و M_2 فتكون هي السرعة اللحظية.
نقيس المسافة M_0M_2 على الوثيقة نجدها تساوي $4.2\ cm$
وباستعمال سلم المسافات $1cm \rightarrow 0.214m$ نحصل على المسافة الحقيقية أي: $0.9\ m$
نحدد المجال الزمني الفاصل للموضعين M_0M_2 و هو $\Delta t = 2\tau = 0.16s$
و منه السرعة المتوسطة بين M_0 و M_2 و نرمز لها بالرمز: $V_m = V_{0-2}$

$$V_m = V_{0-2} = \frac{d}{\Delta t} = \frac{M_0M_2}{2\tau} = \frac{0.9}{0.16} = 5.61m/s$$

ثانياً، نقوم بتحديد قيمة السرعة المتوسطة بين الموضعين M_2 و M_4 فتكون هي السرعة اللحظية.
نقيس المسافة M_2M_4 على الوثيقة نجدها تساوي $3.1cm$
وباستعمال سلم المسافات $1cm \rightarrow 0.214m$ نحصل على المسافة الحقيقية أي: $0.66\ m$
نحدد المجال الزمني الفاصل للموضعين M_2M_4 و هو $\Delta t = 2\tau = 0.16s$
و منه السرعة المتوسطة بين M_2 و M_4 و نرمز لها بالرمز: $V_m = V_{2-4}$

$$V_m = V_{2-4} = \frac{d}{\Delta t} = \frac{M_0M_2}{2\tau} = \frac{0.66}{0.16} = 4.12m/s$$

ملاحظة:- لحساب السرعة اللحظية في مختلف المواضع الأخرى نتبع الطريقة السابقة.
- لا يمكن حساب السرعة اللحظية في الموضع M_6 لأنه لا يوجد موضع بعده.

نحسب قيمV في المواضع الأخرى و ندونها في الجدول التالي:

مواضع النقاط	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6
المجال		M_0M_2	M_1M_3	M_2M_4	M_3M_5	M_4M_6	
المسافة المقاسة x(cm)		4.2	3.6	3.1	2.4	1.6	
المسافة الحقيقية d (m)		0.9	0.77	0.66	0.51	0.34	
السرعة V(m/s)		5.61	4.81	4.10	3.25	2.55	

نرسم شعاعي السرعة اللحظية في الموضعينM_1 وM_3 المطلوبين ، باختيار سلم مناسب مثل:

$$1cm \rightarrow 2m/s$$

نمثل في الموضعM_1 شعاع السرعة بسهم طوله 2.8 cm ، و كذلك نمثل في الموضع M_2 شعاع السرعة بسهم طوله 2.05 cm

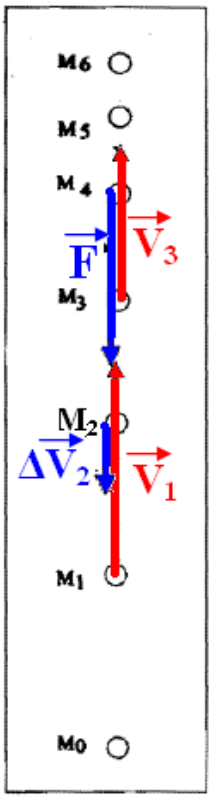
3- تمثيل شعاع تغير السرعة $\Delta\vec{V}$ الموافق للموضع M_2 :

لرسم شعاع تغير السرعة في الموضعM_2 نعتمد العلاقة الشعاعية: $\Delta\vec{V}_2 = \vec{V}_3 - \vec{V}_1$

نرسم شعاعي السرعة اللحظية في الموضعين M_1 وM_3 على التوالي، باختيار سلم رسم مناسب مثل: $1cm \rightarrow 2m/s$

ثم نتبع الخطوات المدروسة سابقا، لتمثيل شعاع تغير السرعة في الموضعM_2 و المواضع المتبقية ثم نملأ الجدول الموالي:

مواضع النقاط	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6
السرعة V(m/s)		5.61	4.81	4.10	3.25	2.55	
التغير في السرعة $\Delta V(m/s)$			-1.51	-1.56	-1.55		



4- استنتاج خصائص القوة المطبقة على الكرية ثم تمثيلها:

نلاحظ أن قيم $\Delta\vec{V}$ ثابتة، فنستنتج أن قيمة القوة المطبقة على الكرية ثابتة، كما نلاحظ أن لشعاع تغير السرعة جهة عكس جهة الحركة و حامله محمول على المسار و نعلم أن خصائص شعاع القوة مطابقة لخصائص شعاع تغير السرعة أي للقوة و شعاع تغير السرعة نفس الحامل و نفس الجهة و كلاهما ثابت القيمة لتمثيل شعاع القوة في موضع ما مثلاً M_4 نرسم شعاع:

بدايته: الموضع المعتبرM_4.
الحامل: منطبق على المسار.
الجهة : من الأعلى إلى الأسفل (عكس جهة حركة الكرة).
الطويلة: شدة القوة: بما أن طويلة الشعاع $\vec{F}$ ، نرسم في الموضع M_4 شعاعاً بطول كيفي.

5- استنتاج طبيعة الحركة:

لاحظنا أن قيم شعاع السرعة اللحظية تتناقص، كما لاحظنا أن لشعاع تغير السرعة جهة عكس جهة الحركة و حامله محمول على المسار و هذه من خصائص الحركة المتباطئة بانتظام.

6- حساب قيمة السرعة اللحظية الموافقة للمواضع المتتالية الممثلة في الشكل و تدوينها في الجدول التالي:

الزمن t(s)	0.08	0.16	0.24	0.32	0.40

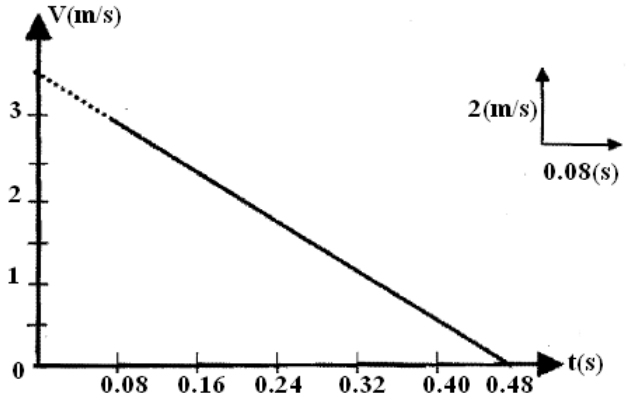
السرعة V(m/s)	5.61	4.81	4.10	3.25	2.55

7- رسم منحنى السرعة بدلالة الزمن V(t) ثم استنتاج اللحظة الزمنية التي تنعدم فيها السرعة
(نعتبر t = 0 عند M_0) :

من الموضع M_0 يمكن اختيار لحظة تواجد المتحرك فيه مبدأ للأزمنة، أي $t_0 = 0$ وبالتالي تكون اللحظات التي يمر فيها المتحرك من الموضع M_1 ، M_2 ، الخ كالتالي:

$t_0 = 0$ ، $t_1 = \tau = 0.08$ ، $t_2 = 2\tau = 0.16$ ... الخ

الزمن t(s)	0.08	0.16	0.24	0.32	0.40
السرعة V(m/s)	5.61	4.81	4.10	3.25	2.55



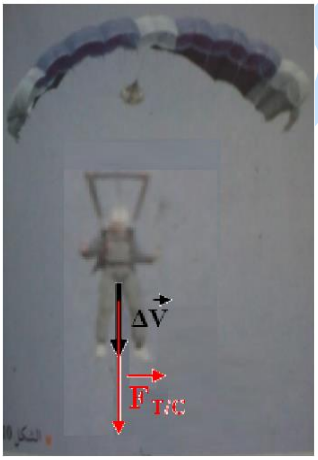
اللحظة الزمنية التي تنعدم فيها السرعة :
هي اللحظة الموافقة لتقاطع منحنى السرعة مع محور الأزمنة، و هي تساوي بالتقريب **0.48 s** .

التمرين18:

دراسة سقوط مظلي في معلم أرضي: يسقط مظلي من مروحية في الفضاء (لمدة قصيرة)
قبل فتح المظلة: تكون حركة المظلي بالنسبة للأرض حركة مستقيمة (شاقولية) غير منتظمة.
بعد فتح المظلة: يفتح المظلي مظلته و بعد فترة قصيرة تصبح حركته مستقيمة منتظمة.

قبل فتح المظلة:

1- القوى المطبقة على المظلي (المظلي و مظلته):
بما أن المظلي انطلق من و هو في حركة مستقيمة غير منتظمة فحتماً، حسب مبدأ العطالة، هناك قوة في جهة الحركة و هذه القوة هي قوة جذب الأرض له.



2- التمثيل الكيفي للقوى مع التعليل:
$\overrightarrow{F_{T/C}}$ هي قوة جذب الأرض للمظلي و مظلته و هي متجهة نحو مركز الأرض.

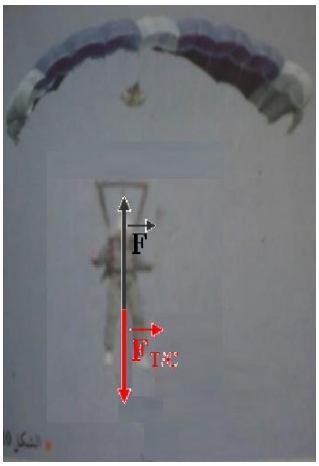
3- التمثيل الكيفي للشعاع $\overrightarrow{\Delta V}$ مع التعليل:
للشعاعين $\overrightarrow{F_{T/C}}$ و $\overrightarrow{\Delta V}$ نفس الحامل و نفس الجهة لأنه لهما نفس الخصائص.

بعد فتح المظلة:

4- بالإعتماد على مبدأ العطالة يمكن أن نقول أن القوة المسببة في السقوط انعدمت، بحيث نشأت قوة أخرى بفضل المظلة معاكسة تماماً لإتجاه قوة الثقل و لها نفس الحامل فأصبح مجموعهما الهندسي معدوم و حتى المجموع الجبري كذلك، أي: $P + F + F_1 = 0$.

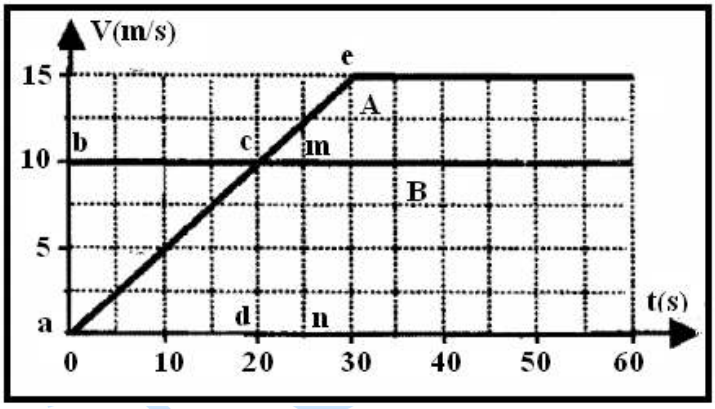
5- التمثيل الكيفي للقوى المطبقة على المظلي (المظلي و مظلته) مع احترام سلم التمثيل:

تمثل القوتان بشعاعين متساويين في الطويلة لهما نفس البداية و متعاكسين في الجهة و لهما نفس الحامل.



التمرين19:

لدينا سيارةA متوقفة أمام الإشارة الحمراء لأضواء المرور و فجأةَ اشتعل الضوء الأخضر فانطلقت. في نفس اللحظة قدمت سيارةB بسرعة ثابتة و تجاوزت السيارةA، المخطط التالي يبين تغيرات السرعة لكل سيارة.



1- الزمن الذي استغرقته السيارةA أصبح لديها نفس سرعة السيارة B :

نعتبر $t = 0\ s$ هي لحظة الإنطلاق للسيارتين، من المنحنى نقرأ قيم السرعتين للسيارتين عند هذه اللحظة:

$$V_A = 0\ m/s \text{ و } V_B = 10\ m/s$$

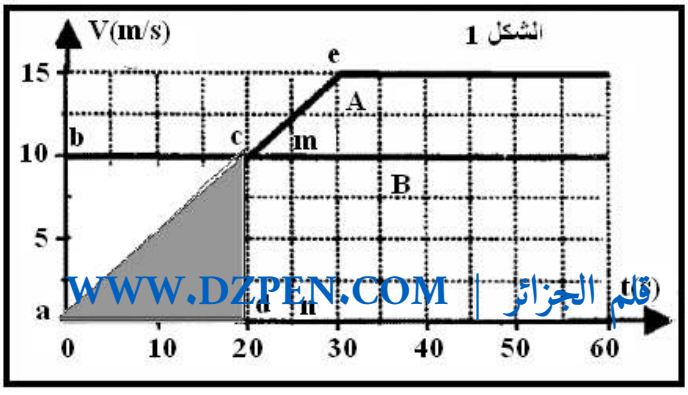
الزمن الذي استغرقته السيارةA أصبح لديها نفس سرعة السيارة B هو الزمن الموافق لنقطة تقاطع منحنيي السرعة للسيارتين و تساوي $t = 20\ s$، من المنحنى نقرأ قيم السرعتين عن هذه اللحظة:

$$V_A = 10\ m/s \text{ و } V_B = 10\ m/s$$

2- حساب المسافة التي تفصل السيارتين في هذه اللحظة:

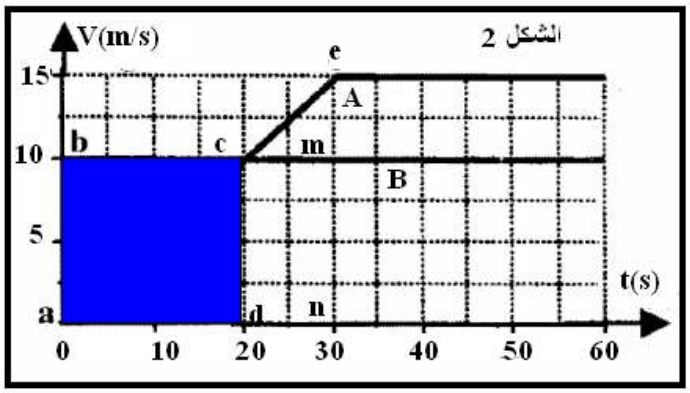
لإيجاد المسافة التي تفصل السيارتين في هذه اللحظة، نحسب أولا المسافة التي قطعتها كل سيارة حتى هذه اللحظة:

المسافة التي قطعتها السيارةA حتى هذه اللحظة: نجدها من حساب مساحة المثلث acd الملون بالرمادي في الشكل (1).



$$X_A = \frac{[20 \times 10]}{2} = 100\,m$$

المسافة التي قطعتها السيارةBحتى هذه اللحظة: نجدها من حساب مساحة المستطيل abcd الملون بالأزرق في الشكل (2).



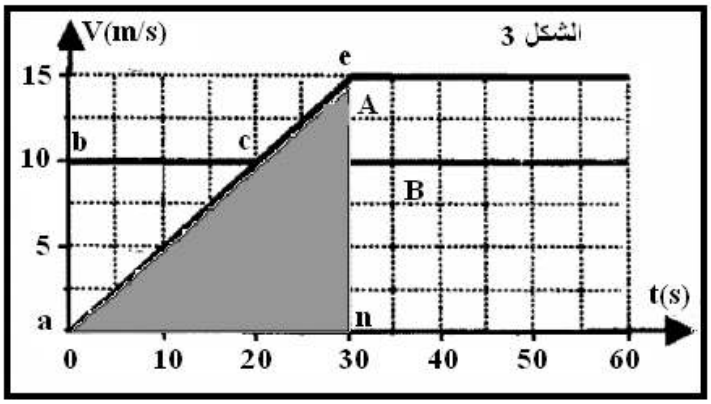
$$X_B = [20 \times 10] = 200\,m$$

المسافة التي تفصل السيارتين في هذه اللحظة: $X = X_B - X_A = 200 - 100 = 100\,m$

3- السيارة التي تحتل المقدمة في الزمن t = 30 s :

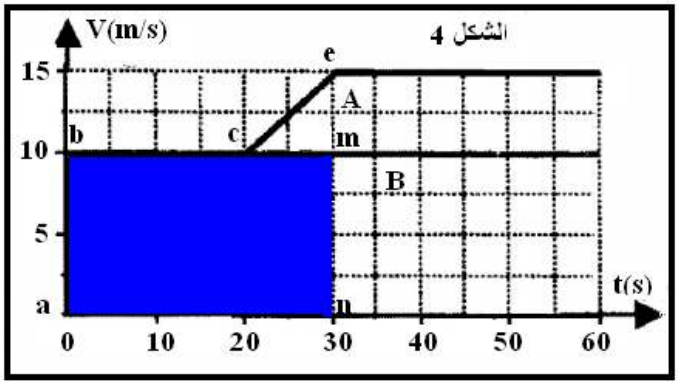
هي السيارة التي تقطع مسافة أكبر حتى هذه اللحظة:

المسافة التي قطعتها السيارةA حتى هذه اللحظة: نجدها من حساب مساحة المثلث aen الملون بالرمادي في الشكل (3).



$$X_{A1} = \frac{[30 \times 15]}{2} = 225\,m$$

المسافة التي قطعتها السيارةBحتى هذه اللحظة: نجدها من حساب مساحة المستطيل abmn الملون بالأزرق في الشكل (4).



$$X_{B1} = [30 \times 10] = 300m$$

إذن السيارة التي تحتل المقدمة في الزمن $t = 30\ s$: هي السيارة B.

4- حساب المسافة المقطوعة من طرف السيارتين عندما التحقت السيارة A بالسيارة B (ابتداء من نقطة أضواء إشارات المرور) :

عندما تلتحق السيارة A بالسيارة B تكون السيارتين قد قطعتا نفس المسافة، أي: $X_{A2} = X_{B2}$

لاحظ السيارة A تسير بسرعة ثابتة $15m/s$، أما السيارة B بقيت تسير بسرعة ثابتة $10m/s$ فهذا يؤدي حتماً إلى التحاق السيارة A بالسيارة B عند زمن قدره $t = ?$.

بعد $t = 30s$ تصبح سرعة كلا من السيارتين ثابتة أي: $X = Vt'$

يكون لدينا :

$$\begin{cases} X_{A2} = X_{A1} + V_A.t' = 225 + 15t' .....(1) \\ X_{B2} = X_{B1} + V_B.t' = 300 + 10t' .....(2) \end{cases}$$

بما أن المسافتين متساويتين، يمكن أن نكتب:

$$225 + 15t' = 300 + 10t' \Rightarrow 15t' - 10t' = 300 - 225 \Rightarrow 5t' = 75 \Rightarrow t' = \frac{75}{5} \Rightarrow t' = 15s$$

بحل هذه المعادلة ذات المجهول t' نحصل على لحظة الإلتقاء: $t = 30 + 15 = 45\ s$

و منه نجد المسافة المقطوعة من كل سيارة بتعويض قيمة الزمن في إحدى المعادلتين 1 و 2:

$$X_{A2} = 225 + 15 \times 15 = 450m$$

$$X_{B2} = 300 + 10 \times 15 = 450m$$

حلول تمارين الكتاب المدرسي – القوة و الحركات المستقيمة
كريم صالح أنيس – krim.aniss@yahoo.fr

كريم صالح أنيس